

РУБРИКА: ИНЖЕНЕРНАЯ И РУДНАЯ ГЕОФИЗИКА

Оптимизация комплекса геофизических исследований при выполнении прогнозно-минерагенических работ на уран на примере Муясинской площади

Е.Ю. Воргачева, Д.А.Прохоров, А.К.Ржевская., А.С.Мильгунов (ФГБУ «ВИМС»), Е.В.Мойланен, Г.А. Подмогов Ю.Г. (ООО «Геотехнологии»)

Аннотация

Статья посвящена прогнозно-минерагеническим работам на уран на Мусынской площади, выполненным в течение 2022-2024 гг. силами ФГБУ «ВИМС» и ООО «Геотехнологии».

Ключевые слова

Уран, палеодолина, гранитоиды, радиогеохимическая специализация, аэрогеофизическая съемка, магниторазведка, электроразведка в частотной и временной области, спектрометрия.

Статья посвящена прогнозно-минерагеническим работам на уран на Мусынской площади, выполненным в течение 2022-2024 гг. силами ФГБУ «ВИМС» и ООО «Геотехнологии».

E.Y.Vorgachev, D.A.Prokhorov, A.K.Rzevskaia, A.S.Mul'gunov, (FSBI "VIMS"), E.V.Moylanen, Yu.G. Podmogov (LLC "Geotechnologies")

Abstract

This article analyzes forecast - mineragenic studies for uranium at the Muyasyn site. This work was carried out during 2022-2024 by FSBI "VIMS" and LLC "Geotechnologies"

Key words

Uranium, paleovalley, granitoids, radio-geochemical features, airborne geophysical survey, magnetic survey, electrical survey time domain and frequency domain, spectrometry/

Введение

Обеспеченность промышленности страны урановым сырьем остается актуальной задачей для российской геологии. Поисковый интерес к Муясынской площади был обусловлен ее близостью к известному Хиагдинскому рудному полю, рис.1. Промышленный тип изучаемого уранового оруденения называют «песчаниковым в палеодолинах».

ФГБУ «ВИМС» выполнял прогнозно- минерагенические работы на Муясынской площади в течение 2022-2024гг.

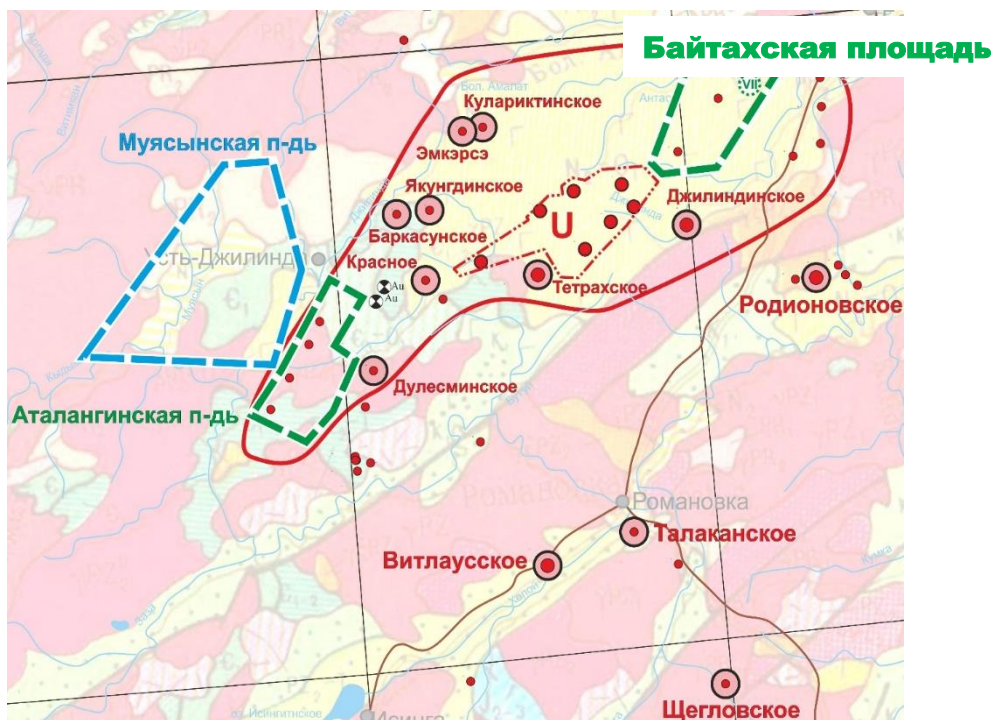


Рисунок 1. Хиагдинское рудное поле и положение Муясынской площади

Методика работ

Хиагдинское рудное поле располагается на площади Амалатского плато базальтов, и является частью крупной области позднепротерозойской складчатой системы. Хиагдинское рудное поле включает 8 месторождений, рис.1.

В геологическом строении Хиагдинское поле определяется наличием двух структурных этажей: нижним кристаллическим фундаментом, представленным метаморфическими и магматическими породами протерозойско-палеозойского возраста, и верхним, сложенным кайнозойскими вулканогенно-осадочными образованиями джилдиндинской свиты, Рис.2. Ураноносными являются короткие боковые притоки Большеамалатской и Аталангинской палеорек. Палеодолины представлены миоценовыми отложениями, погребенными под мощным плато базальтов, Рис.2.

Основные поисковые критерии для данного типа орудения:

- Съемка проводилась беспилотным летательным комплексом SibGis UAS. Полеты проходили на постоянной высоте 55 метров под датчиком магнитометра, с обтеканием рельефа, непрерывно по профилям, ориентированным вкрест простираения изучаемых структур. Скорость полета

БПЛА составляла 8 м/с, магнитометрические измерения выполнялись с частотой 1 Гц. Работы выполнялись в масштабе 1:10 000, объем составил 47 км², Рис.3.

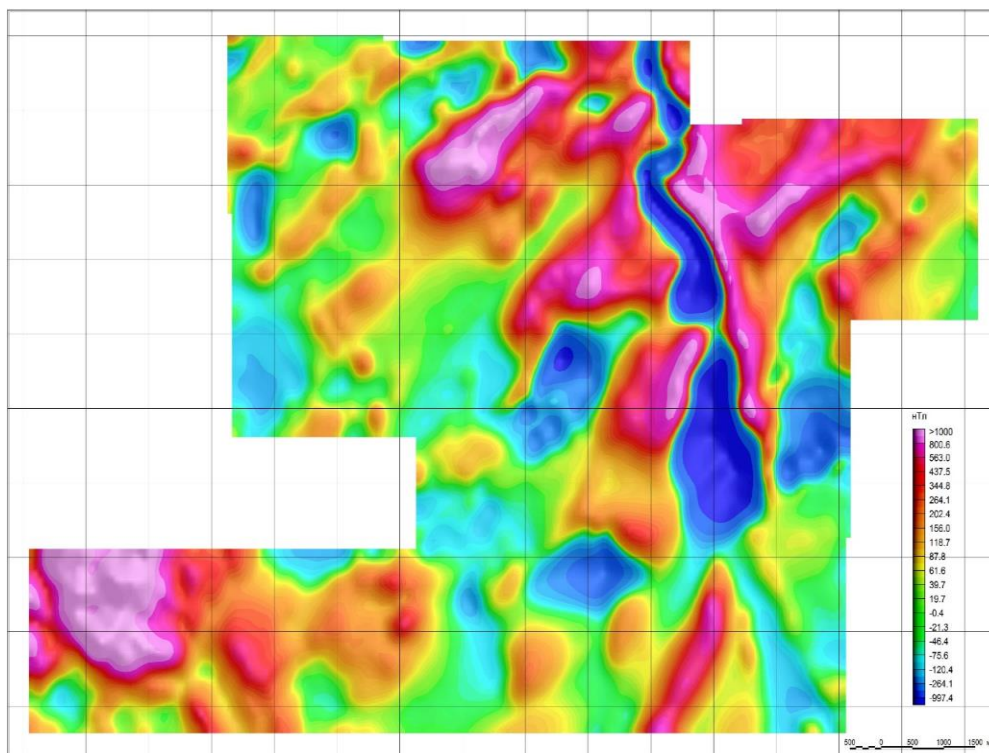


Рисунок 3. Карта аномального магнитного поля, съемка БПЛА, ФГБУ ВИМС, 2022-2024гг

Магнитометрический датчик представляет собой оверхаузеровский магнитометр семейства POS, разработанный специально для применения в составе комплекса SibGIS UAS.

Одновременно с магнитной съемкой велась запись радиометрического канала. В качестве датчика использовался сцинтилляционный детектор радиации Atom Fast (сцинтилляционный детектор: кристалл CsI размером 7x7x100 мм с твердотельным фотоэлектронным умножителем). Радиометр крепился на расстоянии 50 см от носителя (высота полета под датчиком 59,5 м), Рис.4.

В местах выхода неогеновых отложений на дневную поверхность проходились шпуры глубиной до 8 м, всего пройдено 20 шпуров, Рис.7. Вскрыты зеленоцветные и сероцветные породы, так и окисленные желтые, которые свидетельствуют о перспективности участков.

По результатам гамма-съемки откартированы поля радиогеохимически специализированных на уран гранитоидов. Радиометрические аномалии заверены маршрутами, отобраны образцы, которые отвечают преимущественно лейкократовым гранитам. По результатам прецизионных исследований в гранитах была установлена акцессорная урансодержащая минерализация: цирконы, монациты, ториты, а также многокомпонентные фазы. Все урансодержащие минералы метамиктны и характеризуются заметными колебаниями химического состава.

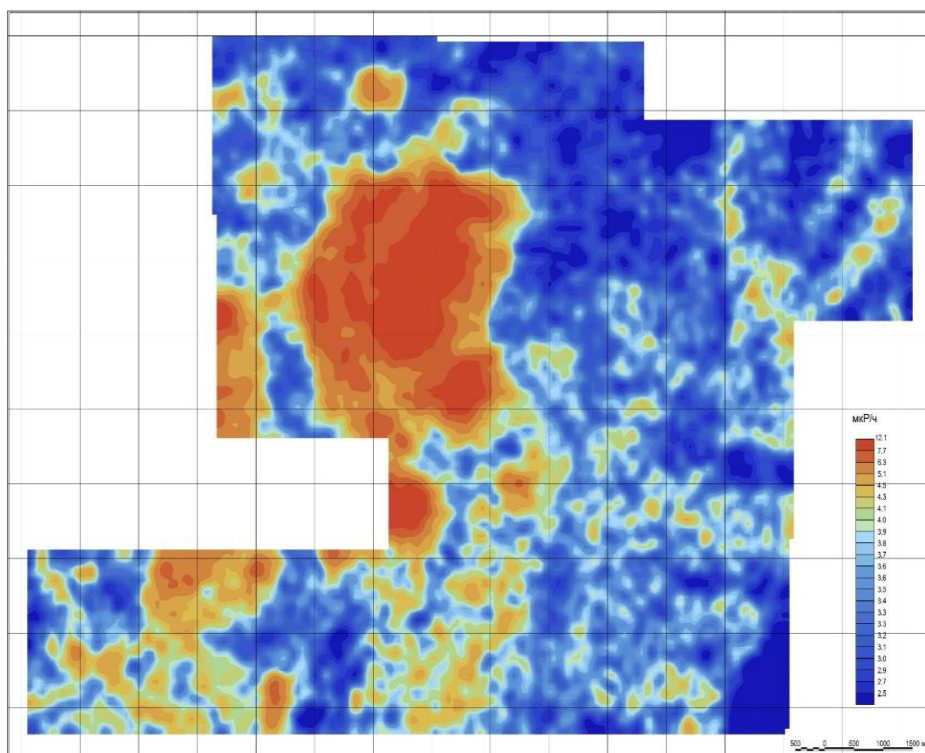


Рисунок 4. Карта гамма-активности, съемка БПЛА, ФГБУ ВИМС, 2022-2024гг.

Таким образом, было доказано наличие на площади работ специализированных на уран гранитоидов и специфические изменения осадочных неогеновых образований.

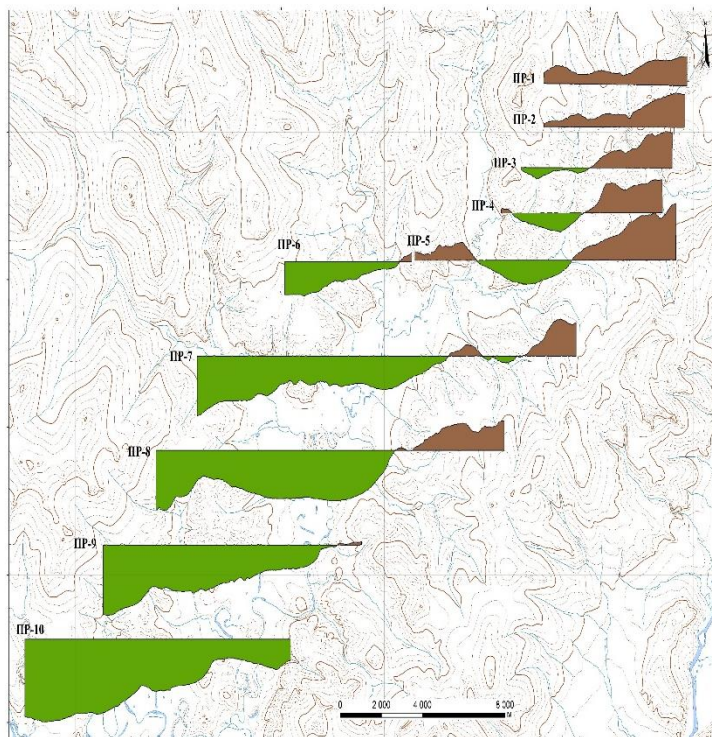


Рисунок 5. Карта графиков гравиметрической съемки, ФГБУ ВИМС, 2022-2024гг.

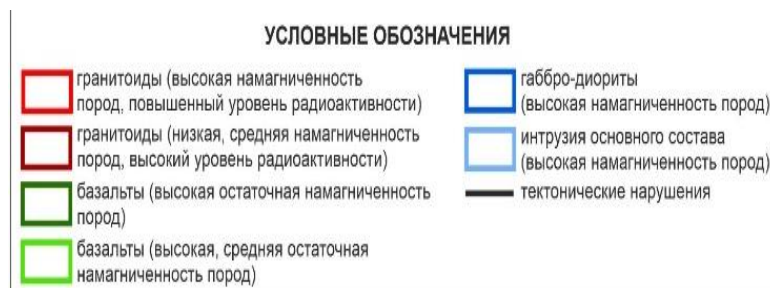
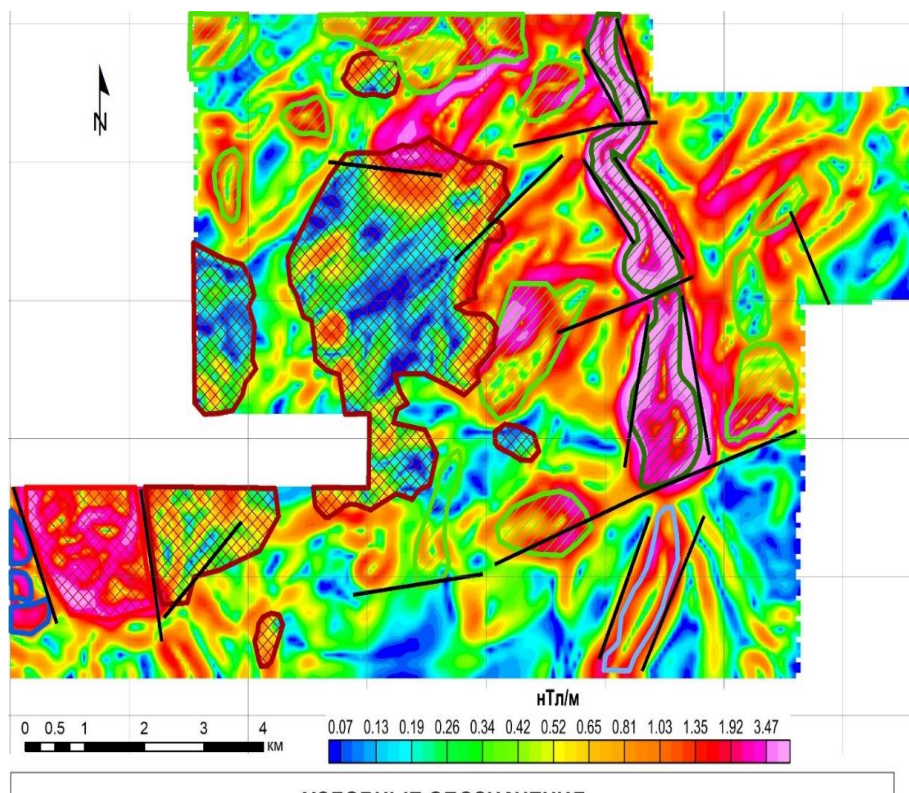
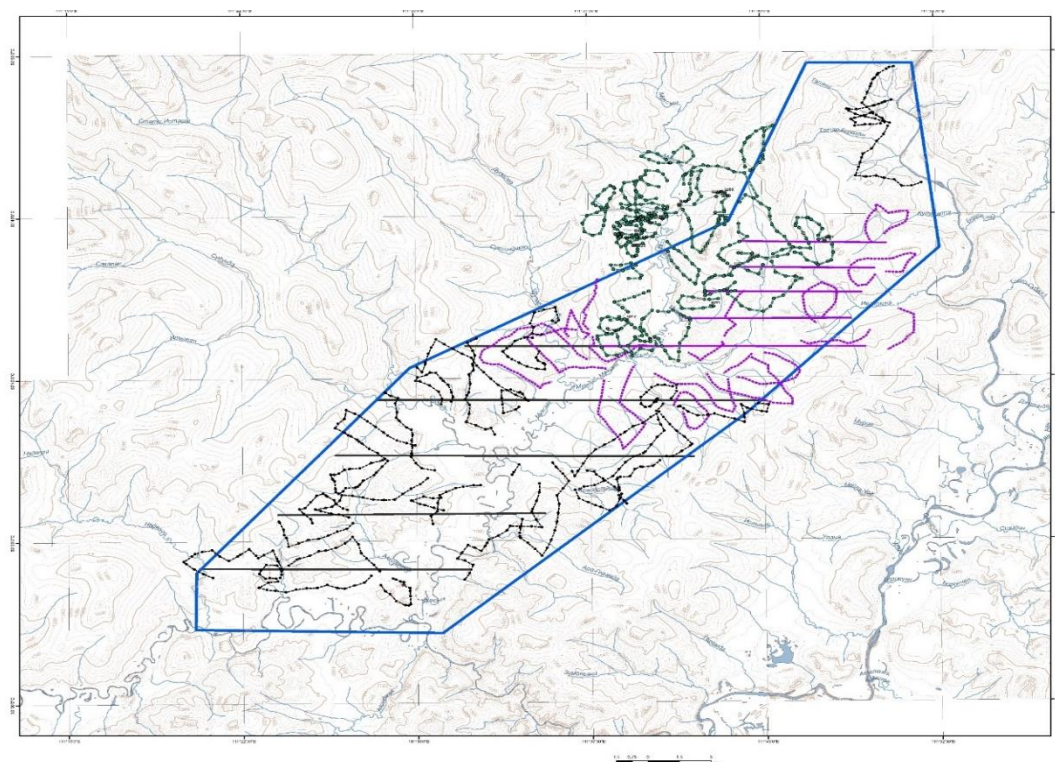


Рисунок 6. Карта полного горизонтального градиента магнитного поля с элементами интерпретации съемки, ФГБУ ВИМС, 2022-2024гг.

Далее встал вопрос о детальном картировании Муясынской долины и возможных притоков палеореки. Для этой цели был выбран комплекс аэрогеофизических исследований, включающий: аэромагнитную, аэрогамма-спектрометрическую съемки и аэроэлектроразведочные работы с представлением результатов зондирования одновременно во временной (по методу переходных процессов) и в частотной (многочастотное дипольное индуктивное профилирование) форме с применением системы «Экватор».

Выбор комбинированной системы электроразведочных измерений был обусловлен необходимостью получения геоэлектрических разрезов максимального возможного разрешения. Съемку выполнило ООО «Геотехнологии» в полевой сезон 2024г.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  Контур комплексных аэрогеофизических работ масштаба 1:10 000
-  Профили гравиметрических и биогеохимических работ
-  Геолого-радиометрические маршруты
-  Реки
-  Озера
-  Горизонтали
-  Основная утолщенные
-  Основные
-  Дополнительные (полугоризонтали)

Рисунок 7. Карта фактических материалов

Основными задачами комплексной аэрогеофизической съемки являлись:

- - детальное картирование границ основной (стволовой) палеодолины реки Муясын;
- - картирование палеопритоков II – III порядков,
- - картирование и классификация интрузивных образований по комплексу признаков.

Контур палеодолины в качестве контура распространения низкоомных рыхлых отложений джиллиндской свиты N_{1dz} откартирован по распределению интегральных сопротивлений для интервала глубин 0-30 м (частотный канал 15 КГц), рис.8.

Палеодолины II порядка уверенно картируются по латеральным распределениям сопротивлений / проводимостей и по псевдоразрезам сопротивлений (алгоритм Resistivity Deep Image), рис.9. На сечениях, построенных с применением 1-D инверсии, палеодолины II порядка слабоконтрастны, рис.9.

В результате комплексного анализа радиогеохимических (Рис.12) магнитных (Рис.10) и электрических характеристик (Рис.8) были построены карты классов с учетом чехла неоген-четвертичных образований (Рис.10) и со снятым неоген-четвертичным чехлом.

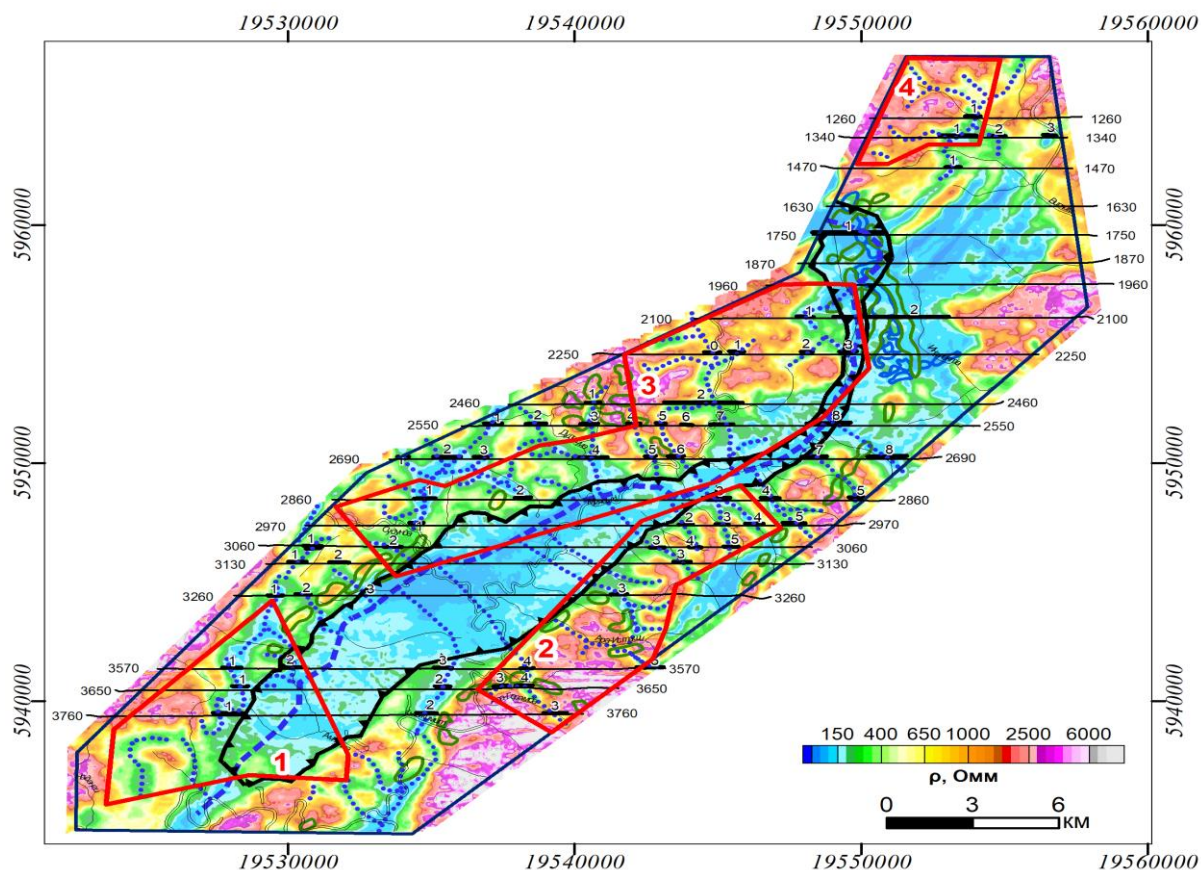


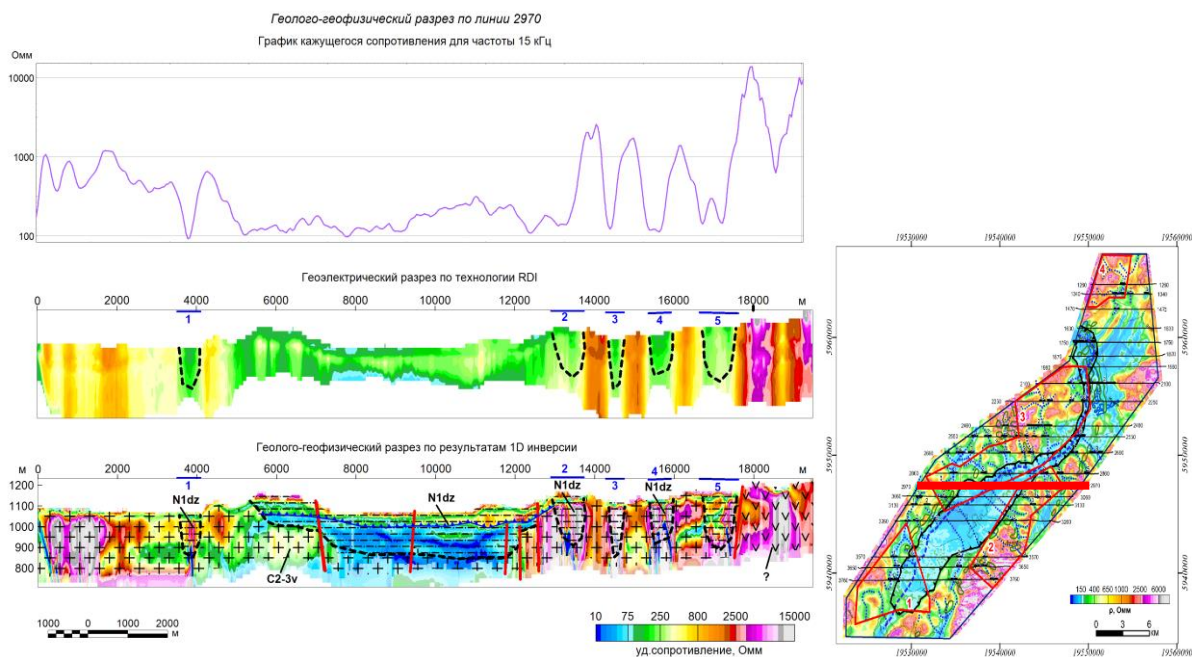
Рисунок 8. Карта интегральных сопротивлений для интервала 0-350 м, с интерпретационной нагрузкой

Также, были выделены 4 перспективных для поисковых работ участка, которые показаны на рисунках 8, 10, 12.

Таким образом, основными результатами комплексной аэрогеофизической съемки можно считать:

- 1. Детальное картирование главной (стволовой) палеодолины р. Муясын, и сопровождающих ее многочисленных палеодолин второго порядка, перспективных на обнаружение рудопроявлений урана.
- 2. Уточнение пространственного положения геологических границ под чехлом неоген-четвертичных отложений.
- 3. Классификацию гранитоидов Витимканского интрузивного комплекса по их радиогеохимическим, электрическим и магнитным характеристикам.
- 4. Определение границы распространения многолетнемерзлых пород (ММП) в пределах развития палеодолин.
- 5. Определение границы кровли гранитного массива и чехла рыхлых отложений.

- 6. Выделение первоочередных участков (4 участка) для поисковых работ следующей стадии (геохимические исследования и поисковое бурение) для обнаружения урановых руд.



- | | |
|---|--|
|  | Первоочередные участки и их номера |
|  | Линии геолого-геофизических разрезов и их номера |
|  | Контур главной палеодолины р. Муясын |
|  | Предполагаемая ось палеотальвега главной долины р. Муясын |
|  | Предполагаемые оси тальвегов палеодолин второго порядка |
|  | Проекция контура палеодолины второго порядка на разрез и её номер |
|  | Отрицательно намагниченные дайки пород основного состава, близкие к дневной поверхности. |
|  | Положительно намагниченные дайки пород основного состава, не выходящие на дневную поверхность. |

Рисунок 9. Пример геоэлектрического разреза

В итоге прогнозно- минерагических работ были выявлены:

- поля распространения радиогеохимически специализированных пород фундамента;
- области развития потенциально рудовмещающих осадочных отложений;
- положение осевых частей предполагаемой палеоречной сети;
- участки перспективные на выявление оруденение «палеодолинного» типа.

Выводы

Основным результатом работ явилась подготовка пакета обоснования поисковых работ на Муясынской площади, контур проектной поисковой площади показан на Рис.13.

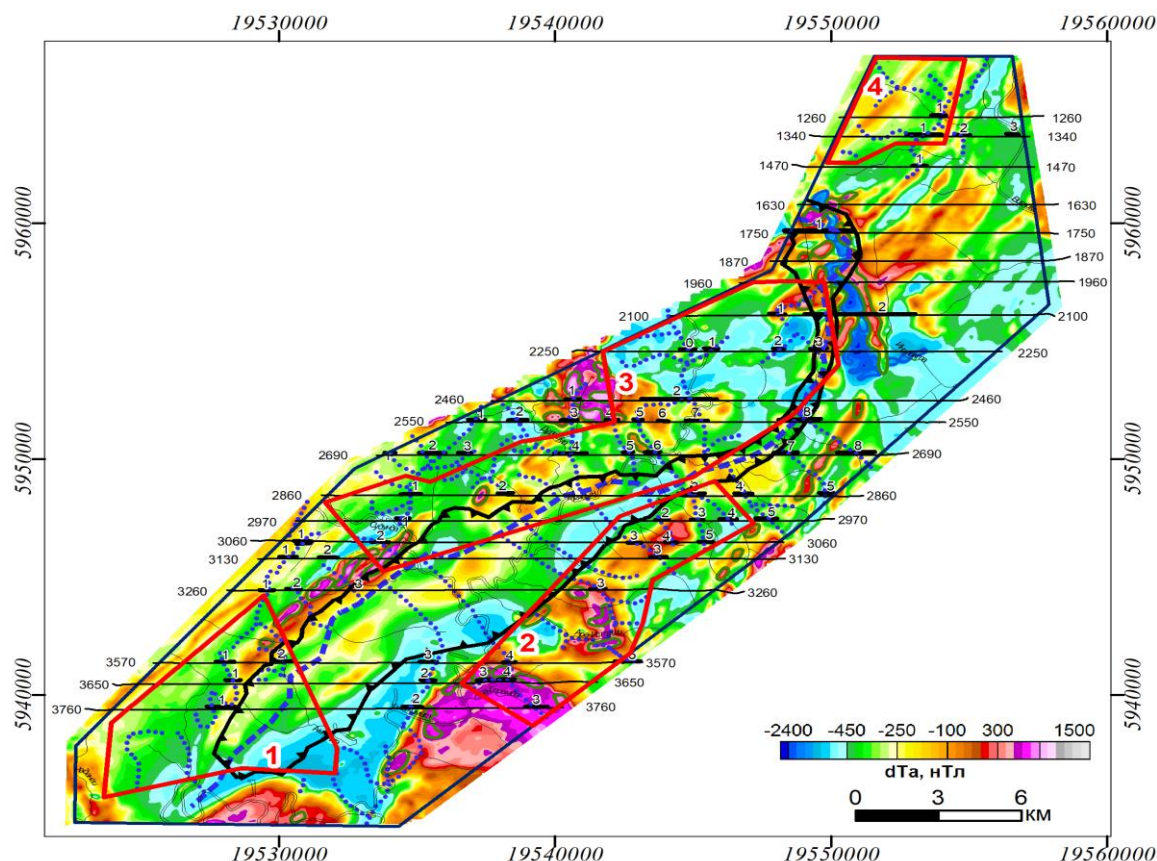


Рисунок 10. Карта аномального магнитного поля с интерпретационной нагрузкой, ООО «Геотехнологии»

На стадии прогнозной оценки территории оптимальным является применение картировочных методов геофизики - магнитной съемки, радиометрии. При решении задач детального картирования незаменимы комплексные аэрогеофизические работы, включающие современные электроразведочные измерения, с последующие наземной детализацией при необходимости.

Благодарности (на ваше усмотрение)

Выражаем благодарности коллегам из АО «Урангео» и АО «ГНПП «Аэрогеофизика» за плодотворное сотрудничество.

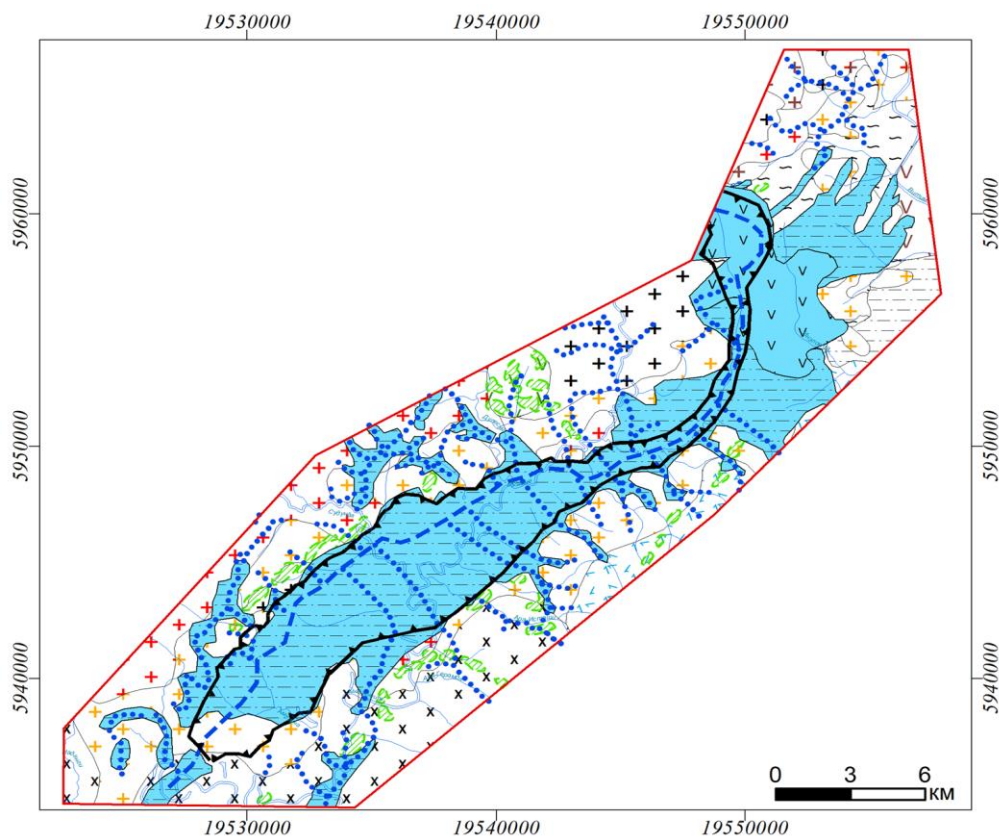


Рисунок 11. Карта классов геологических образований по геофизическим данным с учетом чехла неоген-четвертичных отложений.

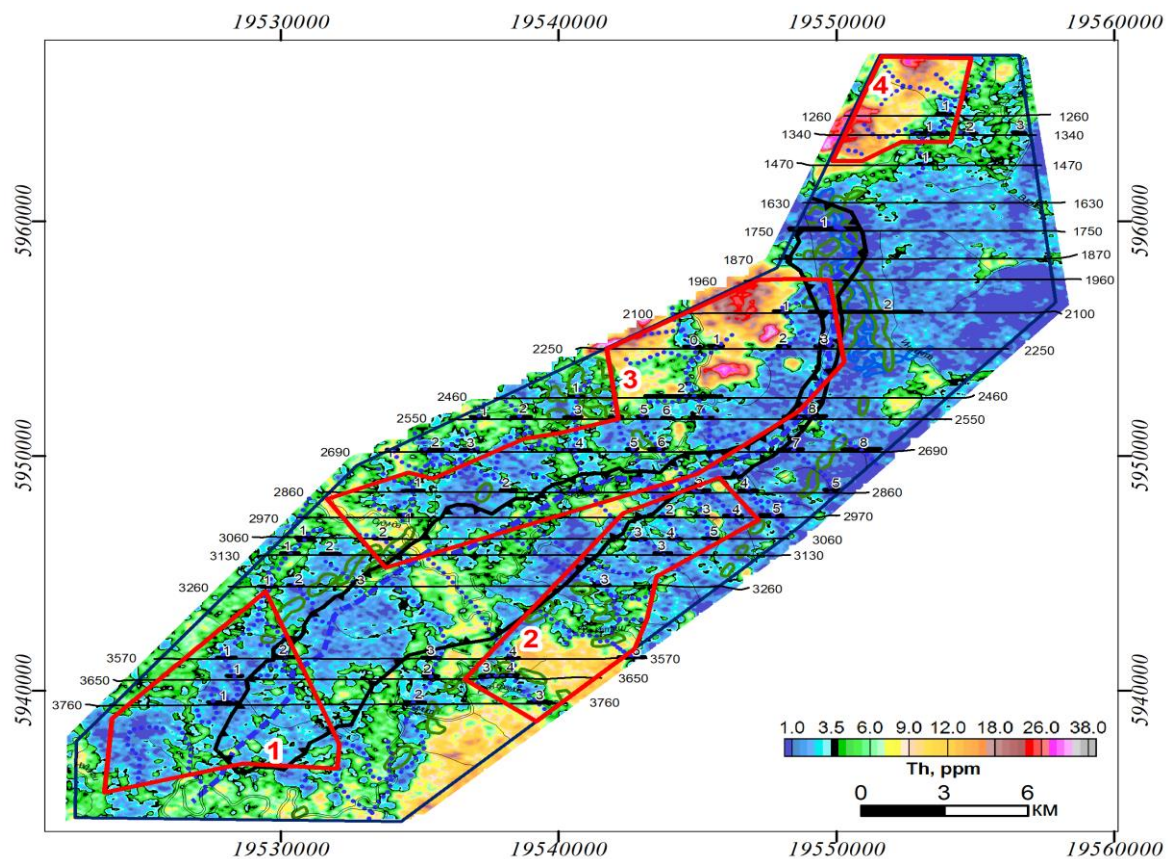


Рисунок 12. Карта концентраций тория с интерпретационной нагрузкой

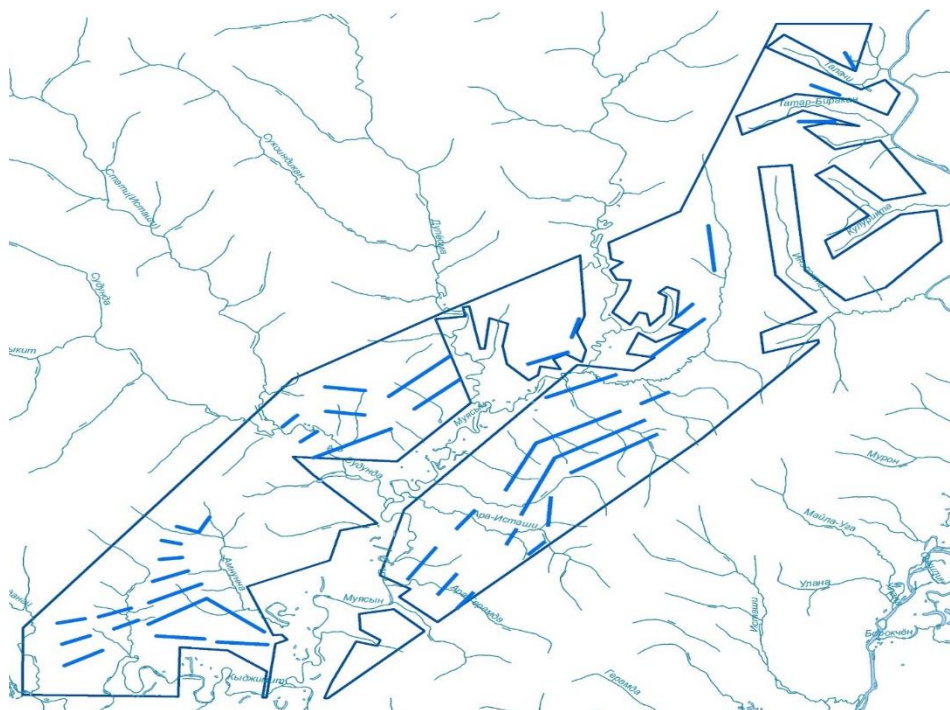


Рисунок 13. Карта планируемых поисковых работ на Муясынской площади

Список литературы

1. «Уран российских недр», под ред. Г.А. Машковцева, ФГБУ ВИМС, 2010г.
2. Методическим рекомендациям по выполнению маловысотной аэромагнитной съемки» (Роснедра, 2018).
3. Отчет по теме «Комплексная аэрогеофизическая съемка масштаба 1:50 000 Витимского горнорудного района», авторы ЛАВРОВА Т.Ю., ТРУСОВ А.А., АО «ГНПП «Аэрогеофизика», 2010г.
4. Отчет по теме «Поиски месторождений урана, пригодных для отработки способом ПВ, в бассейне палеоАмалата Витимского урановорудного района (Республика Бурятия)», Дзядок С.В

References

1. «Uranium of Russian subsoil», red. G.A. Mashkovtcev, FGBU VIMS, 2010г.
2. “Methodical recommendations for aeromagnetic survey on UAV”, (“Rosnedra”) , 2018).
3. Report by theme “Compex aerogeophysical survey 1:50 000 Vitim ore region”, Lavrova T.Yu., Trusov A.A., “GNPP” Aerogeophysika”, 2010 y.
4. Report by theme “Geological prospecting of uranium deposits for in-situ leaching in the paleoAmalat basin, Vitim uranium ore region (Buryut Republic”, Dzyadok S.V., 2010y.