

GEOSCAN

группа компаний

Дмитрий Гоглев
Руководитель проекта
«Аэромагнитная съемка
с БПЛА» ГК «Геоскан»

Беспилотные
технологии
для геологоразведки:
устоявшийся тренд или
новое направление?



Геофизическая съемка с применением БПЛА — наиболее качественный и экономически выгодный способ получения геологоразведочных данных на сегодняшний день. Самыми информативными и востребованными являются магнитная и гамма-спектрометрическая съемки.

Преимущества

- Детальное огибание рельефа
- Высокая точность
- Большая плотность данных
- Меньшее влияние шумов
- Высокая производительность
- Экономия ресурсов



Магниторазведка
с БПЛА — это
не только модно,
но и комфортно



Геоскан 401 Геофизика

Магнитометр должен обладать высочайшими метрологическими характеристиками и очень малым весом, возможностью регистрации большого количества показаний магнитного поля и данных геопривязки.

1. Квантовый магнитометр

Масса 120 г



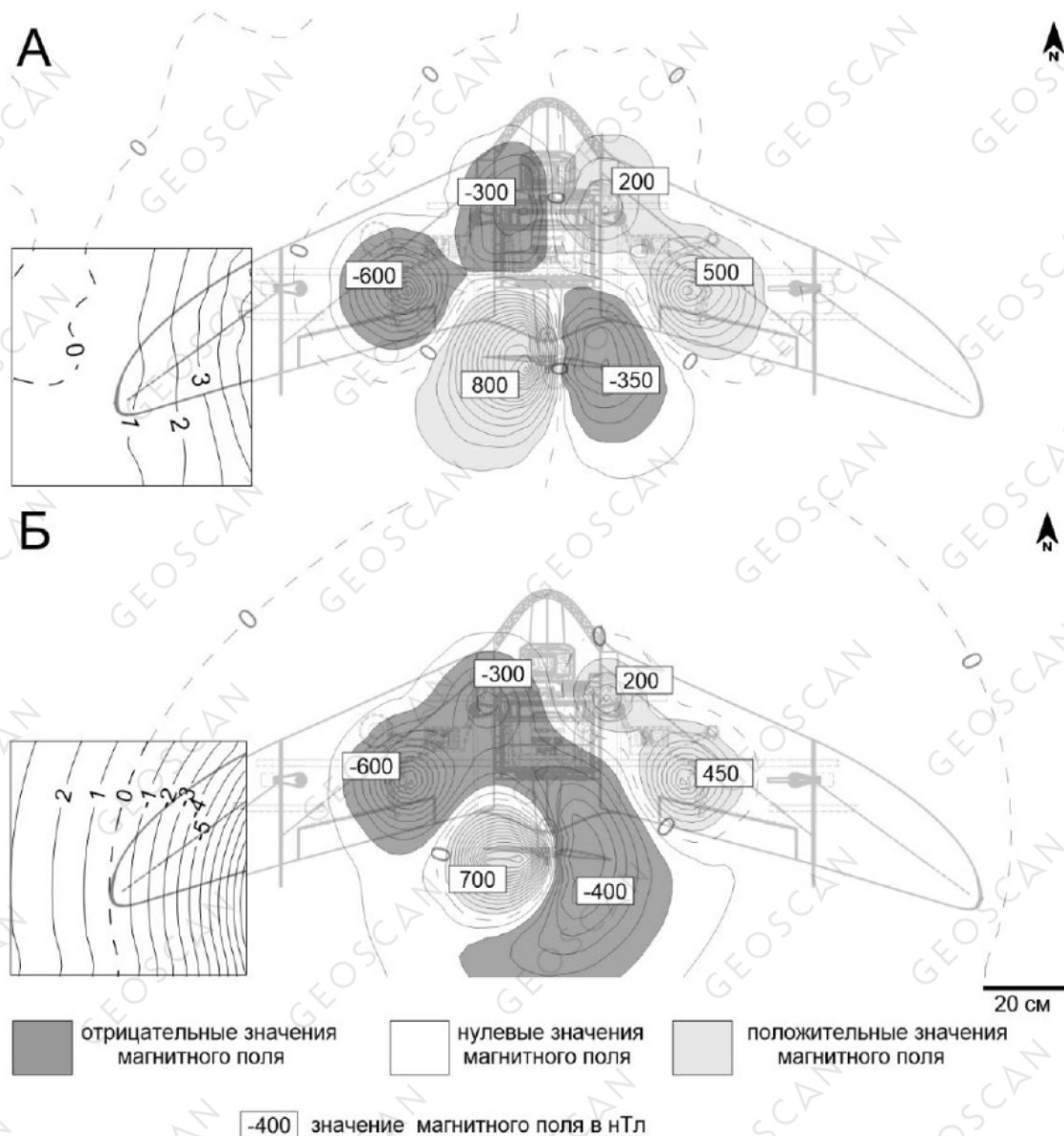
2. Магнитометрический сенсор

Масса 300 г





Измерение собственных магнитных полей самолета «Геоскан 201» показало наличие значительного магнитного поля даже на удаленных частях самолета. Например, на концах крыльев уровень магнитного поля составляет сотни нТл! Типичная ошибка измерений в геофизике лежит на уровне 1–2 нТл.



Геоскан 401 Геофизика

Беспилотная авиационная система мультироторного типа со спутниковым GNSS-приемником и привязным квантовым магнитометром Geoscan GeoShark.

Длительность полета	до 45 мин. с магнитометром
Дальность одного вылета	до 22 пог. км
Горизонтальная скорость	до 50 км/ч
Вертикальная скорость	до 5 км/ч
Высота	500 м
Запуск/посадка	площадка 5 x 5 м
Подготовка к старту	5 мин.
Макс. скорость ветра	до 10 м/с
Масса полезной нагрузки	2 кг
Макс. взлетная масса	9,5 кг
Двигатели	электрические (4 шт.)
Рабочие температуры	от -20 до +40 °С (опционально от -40)



Подвесной магнитометр GeoShark

Чувствительность	1 пТл/√Гц
Диапазон измерения поля	20 000 нТл – 100 000 нТл
Общая девиационная ошибка	<0,3 нТл
Частота измерений	1000 Гц
Полоса пропускания петли обратной связи	30 Гц
Диапазон допустимых углов датчика	±45°
Питание	8–35 В, 10 Вт
Диапазон рабочих температур	от -20 до +40 °С
Масса датчика/электронного блока	120/300 г





Решение GemSystems



Решение MMS Radar



Решение Geometrix

Решение Геоскана

Макс. продолжительность полета:	10 ч.
Максимальная взлетная масса:	22 кг
Скорость полета:	80–120 км/ч
Максимальная масса полезной нагрузки	3,5 кг
Максимальная высота полета над уровнем моря:	4500 м
Время подготовки к взлету:	30 мин.
Рабочий диапазон температур:	-20 / +40 °C



Решение GemSystems

Макс. продолжительность полета:	1,5 ч.
Максимальная взлетная масса:	8 кг
Максимальная протяженность маршрута:	105 км
Скорость полета:	70 км/ч
Максимальная масса полезной нагрузки:	1 кг
Рабочий диапазон температур:	-20 / +40 °C



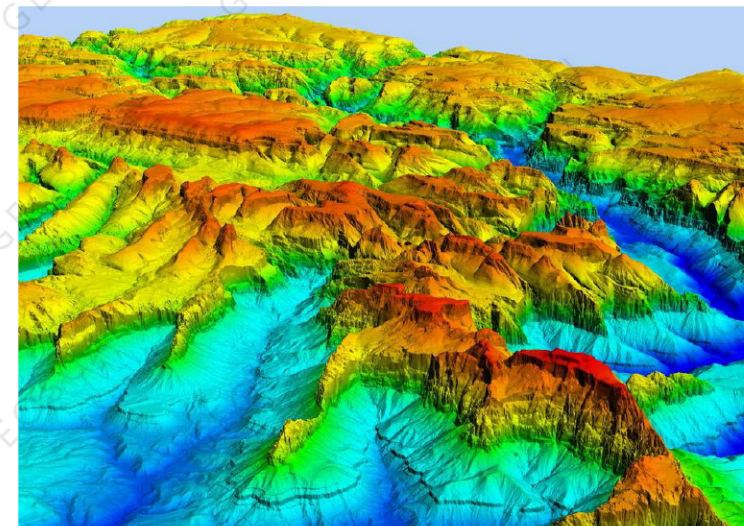
Сравнение разных способов съемки

Геофизическая съемка с БПЛА особенно эффективна в условиях сложного или непроходимого рельефа (крутых гор, заболоченных площадей, территорий с густой растительностью) и на объектах средних и малых размеров, когда пилотируемая авиация нерентабельна, а наземные измерения дороги.

Параметр	Наземная съемка	Съемка с БПЛА	Пилотируемая авиация
Стоимость работ	Высокая	Низкая	Средняя
Точность (детализация)	Высокая, но есть подверженность шуму	Высокая, повышенная степень точности	Высокая, но менее детальная
Производительность (км/день)	До 12–15	До 330	До 800–1000
Подготовка к работам	Сложная	Средняя	Сложная, дорогая
Вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором	Высокая	Низкая	Средняя, риск для жизни экипажа



Технология аэромагнитной съемки с БПЛА



Съемка с БПЛА, оснащенного квантовым магнитометром

- Полет в автоматическом режиме
- Возможность полета на малой высоте с огибанием рельефа
- Исключение влияния собственных магнитных полей

Автоматическая визуализация данных

- Геопривязка данных и интерполяция на трехмерную равномерную сетку
- Полевой анализ данных
- Возможность разбить данные на отдельные маршруты

Обработка, анализ и интерпретация

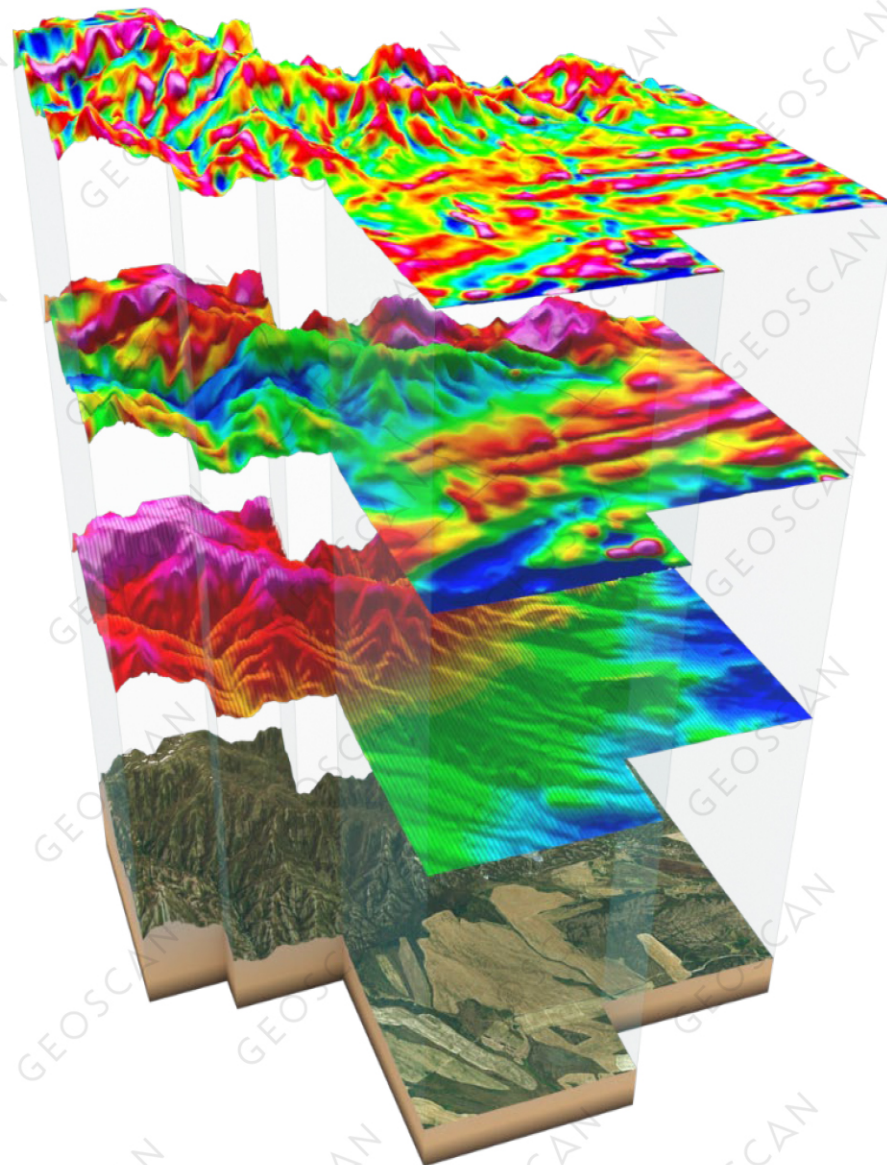
- Учет данных с магнитных вариационных станций
- Построение карт магнитного поля с изолиниями
- Экспорт результатов в форматах: *.gdb, *.grd, *.txt и др.

Этапы

Результат

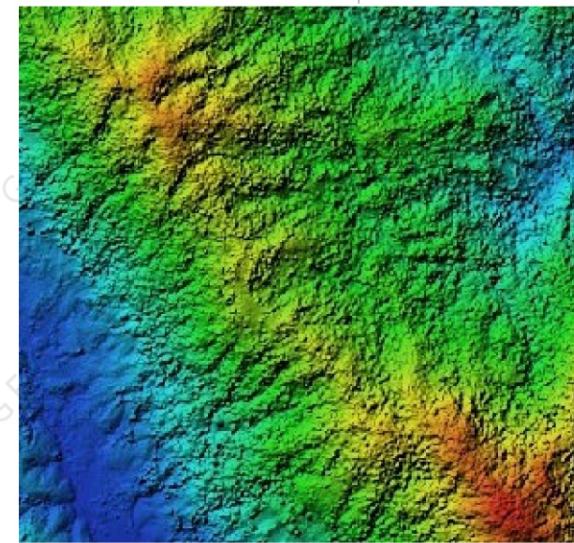
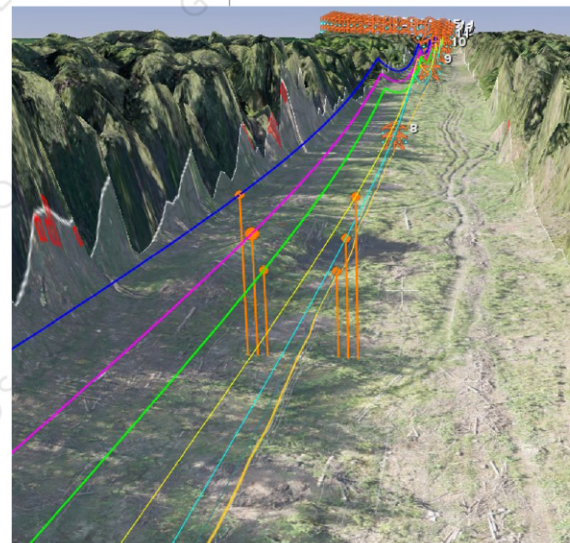
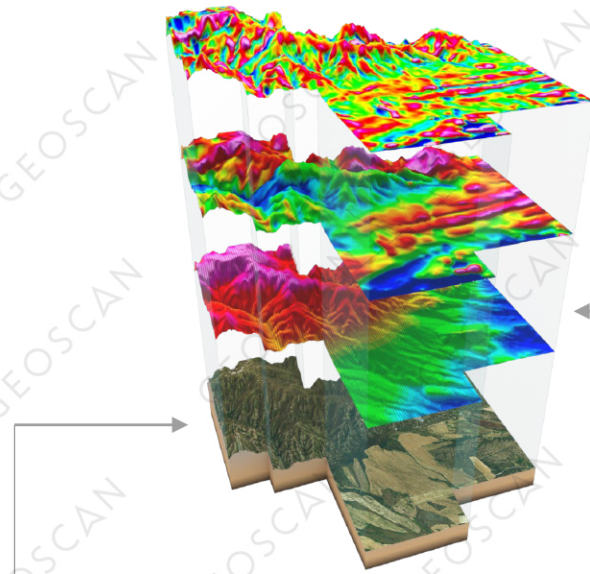
1. Аэрофотосъемка местности
2. Построение карты высот
3. Выявление аномалий магнитного поля
4. Вычисление вертикального градиента магнитного поля

Начало работ



Аэрофотосъемка и построение карты высот в Agisoft Metashape

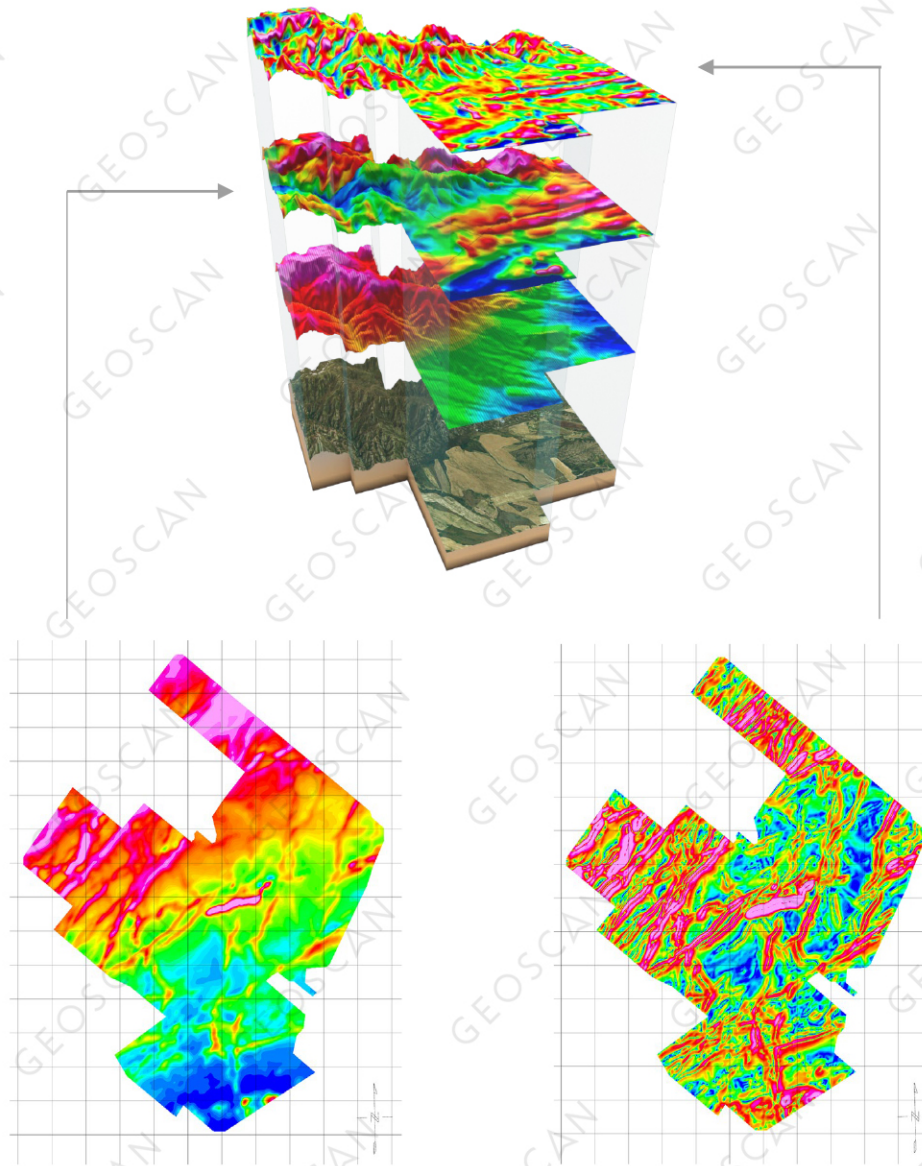
1. Аэрофотосъемка местности проводится для визуального просмотра физических препятствий на участке (ЛЭП, вышек связи, горных склонов и так далее).
2. Построение карты высот, отражающей особенности рельефа местности, позволяет проводить полет на безопасной высоте. Она создается в **Agisoft Metashape**, программе для профессиональной фотограмметрии.



Построение карты аномального магнитного поля и вертикального градиента

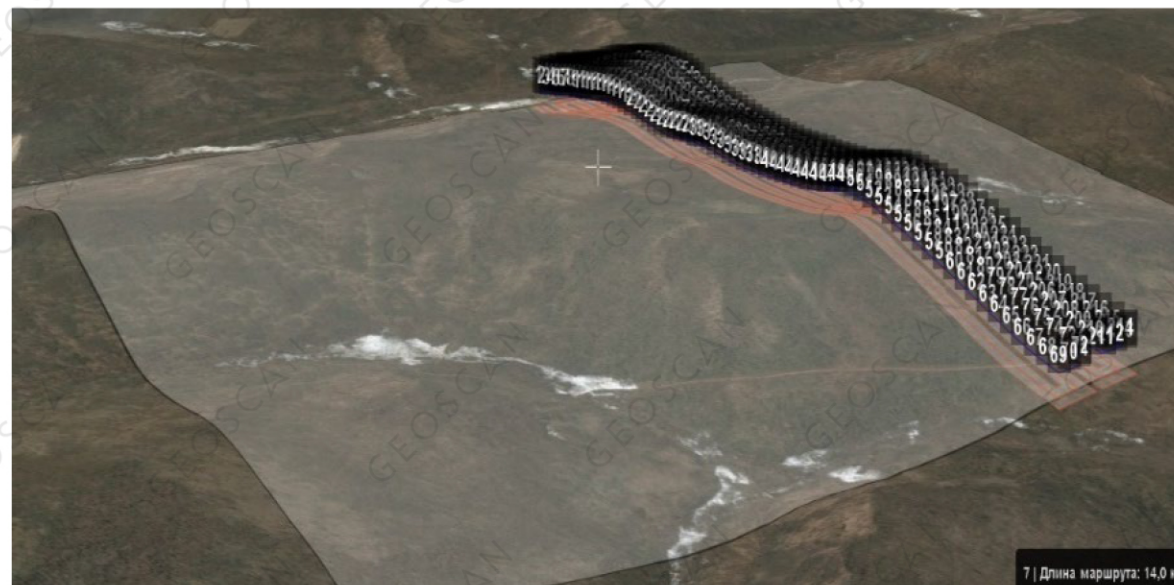
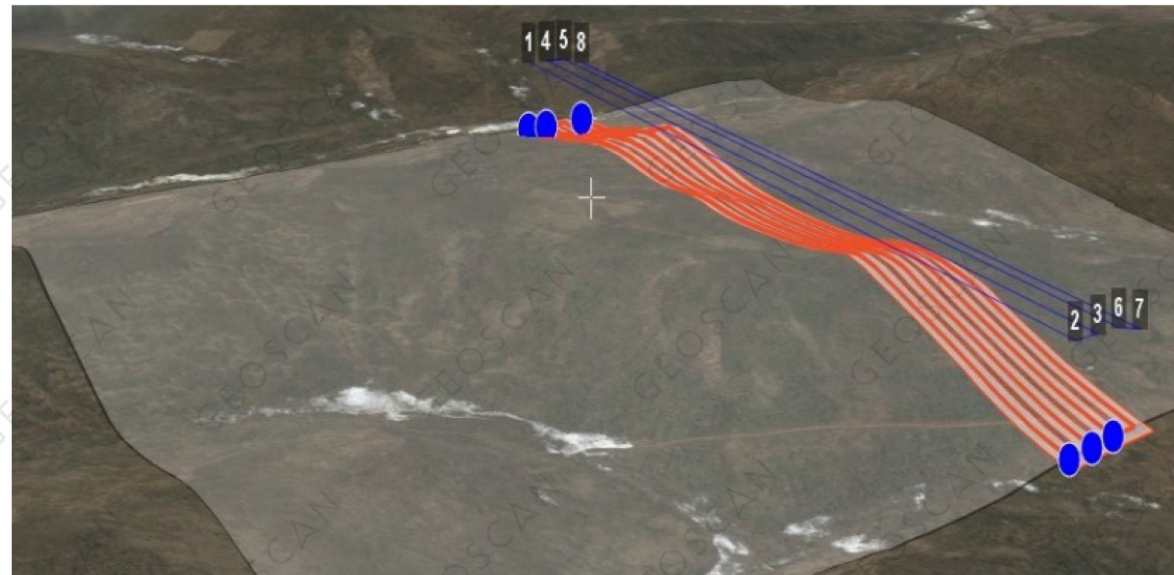
3. Выявление аномалий магнитного поля помогает найти отклонения величин элементов земного магнетизма от нормальных значений.

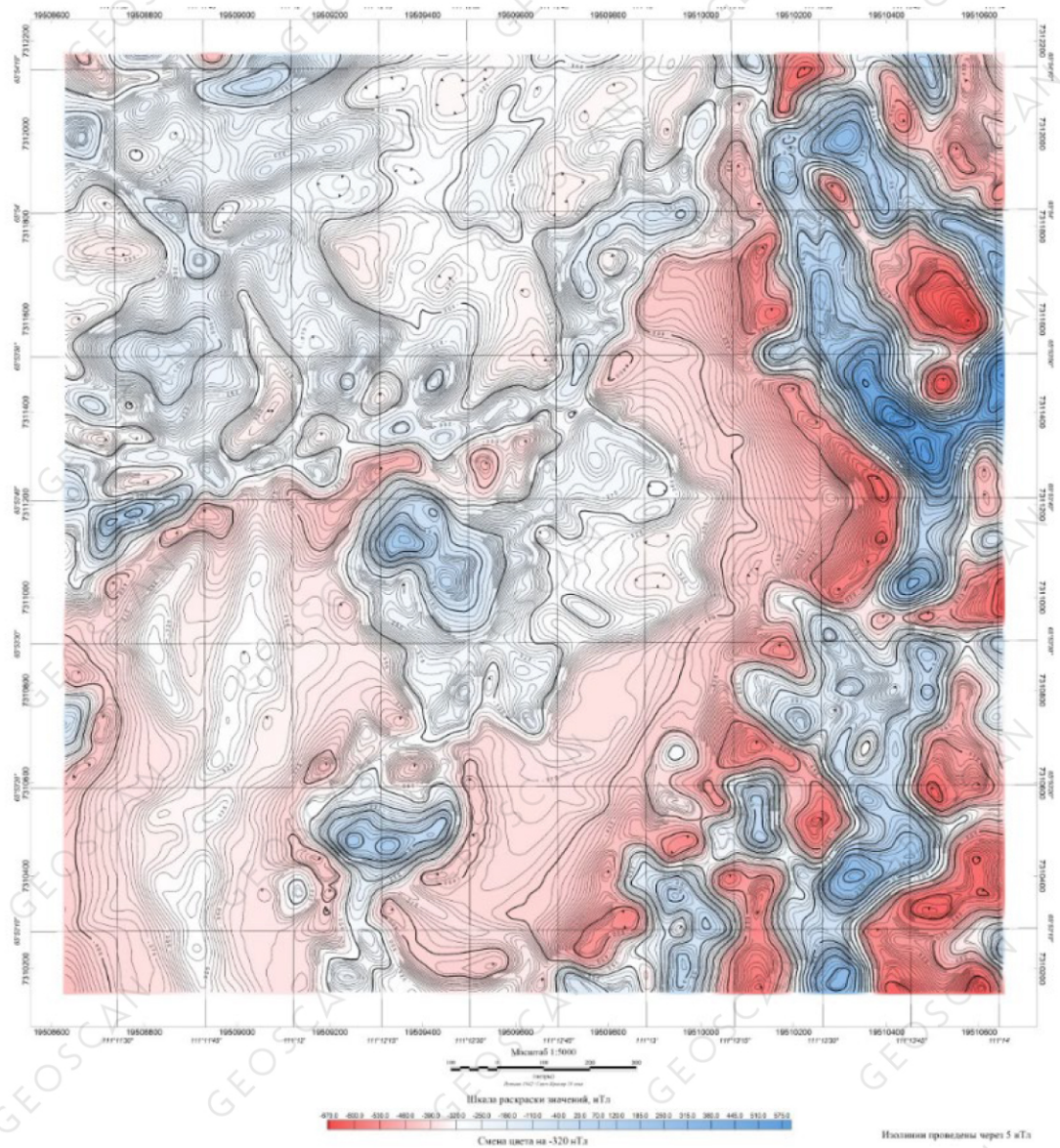
4. Вычисление вертикального градиента магнитного поля позволяет контрастно подчеркнуть магнитные объекты, находящиеся вблизи поверхности, а также выделить структурные особенности поля, связанные с тектоническими нарушениями.



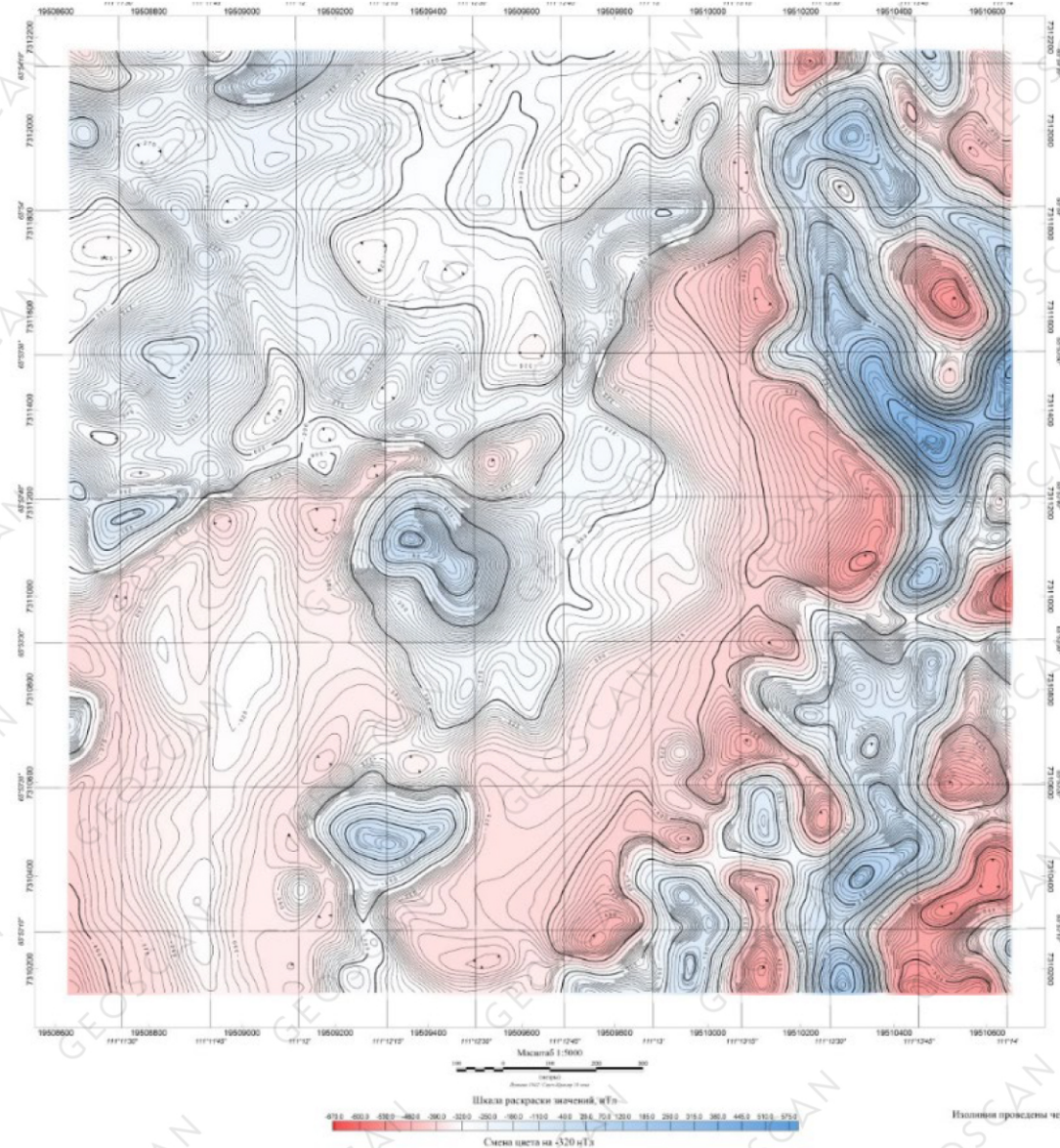
Geoscan Planner для магниторазведки с БПЛА

Программное обеспечение Geoscan Planner является основой наземной станции управления беспилотными воздушными судами производства Геоскана. Программа позволяет разбивать профиль съемки на вершины, благодаря чему комплекс «Геоскан 401 Геофизика» выполняет полет с детальным огибанием рельефа.



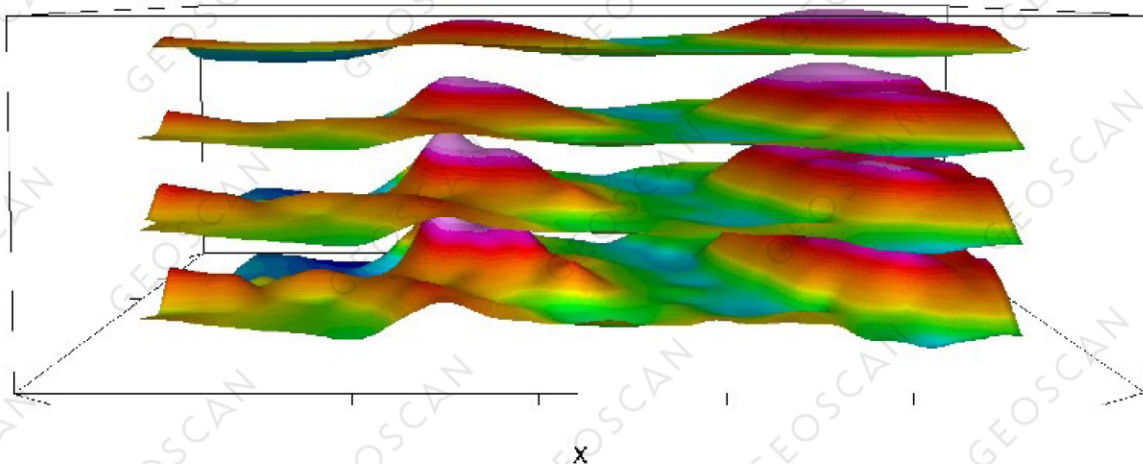
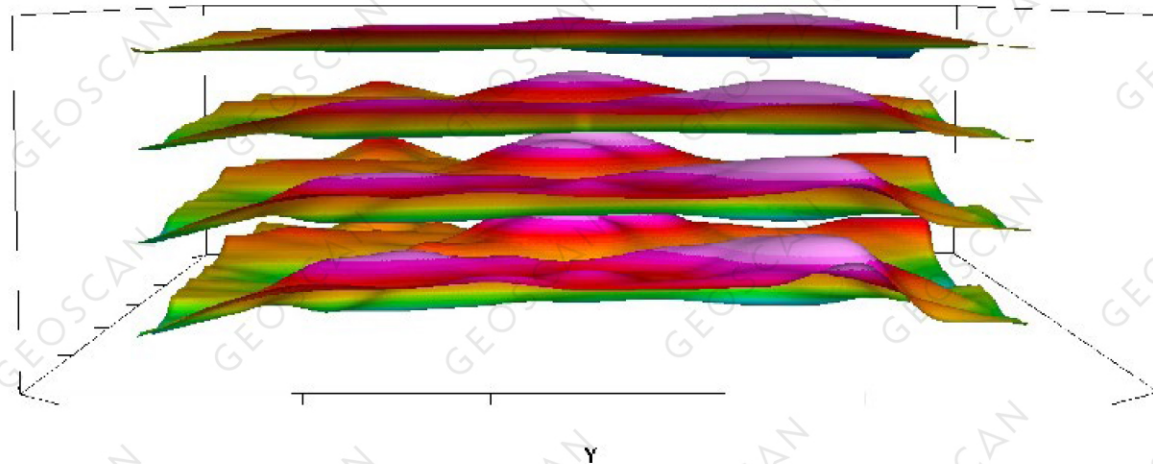
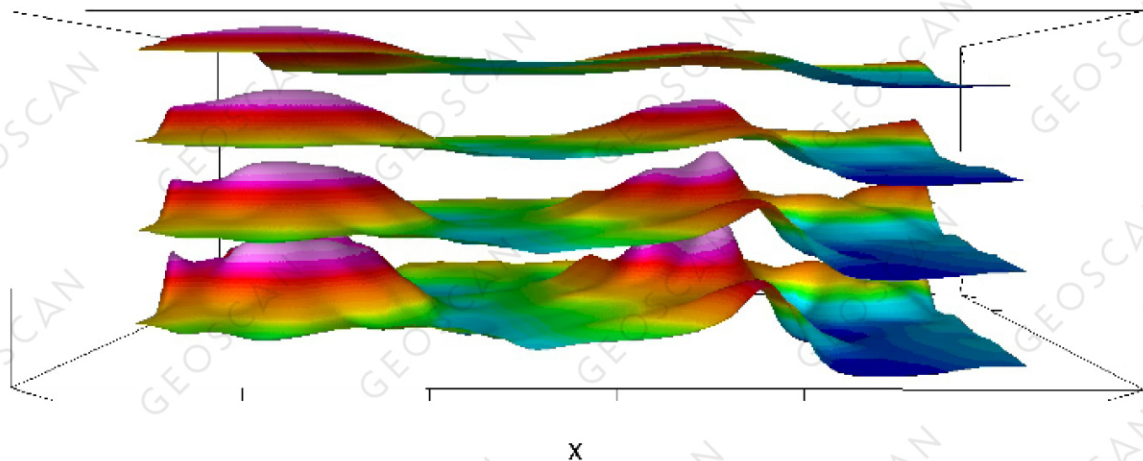
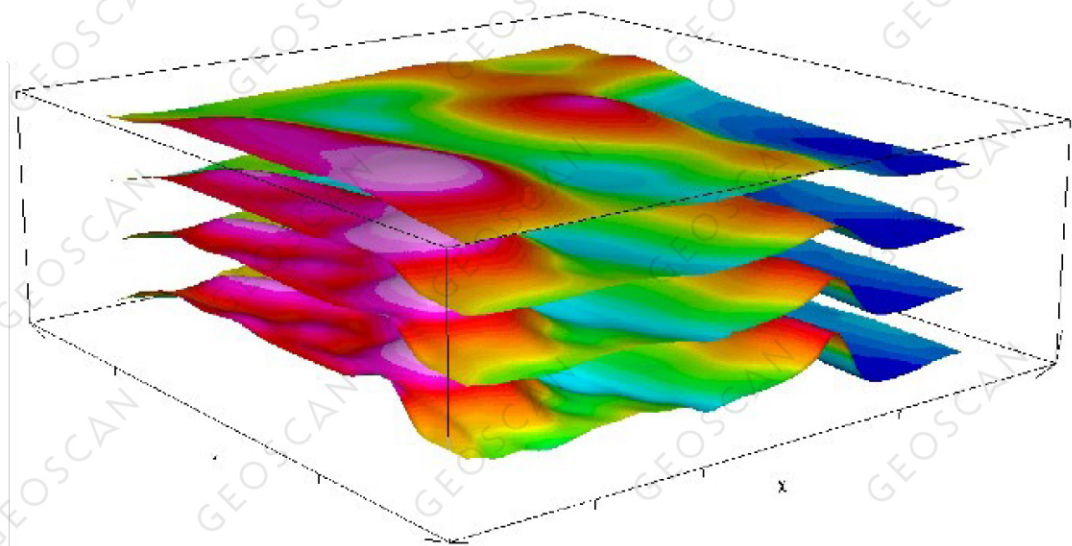


Высота полета 30 м



Высота полета 50 м

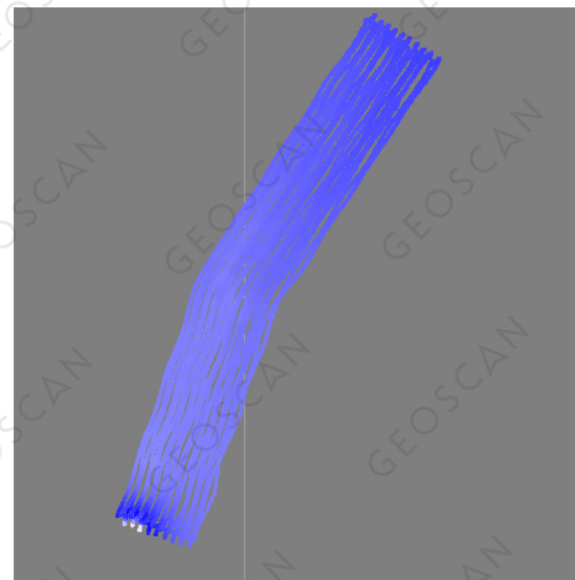
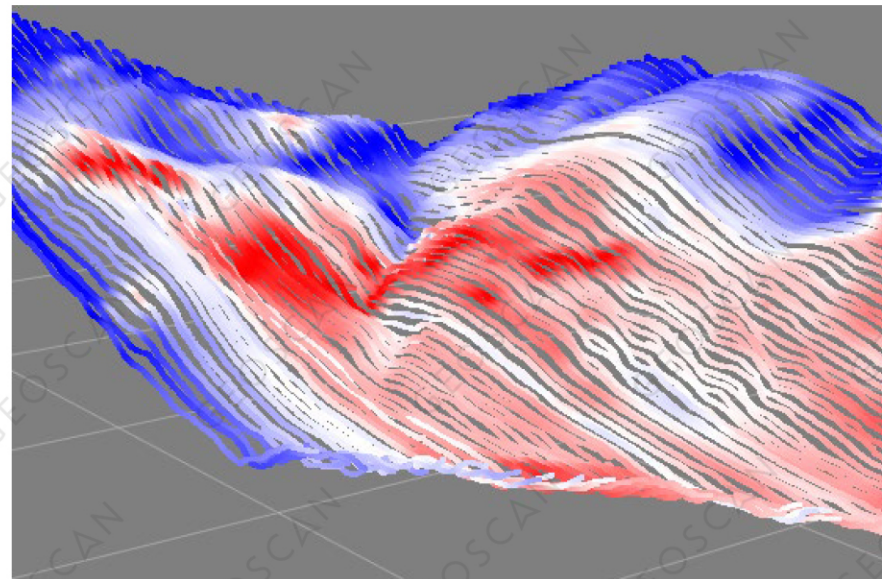
Пример разновысотной магнитной съемки



Контроль сырых данных в программе QMCenter

Программа QMCenter — эффективный инструмент визуализации и анализа разнородных пространственных данных. Предоставляет гибкий набор инструментов для решения различных задач в полноценном трехмерном окружении при аэромагнитной съемке.

- Полевой контроль получаемых данных телеметрии и магнитной съемки.
- Функция обрезания ненужных данных: подлетов, отлетов.
- Возможность разбиения массива данных на отдельные профили.



Эффективность работы Геоскана 401 Геофизика

- Максимальная крейсерская скорость выполнения магнитной съемки: 36 км/ч.
- Минимальная относительная безопасная высота полета зависит от ландшафтных условий участка и начинается от 1 м, а максимальная может достигать до 4000 м над уровнем моря.
- Продолжительность одного вылета (от взлета до посадки) определяется емкостью аккумулятора электропитания БПЛА и массой полезной нагрузки и составляет до 45 минут. За это время может быть выполнено 22 пог. км аэромагнитной съемки (с учетом подлета и отлета).
- За один съемочный день, периодически заменяя батарею, можно выполнить до 330 пог. км съемочных маршрутов.



Гамма-спектрометрическая съемка

Помимо аэромагнитной съемки Геоскан 401 позволяет провести гамма-спектрометрическую съемку, с помощью которой можно выявить содержание радиоактивных элементов в приповерхностном слое горных пород и почв и на основе полученных данных составить карты содержания калия, урана и тория, вторичной радиогеохимической зональности и мощности экспозиционной дозы.

Детектор	Монокристаллический сцинтиллятор NaI (TI)/CsI (TI)
Энергетическое разрешение	около 7,5/8,5 %
Энергетический диапазон	от 30 кэВ до 3 МэВ
Потребляемая мощность	1 Вт
Питание	5 В
Диапазон рабочих температур	-20 ... +50 °С
Масса	2,6/2,8 кг



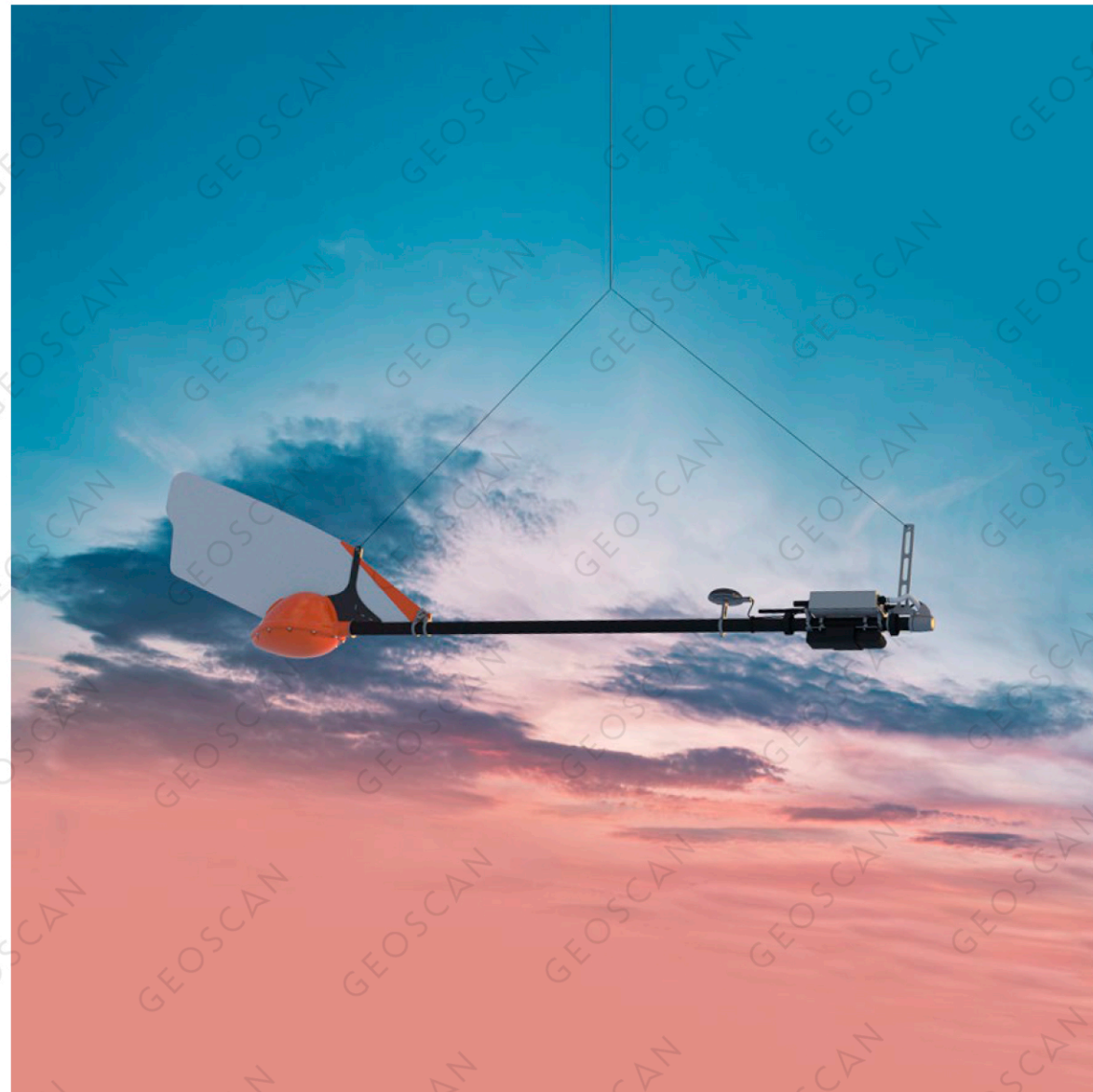
Геоскан 401 Гамма с гамма-спектрометром GS-1



Высокочувствительный гамма-спектрометр GS-1

Достижения в геологоразведке с БПЛА за 2022 год

- Выполнено более двадцати проектов в регионах России (Хабаровском и Красноярском краях, Хакасии, Якутии, Карелии, Иркутской, Оренбургской и Мурманской областях) и за рубежом (в Узбекистане, Казахстане, Кыргызстане и Мали).
- Рекорд по количеству выполненных погонных километров за подход: 440 пог. км.
- Рекорд по абсолютным высотам полетов беспилотного воздушного судна с геофизическим оборудованием: до 4000 м над уровнем моря.
- В рамках проектов компании протяженность полетных маршрутов превысила 40 000 пог. км.
- Помимо услуг по магниторазведке заказчикам было передано семь комплексов «Геоскан 401 Геофизика» и большое количество магнитометров GeoShark.



Работы в 2021–2022



2021 г. — 37 400 пог. км

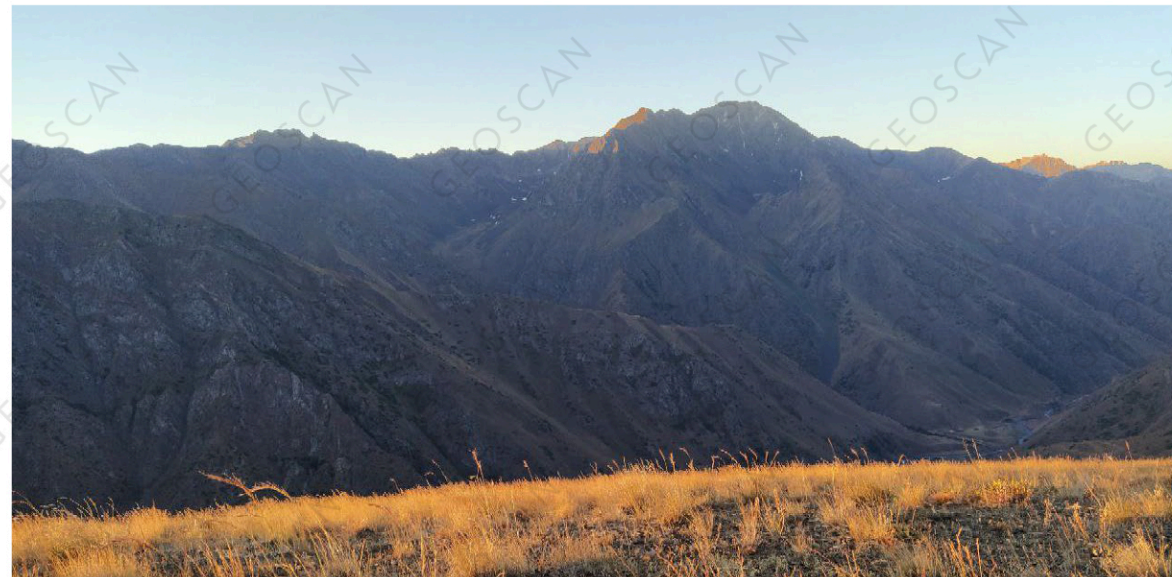
Первое полугодие 2022 г. — 28 700 пог. км

Геофизические работы в Кыргызстане

Геоскан осуществил аэромагнитную и аэрогамма-спектрометрическую съемки в горной местности Кыргызстана для одной из золотодобывающих компаний при помощи комплексов «Геоскан 401 Геофизика» с магнитометром и «Геоскан 401 Гамма» с гамма-спектрометром на борту.

Несмотря на большие высоты и непредсказуемую карту ветров, беспилотные комплексы отработали в штатном режиме.

- Отснято 75 км² территории в горной местности.
- Абсолютные высотные отметки до 4000 метров.
- Превышения до 1700 метров.



Аэромагнитная съемка в Верхоянском улусе (Якутия)

По заказу крупной горнорудной компании Геоскан выполнил магнитную съемку общей протяженностью маршрутов около 2200 пог. км.

На обследование двух лицензионных участков ушел месяц: сложные погодные условия не позволяли полноценно работать каждый день. В среднем за сутки выполнялось около 100 пог. км, а в один из дней удалось сделать 300.

Геоскан сотрудничает с горнодобывающими компаниями в этом регионе с 2018 года и за это время провел исследование 14 объектов.



Магниторазведка в Мурманской области

Магниторазведка, проведенная специалистами Геоскана в Мурманской области, была направлена на поиск железистых кварцитов и выполнялась с помощью комплекса «Геоскан 401 Геофизика». Объем съемки составил 658 пог. км, а срок выполнения работ — четыре летных дня, между которыми были незначительные перерывы из-за плохой погоды.





Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 22, литера
Л Москва, Колпачный переулок, д. 6, строение 3

8 800 333-84-77, +7 812 363-33-87

info@geoscan.aero

geoscan.aero

Дмитрий Гоглев

Руководитель проекта

«Аэромагнитная съемка с БПЛА»

d.goglev@geoscan.aero

GEOSCAN