



РАСЧЕТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПИРАМИДАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ



В. В. Савельев, В. А. Сапунов*, А. В. Сергеев

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

*vasapunov@gmail.com

Исследование свойств мегалитических объектов может быть сопряжено с трудностями, поскольку такие объекты часто являются историческими памятниками культуры, и проведение экспериментов на них требует тщательной подготовки. Данная работа посвящена численным расчетам магнитного поля вблизи пирамиды. В качестве прототипа модели выбрана Великая пирамида Гизы (параметры приведены в таблице). Результаты расчетов являются, своего рода, априорными знаниями о распределении магнитного поля вокруг пирамиды, и становятся дополнительными полезными данными для подготовки проведения исследований. Расчеты проводились в COMSOL Multiphysics.

Методика исследования магнитного поля пирамиды подразумевает использование БПЛА – носителей, с установленными абсолютными скалярными магнитометрами POS-1Aero. Предварительное построение ортофотоплана позволяет вести съемку в автоматическом режиме по разработанному заранее маршруту. Рассчитанные магнитные данные позволяют выбрать оптимальную сетку траверзов и галсов движения БПЛА.

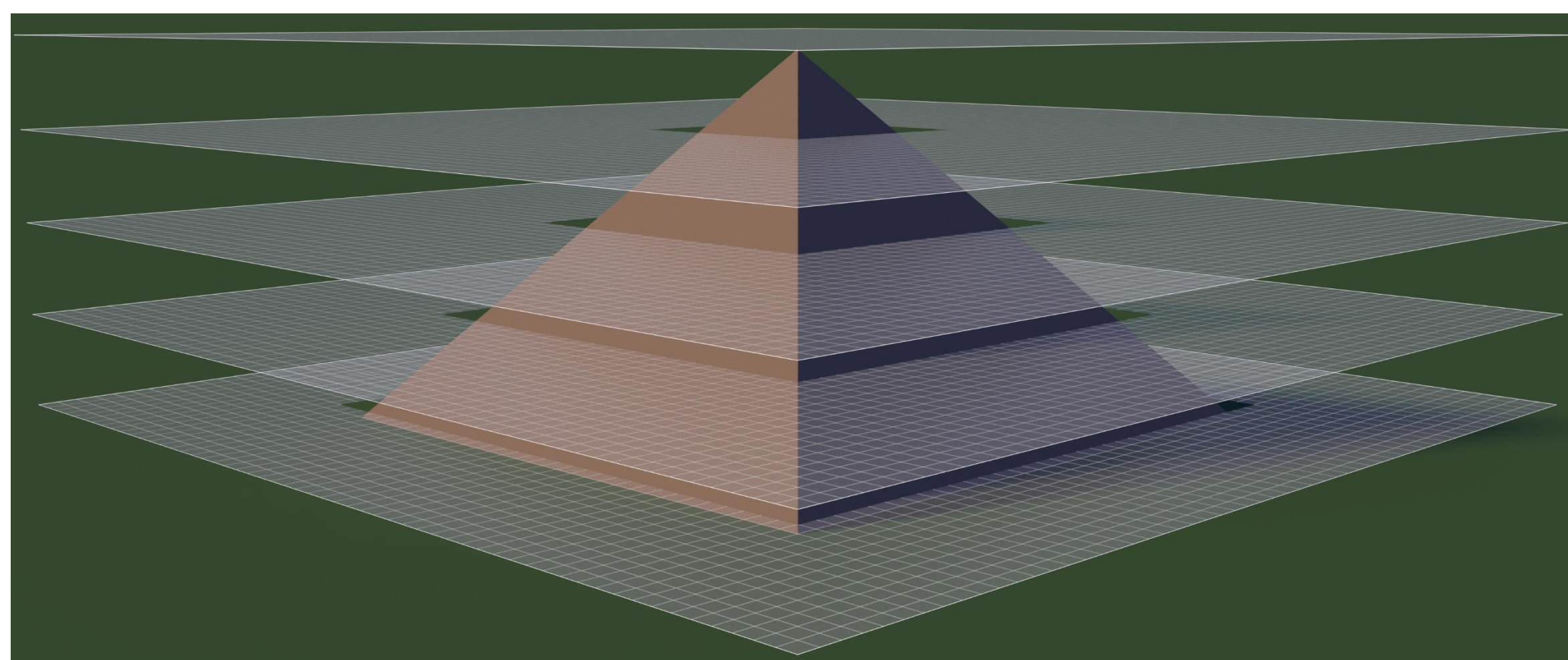
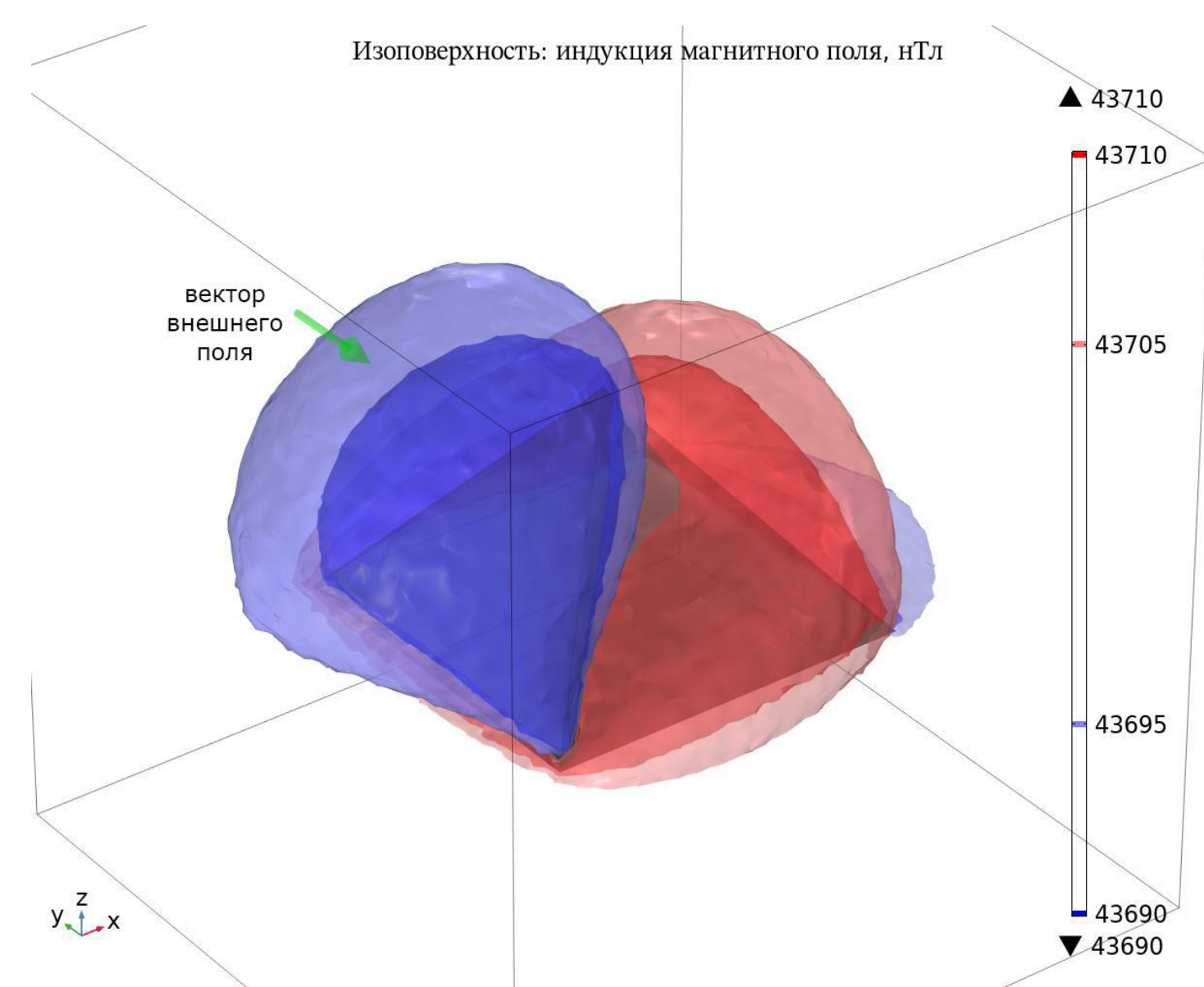


Схема проведения эксперимента, плоскости движения сенсора, рекомендуемая сетка демонстрирует плотность измерений

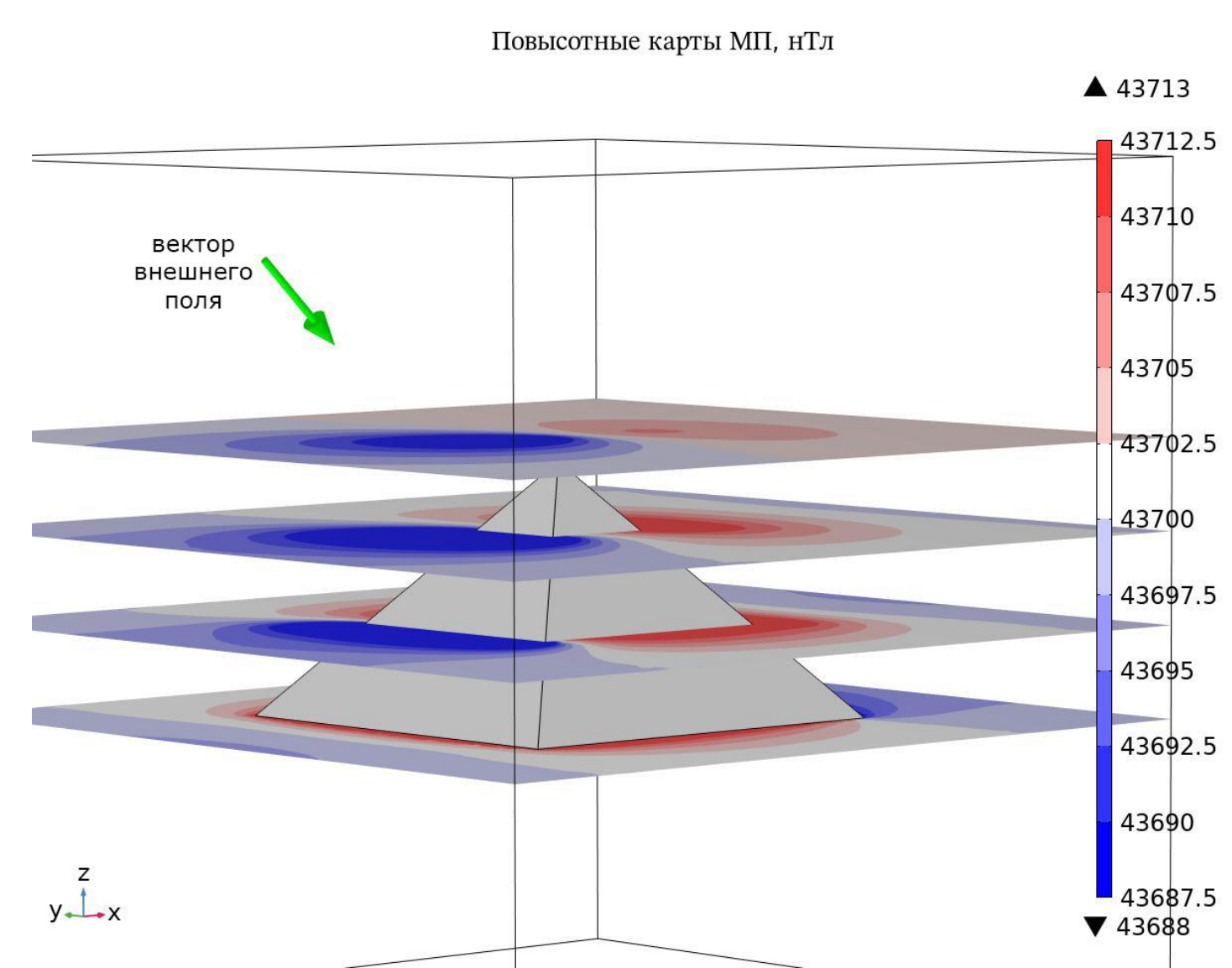


Магнитометр POS-1Aero, в комплекте с БПЛА носителем DJI Matrice M600 Pro

Параметр	Значение
Длина основания, м	230,0
Высота, м	136,5
Магнитная восприимчивость [2]	-300E-5
Внешнее магнитное поле, нТл [3]	43700
Угол инклинации, °	44,5
Угол деклинации, °	0,0



Изоповерхности индукции магнитного поля с характерными размерами пирамиды во внешнем магнитном поле



Повысотные карты магнитного поля, имитирующие данные магнитной съемки

Абсолютность измерений, проводимых с помощью POS-1 Aero, позволяет, при учете вариаций, вести работы в несколько этапов, что является полезным при работе с оборудованием, обладающим ограниченным запасом хода (батареи БПЛА). Анализ амплитуд аномалий, полученных при непосредственных измерениях позволит скорректировать магнитные свойства известняковых пород пирамиды, а отличия в форме аномалий укажут на наличие неучтенных пустот в пирамиде. Кроме того, полученные магнитные данные можно использовать в качестве начальных условий для решения обратной задачи по поиску таких пустот.

1. М. Balezin, К. V. Baryshnikova, Р. Kapitanova and А. В. Evlyukhin, Journal of Applied Physics 124, 034903 (2018).
2. В. К. Хмелевской, Геофизические методы исследования земной коры. Книга 1, стр. 40, Дубна, 1999.
3. International Geomagnetic Reference Field (Electronic resource, URL: <https://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/igrf.html>, accessed 21.12.2019).