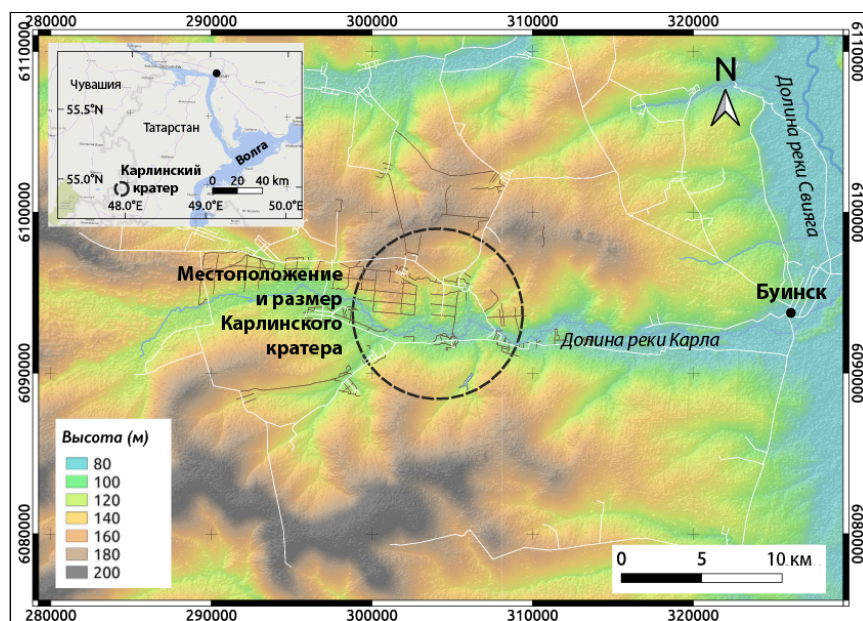


## Учёные подтвердили космогенное происхождение Карлинского кратера и исследовали его особенности

Учёные ГЕОХИ РАН, совместно с французскими коллегами и коллегами из КФУ провели комплексное исследование Карлинской структуры, расположенной примерно в 130 км к юго-западу от г. Казань, Татарстан<sup>1</sup> (Рис. 1). Было однозначно доказано, что структура имеет ударно-взрывное происхождение и представляет собой «молодой» метеоритный кратер диаметром 7-10 км, с большой вероятностью образовавшийся несколько миллионов лет назад в результате падения хондритового «ударника» (фрагмента астероида) диаметром до 1 км.



**Рис. 1.** Топографическая карта Карлинской импактной структуры (Татарстан). Вставка показывает географическое местоположение кратера на карте.

На сегодняшний день в мире известно более 200 подтверждённых импактных структур (метеоритных кратеров), только 15 из которых обнаружены на территории России. Поиск новых метеоритных кратеров на территории России – перспективное направление для будущих научных исследований. Карлинский кратер уникален тем, что он был образован в осадочной «мишени» (подложке), состоящей из практически чисто карбонатных пород (известняки и др.).

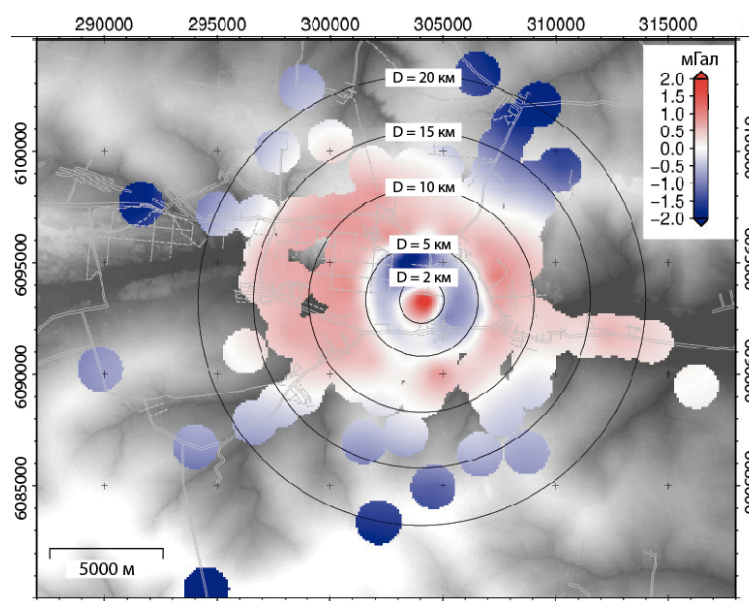
Известно, что образование ударно-взрывных кратеров сопровождается повышенными давлениями, температурами, а также плавлением вещества «мишени». При плавлении карбонатов в ударной волне и последующей пульверизации расплава возможна дегазация и выделение парниковых газов, что, в свою очередь, можно привести к локальному изменению климата и усилению парникового эффекта в зоне кратерообразования.

Для характеристики Карлинской структуры и выяснения её происхождения (эндогенное или космогенное) были проведены полевые работы, включающие магнитную и гравиметрическую наземные полевые съёмки на местности, отбор образцов, лабораторные исследования образцов, по результатам которых предложена 2D-модель глубинного внутреннего строения кратера. Карлинский кратер очень слабо выражен в рельефе

<sup>1</sup> Quesnel Y., Bezaeva N.S., Kuzina D.M., Rochette P., Gattacceca J., Uehara M., Badyukov D.D., Nasyrtidinov B.M., Chareev D.A., Champollion C. (2022), The Karla impact structure (Russia) explored by potential-field investigations, *Meteoritics & Planetary Science*, **57** (5), 989-1003, <https://doi.org/10.1111/maps.13806>

местности: воронка кратера практически не выделяется (Рис. 1), что с большой вероятностью можно объяснить эрозией. Однако, применение методов магниторазведки и гравиразведки помогли оценить диаметр кратера.

Однозначным доказательством космогенной природы Карлинской астроблемы служат факты наличия так называемых конусов сотрясения, импактных брекчий (пород, сложенных из обломков и сцементированных расплавом; образуются при ударе в процессе кратерообразования), а также планарных деформационных структур - оптических плоскопараллельных нарушений - в кварце импактных брекчий. Кроме того, в импактных брекчиях центрального поднятия (центр кратера) зафиксировано повышенное содержание никеля, что может служить маркером геохимического «загрязнения» веществом «ударника». Всё это однозначно указывает на наличие высоких давлений и температур. Факт удара также подтверждают магнитные и гравиметрические аномалии Карлинской структуры. Концентрические знакопеременные аномалии гравитационного поля с положительной аномалией в центре (совпадающей с геометрическим центром Карлинского кратера) являются необычными (Рис. 2).



**Рис 2.** Карта гравитационных аномалий Карлинской импактной структуры (Татарстан) в редукции Буге. Положительные гравитационные аномалии указаны красным, отрицательные – синим (в миллигаллах).

Вместе с картой магнитных аномалий они позволили оценить диаметр Карлинской структуры (7-10 км) и сравнить Карлинский кратер с другими метеоритными кратерами мира. Так, по структуре гравиметрических аномалий Карлинский кратер похож на метеоритные кратеры *Jebel Waqf as Suwwan* (Иордания), *Connolly Basin* и *Yallalie* (Австралия) сравнимого диаметра, которые также образованы в осадочных «мишенях».