

УДК 523.44+523.681

## ОБЪЕМ И СВОЙСТВА ПОГРЕБЕННЫХ ПОРОД, СОДЕРЖАЩИХ УДАРНЫЙ РАСПЛАВ, В МЕТЕОРИТНОМ КРАТЕРЕ ЖАМАНШИН: ОЦЕНКА ПО АНОМАЛЬНОМУ МАГНИТНОМУ ПОЛЮ

© 2025 г. М. Ю. Кузьмичева\*

*Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского РАН, Москва, Россия**\*E-mail: mukuzm@idg.ras.ru*

Ударный метеоритный кратер Жаманшин продолжает привлекать внимание исследователей. Кратеры, образующиеся в результате удара астероида о земную поверхность, характеризуются наличием аномалии магнитного поля. Представлены результаты численного моделирования магнитной аномалии метеоритного кратера Жаманшин (Казахстан, 48°37' с. ш., 61°94' в. д., диаметр 5.5–13.0 км, возраст 0.8–1.0 млн лет) на основании представлений об объеме и магнитных свойствах пород, содержащих застывший ударный расплав, погребенных внутри кратера. Полученные результаты соответствуют общей картине магнитной аномалии изучаемого кратера.

**Ключевые слова:** метеоритный ударный кратер, магнитная аномалия, Жаманшин, численное моделирование.

**Для цитирования:** Кузьмичева М.Ю. Объем и свойства погребенных пород, содержащих ударный расплав, в метеоритном кратере Жаманшин: оценка по аномальному магнитному полю // Динамические процессы в геосферах. 2025. Т. 17. № 3. С. 48–57. [https://doi.org/10.26006/29490995\\_2025\\_17\\_3\\_48](https://doi.org/10.26006/29490995_2025_17_3_48)

### Введение

Ударный метеоритный кратер Жаманшин [Флоренский, Дабижа, 1980], расположенный в Казахстане (48°37' с. ш., 61°94' в. д., диаметр 5.5–13 км, возраст 0.8–1.0 млн лет), продолжает привлекать внимание исследователей. Изучение магнитных свойств импактитов, т.е. пород, образовавшихся в результате удара астероида, позволило использовать полученные данные [Starunov et al., 2018; Bobrov et al., 2023] при проведении численного моделирования магнитной аномалии, связанной с кратером. Опубликована также новая оценка диаметра кратера [Quesnel et al., 2024], полученная на основании сейсмических и гравиметрических исследований. В предыдущие годы был выполнен ряд расчетов количества ударного расплава [Pierazzo et al., 1997; Artemieva et al., 2004] для кратеров близкого диаметра и, соответственно, сходной морфологии [Мелош, 1994].

В данной работе проведено моделирование магнитной аномалии кратера Жаманшин в предположении, что в кратере содержатся породы, сформированные с участием ударного расплава, количество которого определено в ходе численного моделирования [Pierazzo et al., 1997; Artemieva et al., 2004]. Магнитные свойства пород, содержащих ударный расплав, были выбраны по результатам исследования пород с поверхности кратера Жаманшин и пород из скважин, пробуренных в Болтышском кратере (ссылки на источники данных приведены в разделе «Магнитная аномалия кратера с расплавом»). В предыдущей работе [Кузьмичева, Иванов, 2024], посвященной моделированию магнитной аномалии кратера Жаманшин, использовались данные о глубинах залегания и магнитных свойствах пород, извлеченных из кернов скважин, пробуренных при исследовании метеоритного кратера Босумтви (Гана, 6°30' с. ш., 1°24' з. д.) с диаметром 10.5 км [Кузьмичева, Иванов, 2020; 2021]. Такой подход основан на том, что в случае близких размеров диаметров предполагается морфологическое сходство кратеров [Кузьмичева, Иванов, 2020; 2021].

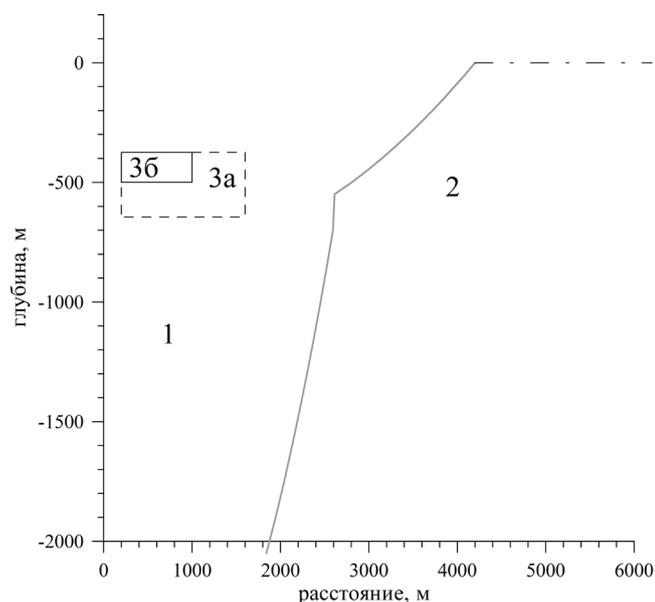
## Метод решения задачи о моделировании магнитной аномалии кратера

Метод расчета магнитного поля основывался на том же подходе, который был разработан для моделирования магнитной аномалии кратера Босумтви (Гана, 6°30' с. ш., 1°24' з. д.), описан в работах [Кузьмичева, Иванов, 2020; 2021], также применен для моделирования магнитной аномалии кратера Жаманшин в работе [Кузьмичева, Иванов, 2024].

При прохождении ударной волны, вызванной столкновением астероида с земной поверхностью, в породах мишени под действием высоких давлений происходит разрушение носителей магнитных свойств и выброс вещества, что приводит к образованию так называемой магнитной «каверны» или полости. При ударе также образуются породы – импактиты [Масайтис и др., 1980], обладающие повышенными по сравнению с породами мишени, магнитными свойствами, которые оказываются как внутри, так и извне кратера. Однако могут быть случаи, когда породы мишени тоже сильно магнитны. Здесь рассматривается сложный ударный кратер с центральной горкой, который является одним из типов ударных кратеров [Мелош, 1994]. Размер, форма магнитной «каверны» были определены численными расчетами образования кратера такого диаметра путем решения 2D системы газодинамических уравнений [Кузьмичева, Иванов, 2020] с помощью программы SALEB [Ivanov, 2005]. В предыдущей работе, посвященной моделированию магнитной аномалии кратера Жаманшин [Кузьмичева, Иванов, 2024] количество и свойства импактитов были заданы такими же, как при моделировании магнитной аномалии кратера Босумтви: в Босумтви были пробурены скважины, керны из которых исследовались геологами и геофизиками. В данной работе задавалось количество импактитов, содержащих ударный расплав. Оценки их объема, местоположение были получены в результате численных расчетов [Pierazzo et al., 1997; Artemieva et al., 2004], они описаны в последующих разделах данной статьи.

Перемещения частиц пород мишени, подвергшихся разным ударным нагрузкам, в том числе и расплавившихся, в процессе образования кратера при ударе астероида с диаметром 2 км и скоростью столкновения 20 км/с были продемонстрированы в работе [Shuvalov, 2002] (рис. 1 из работы В. В. Шувалова (2002)). По результатам моделирования в кратере, конечный диаметр которого можно оценить в 25–30 км по уравнениям (1), (2), приведенными в [Artemieva et al., 2004], остается некоторая часть расплава. С уменьшением размера кратера за счет уменьшения его глубины при сохранении скоростей выброса материала доля остающегося в кратере расплава должна уменьшаться.

Морфология 10-километрового кратера для расчета аномального магнитного поля в вертикальном разрезе показана на рис. 1. Он включает в себя магнитную «каверну» (1), мишень (2) и слои «расплава» (3а), (3б). Расплав (3а) соответствует одним вариантам расчета, расплав (3б) – другим вариантам. Ранее проводившиеся расчеты показали,



**Рис. 1.** Магнитная каверна – 1 (ее профиль ограничен серой кривой), мишень – 2, слои «расплава» – 3а (пунктир) и 3б (сплошная линия) для разных вариантов расчета. Линия пунктир с точкой – поверхность мишени

что основной вклад в аномалию магнитного поля кратера дают магнитная «каверна» и импактиты [Кузьмичева, Иванов, 2020]. В данной работе рассматривались кратеры с одинаковой магнитной «каверной», но с разными объемами и различными магнитными свойствами «расплава». Размеры мишени, магнитной «каверны», мощности и глубины залегания «расплава», магнитные свойства пород среды представлены в табл. 1. Критерии выбора данных по магнитным свойствам, приведенных в табл. 1, и их источники описываются в следующем разделе статьи.

Таблица 1.

**Магнитные свойства пород, расположение слоев «расплава», использовавшиеся при моделировании магнитной аномалии**

| Среда               | Магнитная восприимчивость, ед SI                                       | Остаточная намагниченность, А/м | Глубина залегания, м; мощность слоя или высота, м | Наклонение, град; склонение геомагнитного поля, град | Форма, размер среды                                     |
|---------------------|--|---------------------------------|---|--|---|
| Магнитная полость 1 | 0  | 0                               | 0; 2900   | не используется                                      | Форма размагниченной области, максимальный радиус 4 км  |
| Породы мишени 2     | $3 \cdot 10^{-4}$  | 0                               | 0; 3850   | 67; 10   | Прямоугольный параллелепипед $30 \times 20 \times 4$ км |
| «Расплав» 3а        | $4.43 \cdot 10^{-4}$ ,<br>$3.3 \cdot 10^{-3}$ ,<br>$7.5 \cdot 10^{-3}$ |                                 | -375; 270   | 67 (10)  | Кольцо, радиусы 0.2, 1.6 км, высота-мощность слоя       |
| «Расплав» 3б        | $7.5 \cdot 10^{-3}$ ,<br>$2.1 \cdot 10^{-2}$                           | 0.5                             | -375; 124   | 67; 10   | Кольцо: радиусы 0.2, 1 км, высота-мощность слоя         |

Направление геомагнитного поля было взято по модели IGRF, актуальной на 2023 г., задаваемая при проведении моделирования индукция геомагнитного поля составляла 54950 нТл [NCEI Geomagnetic Calculators].

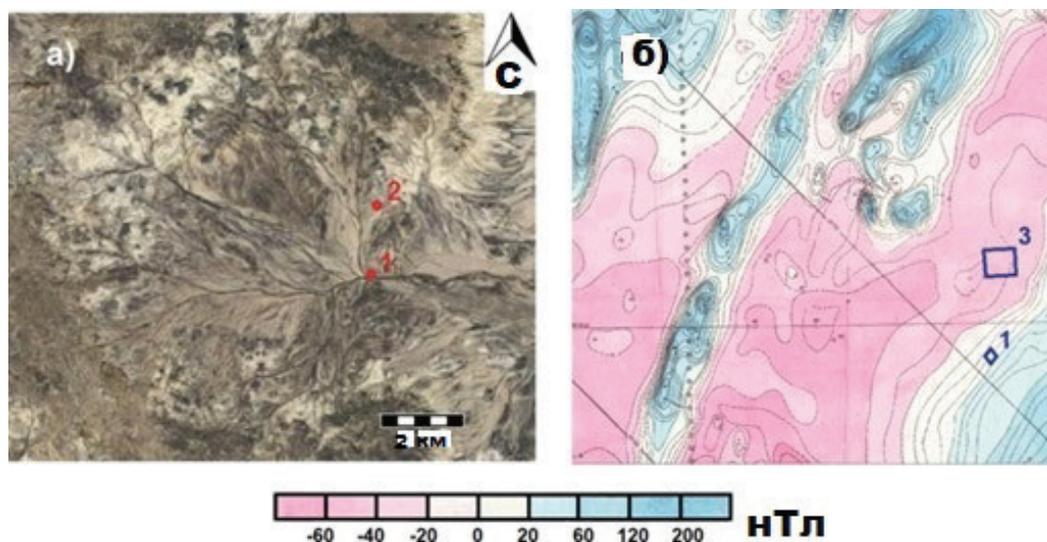
Моделирование образования кратера, определение количества расплава проводилось в приближении 2D цилиндрической геометрии [Кузьмичева, Иванов, 2020; 2021; Artemieva et al., 2004], поэтому размеры и форма магнитной каверны и слоев импактитов, приведенные в табл. 1, описаны в этой системе координат.

Расчетная среда для магнитного поля представляла собой набор прямоугольных параллелепипедов ( $77 \times 77 \times 40$ ) с размерами  $200 \times 200$  м по координатам  $x, y$  и 50 м по  $z$ , но на глубине залегания «расплава» шаг по  $z$  меньше (от 1 до 25 м). Фактически цилиндрическое кольцо «расплава» воспроизводится тором с прямоугольным сечением. Каждому элементу среды приписывались магнитные свойства. Соответственно заданным свойствам рассчитывался магнитный момент параллелепипеда, порождающий дипольное магнитное поле (стр. 144, уравнение 44.4 в [Ландау, Лившиц, 1988]). Магнитное поле, рассчитываемое в процессе моделирования, является суммой вкладов полей всех параллелепипедов. Сначала рассчитывается магнитное поле мишени без кратера, затем – поле мишени с кратером, разница этих полей – магнитная аномалия, связанная с кратером.

### **Магнитная аномалия кратера с «расплавом»**

В работе [Bobrov et al., 2023], посвященной исследованиям кратера Жаманшин, приведены карты аномального магнитного поля: как общая карта аномалии, полученная ПГО «Запказгеология», так

и данные магнитных измерений в отдельной небольшой области. На рис. 2 представлены общий вид кратера на космоснимке (2а) и общая схема аномального магнитного поля (2б) [Bobrov et al., 2023]. Значения аномального магнитного поля, измеренные в области 3 в 2019 г. [Bobrov et al., 2023], соответствуют общей карте, полученной примерно 30 лет назад. Область 3 отмечена на рис. 2б.



**Рис. 2.** а – изображение кратера Жаманшин, полученное со спутника; б – карта аномального магнитного поля кратера Жаманшин по данным ПГО «Запказгеология»: 1 – полевой лагерь, 2 – выход зювитов, 3 – область магнитной съемки 2019 г. (магнитометр «Минимаг»). Масштаб, указанный на рис. 2а, идентичен рис. 2б (рисунки построены на основе [Bobrov et al., 2023])

Наблюдается преимущественно отрицательная аномалия в пределах диаметра кратера с мелкомасштабными положительными аномалиями внутри. Амплитуды аномалий составляют примерно -100 нТ для отрицательной аномалии, 200 нТ – для положительной. Проводя моделирование, автор старался воспроизвести эти величины или хотя бы разницу между ними, то есть контрастность аномалии магнитного поля. Отрицательная аномалия порождается магнитной полостью, положительная – породами «расплава» (импактитами с повышенными магнитными свойствами) [Кузьмичева, Иванов, 2024]. Для соответствия с картиной магнитной аномалии подбирались параметры пород мишени и пород «расплава» [Кузьмичева, Иванов, 2024].

При проведении численного моделирования магнитной аномалии были использованы данные об объеме и распределении ударного расплава, приведенные в работе [Artemieva et al., 2004], рис. 6 (верхняя панель). Они были получены с помощью численного моделирования вертикального удара астероида с диаметром 0.69 км и скоростью 15 км/с, использовалось уравнение состояния гранита [Pierazzo et al., 1997]. После удара в кратере осталось 68% от общего количества расплава и паров. При моделировании магнитной аномалии эквивалентный объем «расплава» задавался в виде цилиндрического кольцевого пласта мощностью 270 м, внутренним радиусом 200 м, внешним радиусом 1600 м, расположенного на глубине -375 м и ниже. Форма кольцевого пласта приблизительно воспроизводится на сетке из прямоугольных параллелепипедов. Объемная магнитная восприимчивость «расплава» задавалась равной  $4.43 \cdot 10^{-4}$  SI, что соответствует магнитной восприимчивости импактного стекла называемого «иргизит» из кратера Жаманшин [Rochette et al., 2015], рассчитанной при плотности стекла 2700 кг/м<sup>3</sup>.

На рис. 3 показано аномальное магнитное поле кратера, рассчитанное с описанными выше количеством и свойствами «расплава». Магнитная восприимчивость мишени задана равной  $3 \cdot 10^{-4}$  SI, как и в статье [Кузьмичева, Иванов, 2024]. Как видно из рис. 3, положительная аномалия не видна, если сравнить с рис. 2б.

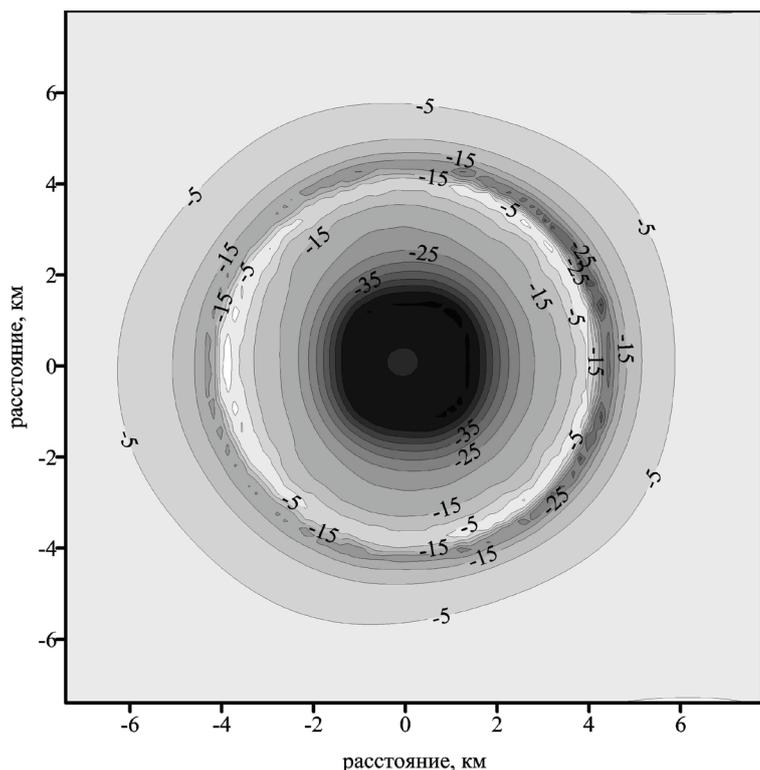
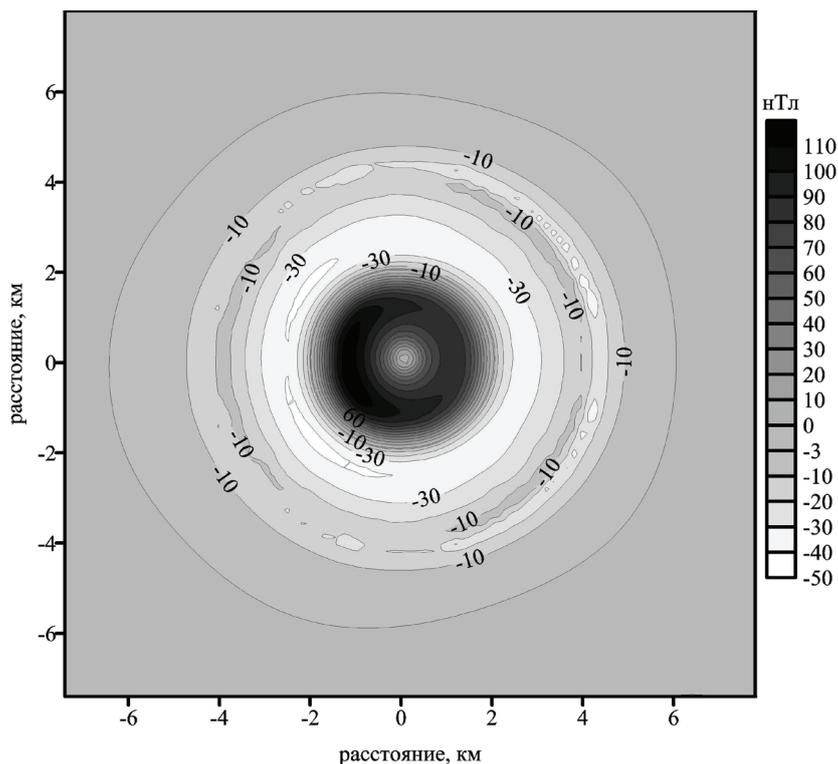


Рис. 3 Магнитная аномалия, рассчитанная с количеством «расплава»  $2.2 \text{ км}^3$  и магнитной восприимчивостью  $4.43 \cdot 10^{-4} \text{ SI}$

Рис. 4 Магнитная аномалия, рассчитанная с объемом «расплава»  $2.2 \text{ км}^3$  и магнитной восприимчивостью  $3.3 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$



На рис. 4 представлена магнитная аномалия, рассчитанная в предположении, что «расплав» имеет магнитную восприимчивость  $3.3 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$ .

Это допущение сделано на основании данных о магнитных свойствах выходов зювитов в кратере [Bobrov et al., 2023]. В статье сообщалось, что увеличение магнитной восприимчивости за счет магнитной вязкости составляло  $1.0 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$ , поэтому при проведении расчетов было выбрано значение магнитной восприимчивости, превышающей это значение. Как видно из рис. 4, в картине магнитного поля появилась положительная аномалия, но ее величина меньше наблюдаемой.

В работе [Starunov et al., 2018] сообщалось, что восприимчивость массивных шлаков из кратера Жаманшин составляет в среднем  $30 \cdot 10^{-7}$  м<sup>3</sup>/кг, что в пересчете на объемную восприимчивость дает величину  $7.5 \cdot 10^{-3}$  SI, принимая плотность шлаков равной 2500 кг/м<sup>3</sup>. Максимальные же значения восприимчивости превышали  $100 \cdot 10^{-7}$  м<sup>3</sup>/кг. На рис. 5 приведены результаты моделирования магнитной аномалии с объемной восприимчивостью  $7.5 \cdot 10^{-3}$  SI. Как видно из рисунка, в этом случае положительная аномалия значительно превосходит наблюдаемую.

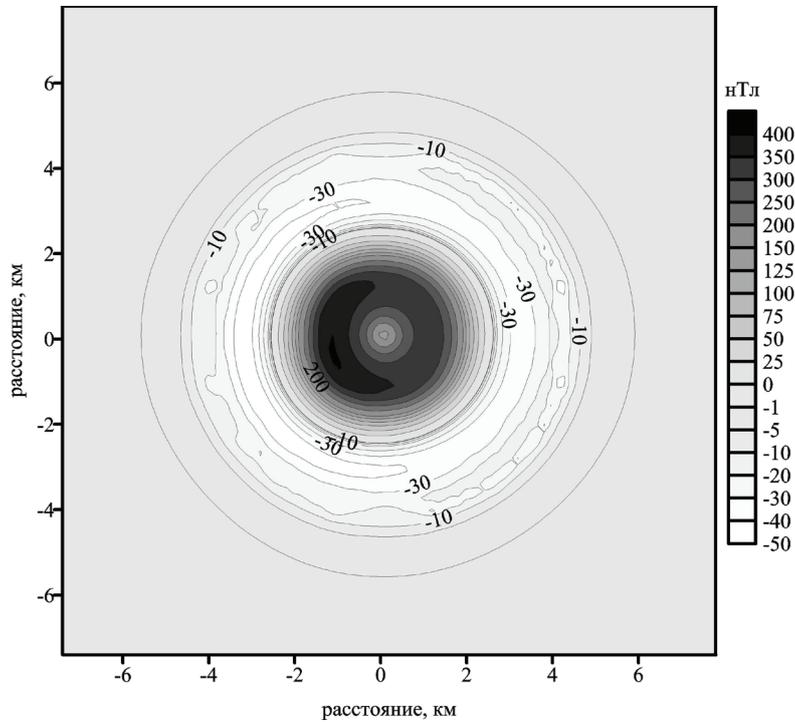


Рис. 5. Магнитная аномалия, рассчитанная с объемом «расплава» 2.2 км<sup>3</sup> и магнитной восприимчивостью  $7.5 \cdot 10^{-3}$  SI

Для образцов пород, образовавшихся в результате удара астероида («иргизитов», зювитов), собранных на поверхности кратера, не приводятся данные об остаточной намагниченности [Rochette et al., 2015, Bobrov et al., 2023]. Однако породы, полученные из кернов сложного кратера, такого, как Болтышский (Украина, 45°50' с. ш., 32°14' в. д.), проявляют естественную остаточную намагниченность порядка 1 Ам [Старунов, Костеров, 2021]. Мощность слоев тагамитов (пород, в которых преобладает застывший ударный расплав) с такой остаточной намагниченностью в этом кратере составляет несколько десятков метров.

Предварительные расчеты показали: если предположить, что породы «расплава» обладают естественной остаточной намагниченностью, то его объем должен быть уменьшен, чтобы амплитуда положительной магнитной аномалии соответствовала наблюдениям. В итоге выбранный объем «расплава» составил 0.375 км<sup>3</sup>. Автор предположил, что при образовании кратера в нем осталось 30% от первоначального количества расплава. Согласно [Pierazzo et al., 1997; Artemieva et al., 2004] такой объем расплава образуется при вертикальном ударе астероида с диаметром примерно 0.5 км и скорости падения 15 км/с. В результате падения астероида в мишень, состоящей из кристаллических пород, образуется кратер диаметром 6.3 км [Artemieva et al., 2004]. Этот размер согласуется с недавними оценками размера Жаманшина, смещенными в сторону уменьшения [Quesnel et al., 2024].

При проведении расчета «расплава» был выбран в форме цилиндрического кольца с внутренним радиусом 200, внешним – 1000 и высотой 124 м, расположенного на глубине -375 м и ниже. Фактически, на прямоугольной расчетной сетке он выглядит как набор прямоугольных параллелепипедов. Остаточная естественная намагниченность была задана равной 0.5 Ам. Эта величина меньше максимальной остаточной намагниченности, наблюдаемой в образцах из кернов Болтышского кратера, но мощность слоев «расплава» (тагамитов) в Болтышском кратере меньше, чем



Магнитная аномалия, представленная на рис. 7, меньше наблюдаемой, а аномалия, представленная на рис. 8, сильно превышает ее. Таким образом, можно предположить, что некоторые из известных импактных пород, найденных в кратере Жаманшин, могут вызвать наблюдаемую магнитную аномалию.

### **Обсуждение результатов**

Моделирование магнитной аномалии кратера Жаманшин проводилось с учетом карт магнитного поля, опубликованных в [Bobrov et al., 2023]. Существуют также современные магнитные данные, полученные другой группой геофизиков [Quesnel et al., 2024]. Новые данные, по-видимому, не будут противоречить уже известной картине.

Сравнение магнитной аномалии Жаманшина с магнитной аномалией кратера Босумтви, которая слабее примерно в 3–10 раз, свидетельствует в пользу наличия «расплава» (тагамитов) в кратере Жаманшин (при бурении Босумтви «расплав» не нашли). В Босумтви были обнаружены слои зювитов и пирротин с высокой остаточной намагниченностью [Kontny et al., 2007].

Известно, что величина магнитной аномалии ударного метеоритного кратера зависит от природы пород мишени: она меньше для кратера, образованного в карбонатах (Чиксулуб, Мексика, 21°24' с. ш., 89°31' з. д.), и больше для кратеров, расположенных на кристаллическом основании (Болтышский кратер, кратер Лонар на базальтах плато Декан, Индия, 19°98' с. ш., 76°51' в. д.). Хотя кратер Жаманшин перекрывается осадочным чехлом, в основании под ним предполагают наличие гнейсов и разлома [Сергиенко и др., 2023]. Наличие центральной горки в кратере сравнительно небольшого размера, по-видимому, связано с разломом в основании кратера. Уменьшение прочности пород в центре основания кратера должно приводить к облегчению движения плит и развитию акустической «флюидизации» [Мелош, 1994].

### **Выводы**

Особенности магнитной аномалии кратера Жаманшин, такие как контрастность значений и их амплитуды, согласуются с результатами численного моделирования. Высокие значения положительной магнитной аномалии свидетельствуют о значительном магнитном моменте пород коптологического комплекса – импактитов. Некоторые из известных импактных пород, найденных в кратере Жаманшин, могут вызвать наблюдаемую магнитную аномалию. Картина магнитного поля указывает на наличие слоя «расплава» в глубине кратера. Область залегания импактитов требует уточнения. Средняя магнитная восприимчивость пород мишени по нижней границе оценивается как  $3 \cdot 10^{-4}$  SI.

### **Финансирование**

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 125012200624-5).*

### **Благодарности**

Автор выражает глубокую благодарность рецензентам за внимание, проявленное к работе, и сделанные замечания.

### **Список литературы**

- Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Мащак М.С. и др. Геология Астроблем. Ленинград : Недра. 1980. – 231 с.  
Мелош Г.Дж. Образование ударных кратеров. Геологический процесс. М. : Мир. 1994. – 336 с.  
Кузьмичева М.Ю., Иванов Б.А. Моделирование магнитной аномалии, связанной со сложным кратером, на примере кратера Босумтви // *Астрономический Вестник*. 2020. Т. 54. № 5. С. 397–408. <https://doi.org/10.31857/S0320930X20050059>

Кузьмичева М.Ю., Иванов Б.А. Моделирование магнитной аномалии сложного метеоритного кратера Босумтви (Гана) с учетом ударного размагничивания и морфологических особенностей // Физика Земли. 2021. № 5. С. 242–253. <https://doi.org/10.31857/S0002333721050124>

Кузьмичева М.Ю., Иванов Б.А. Аномальное магнитное поле метеоритного кратера Жаманшин: численное моделирование // Динамические процессы в геосферах. 2024. Т. 16. № 4. С. 46–53. [https://doi.org/10.26006/29490995\\_2024\\_16\\_4\\_46](https://doi.org/10.26006/29490995_2024_16_4_46)

Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика: теория поля. М.: Наука. 1988. – 512 с.

Сергиенко Е.С., Янсон С.Ю., Бобров Н.Ю., Карпинский В.В., Харитонский П.В. Геофизические исследования структуры Жаманшин: история и нерешенные проблемы: Всероссийская конференция с международным участием «Палеомагнетизм и магнетизм горных пород» (2–7 октября 2023 г., Казань). 2023.

Старунов В.В., Костеров А.А. Определение условий формирования расплавных импактитов Болтышской астроблемы по их магнитным свойствам: Материалы тринадцатой международной школы-конференции Проблемы геокосмоса / под ред. Н. Боброва, Е. Гордеева, А. Костерова, Е. Лысковой, И. Мироновой (Санкт-Петербург, 24–27 марта 2021 г.) СПб.: Изд-во ВВМ. 2021. С. 204–215. <https://www.elibrary.ru/kudfnv>

Флоренский П.В., Дабижа А.И. Метеоритный кратер Жаманшин. М.: Наука. 1980. – 128 с.

Artemieva N., Karp T., Mielkeriet B. Investigating the Lake Bosumtwi impact structure: Insight from numerical modeling // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2004. Vol. 5 (11). P. 1–20. <https://doi.org/10.1029/2004GC000733>

Bobrov N., Sergienko E., Yanson S., Kosterov A., Karpinsky V., Kharitonskii P., Ralin A. Magnetic Viscosity of Suevites from the Zhamanshin Impact Crater. In: Kosterov, A., Lyskova, E., Mironova, I., Apatenkov, S., Baranov, S. (eds) Problems of Geokosmos–2022. ICS 2023. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. 2023. P. 85–07. [https://doi.org/10.10007/978-3-031-40728-4\\_7](https://doi.org/10.10007/978-3-031-40728-4_7)

Ivanov B.A. Numerical modeling of the largest terrestrial meteorite craters // Solar System Research. 2005. Vol. 39. P. 381–409. <https://doi.org/10.1007/s11208-005-0051-0>

Kontny A., Elbra T., Just J., Pesonen L.J., Schleicher A.M., Zolk J. Petrography and shock-related remagnetization of pyrrhoite in drill cores from the Bosumtwi Impact Crater Drilling Project, Ghana // Meteoritics & Planetary Science. 2007. Vol. 42 (4–5). P. 811–827. <https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.2007.tb01077.x>

Quesnel Y., Kuzina D., Gattacceca J., Uehara M., Kharisov A.G. Geophysical update of the diameter of the Zhamanshin impact crater (Kazakhstan): 86th Annual Meeting of the Meteoritical Society. 2024. № 6172

Pierazzo, E., Vickery A., Melosh H.J. Re-evaluation of impact melt production // Icarus. 1997. Iss. 127. P. 408–423. <https://doi.org/10.1006/icar.1997.5713>

Rochette P., Gattacceca J., Devouard B., Moustard F., Bezaeva N., Cournède C., Scaillet B. Magnetic properties of tectites and other related impact glasses // Earth and Planetary Science Letters. 2015. Iss. 432. P. 381–390. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2015.10.030>

Shuvalov V. Displacement of target material due to impact // LPSC XXXIII. 2002. № 1259.

Starunov V. A., Kosterov A., Kharitonskii P.V., Sergienko, E.S., Yanson S.Yu. Magnetic Properties of Impact Melts from the Zhamanshin Crater, Kazakhstan: 81st Annual Meeting of the Meteoritical Society (22–27 July 2018, Moscow, Russia). LPI Contribution № 2067. 2018. Id. 6114.

NCEI Geomagnetic Calculators. <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml>

## **VOLUME AND PROPERTIES OF BURIED ROCKS CONTAINING IMPACT MELT IN THE ZHAMANSHIN METEORITE CRATER: ASSESSMENT FROM THE ANOMALOUS MAGNETIC FIELD**

© 2025 M. Yu. Kuzmicheva\*

*Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*\*E-mail: mukuzm@idg.ras.ru*

The Zhamanshin meteorite impact crater (Kazakhstan, 48°37' N, 61°94' E, diameter 5.5–13.0 km, age 0.8–1.0 million years) continues to attract the attention of researchers. Craters formed as a result of an asteroid impact on the Earth's surface are characterized by the presence of a magnetic field anomaly. The results of numerical modeling of the magnetic anomaly of the Zhamanshin crater are presented based on the ideas about the volume and magnetic properties of rocks containing solidified impact melt buried inside the crater. The obtained results correspond to the general picture of the magnetic anomaly of the crater under study.

**Keywords:** meteorite impact crater, magnetic anomaly, Zhamanshin, numerical modeling.