

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МЕТЕОРИТА ЧЕЛЯБИНСК

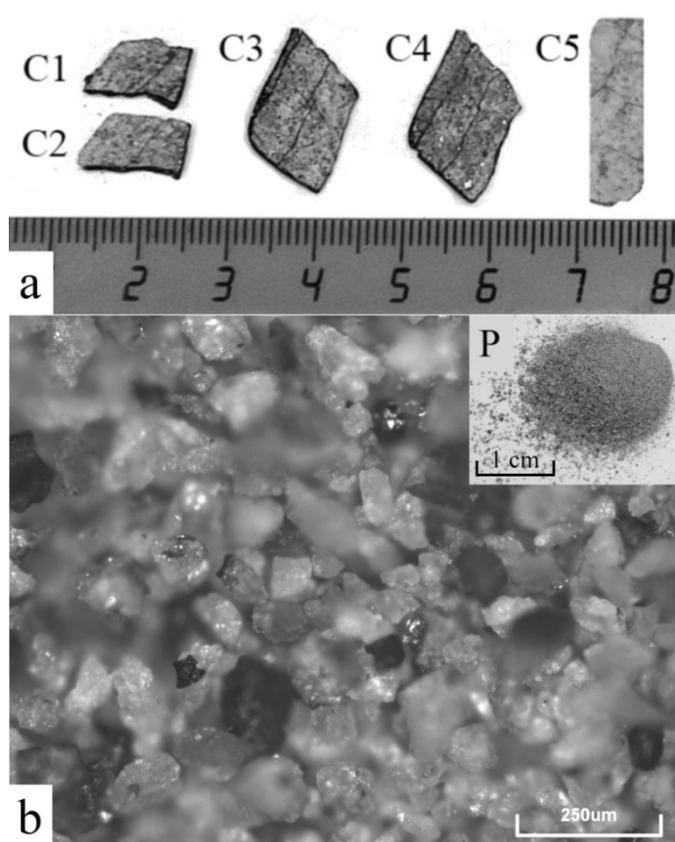
*Дорошева И.Б., Вайнштейн И.А., Вохминцев А.С., Иценко А.В., Гроховский В.И.*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, i.a.weinstein@ustu.ru

Метеорит Челябинск, падение которого было зафиксировано 15 февраля 2013 года, принадлежит к группе обыкновенных хондритов – LL5 (S4, W0). Большой фундаментальный интерес представляют исследования различных свойств свежего метеоритного вещества, которое не успело подвергнуться агрессивным воздействиям в земных условиях [Sears, 2011]. Целью данной работы является изучение спектрально-кинетических параметров естественной термолюминесценции (ТЛ) в хондрите Челябинск.

Образцы исследуемого метеорита были приготовлены в виде слайсов толщиной 1 мм и микропорошка (см. рис. 1). Анализ размера частиц полученного порошка выполнен с помощью конфокального микроскопа Axio CSM 700 Carl Zeiss. Измерения люминесценции образцов проведены в режиме фосфоресценции с использованием спектрометра Perkin Elmer LS55. Для контроля температуры использовался оригинальный встраиваемый модуль. Кривые свечения естественной ТЛ регистрировались в полосе 440 нм в температурном диапазоне 300 – 873 К с линейной скоростью нагрева  $r = 2$  К/с. Спектры ТЛ измерялись в диапазоне 300 – 650 нм при  $r = 1$  К/с, а скорость сканирования составляла 700 нм/мин. Фотолюминесценция (ФЛ) исследовалась со скоростью сканирования 60 нм/мин при комнатной температуре. Спектры возбуждения регистрировались в полосе 440 нм в диапазоне 200 – 360 нм, а спектры свечения – в области 300 – 650 нм при возбуждении в полосе 200 нм.

Показано, что кривые свечения естественной ТЛ в синей области спектра



характеризуются пиком с  $T_{\max} = 460 \pm 20$  К и высокотемпературным плечом в диапазоне 520 – 750 К (см. рис. 2). Полученные экспериментальные данные согласуются с результатами для метеорита Dhajala по форме и положению главного пика ТЛ [Biswas et al., 2011]. Выполнена количественная оценка микропараметров наблюдаемых процессов ТЛ в диапазоне 300 – 500 К в рамках формализма общего порядка кинетики. Рассчитаны значения энергии активации  $E_A = 1.0 \pm 0.2$  эВ и эффективного частотного фактора  $s'' = 10^{10} - 10^{11} \text{ с}^{-1}$  [Weinstein et al., 2013]. Чтобы сделать более точные выводы о концентрации центров захвата в температурном диапазоне 300 – 500 К, необходимо использовать дополнительные экспериментальные ТЛ методики: варьирование дозы облучения, скорости нагрева, метод начального роста и др.

Рисунок 1 – Исследуемые образцы метеорита Челябинск

Установлено, что в спектре ТЛ наблюдается широкая полоса в видимом диапазоне, которая может быть аппроксимирована суперпозицией двух компонент (G1 и G2) гауссовой формы с энергиями 2.8, 2.4 эВ и полуширинами 0.73, 0.36 эВ, соответственно (см. рис. 3). Причем, компонента G1 преобладает в ТЛ свечении, а ее интенсивность в 4 – 6 раз выше компоненты G2. На основе анализа фотолюминесценции показано, что при увеличении длины волны возбуждения форма пиков ФЛ не изменяется, а уменьшается лишь их интенсивность [Weinstein et al., 2013]. Близкие параметры спектральных составляющих предполагают, что изучаемые ФЛ и ТЛ процессы могут протекать с участием одних и тех же центров рекомбинации.

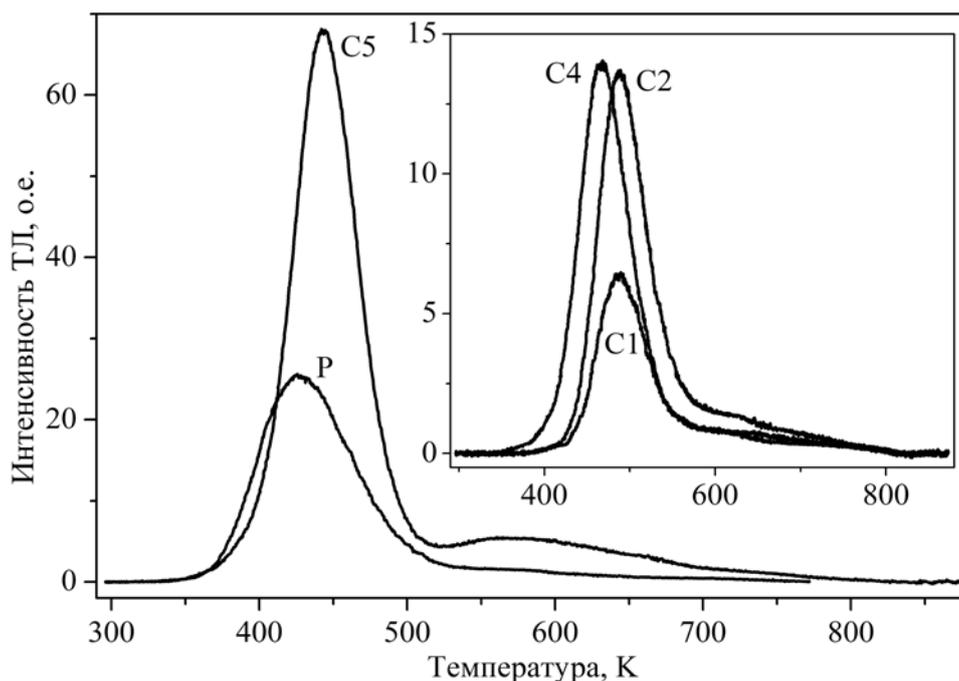


Рисунок 2 – Кривые естественной ТЛ в полосе 440 нм (2.82 эВ) для метеорита Челябинск

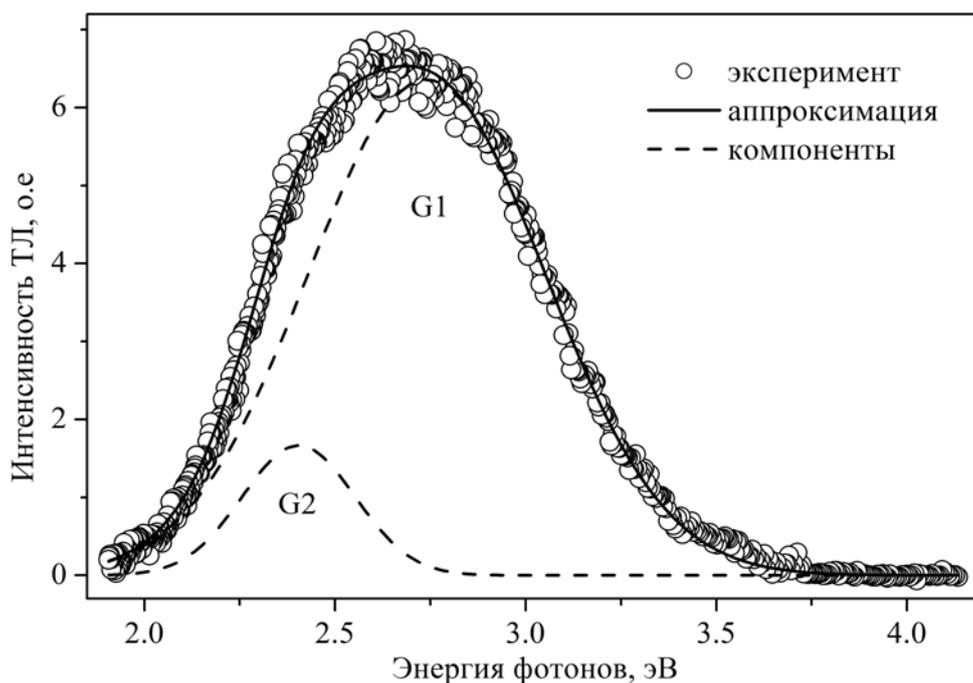


Рисунок 3 – Спектр ТЛ образца С3, измеренный при температуре 437 К

## Литература

1. *Sears D. W. G.* The thermoluminescence of meteorites: a brief 2010 perspective // *Geochronometria*. 2011. V. 38. № 3. P. 303-313.
2. *Biswas R.H., Morthekai P., Gartia R.K., Chawla S., Singhvi A.K.* Thermoluminescence of the meteorite interior: A possible tool for the estimation of cosmic ray exposure ages // *Earth and Planetary Science Letters*. 2011. V. 304. P. 36-44.
3. *Weinstein I.A., Vokhmintsev A.S., Ishchenko A.V., Grokhovsky V.I.* Spectral and kinetic features of thermoluminescence in Chelyabinsk LL5 chondrite // *Meteoritics & Planetary Science*. 2013. 48(s1). P. 5095.