

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра Геофизики

Нуржанов Жаркын Нуржанович

Сарсенгалиев Аскар Маратович

«Комплексные геофизические работы с целью поиска золоторудного  
месторождения Северного Казахстана»

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

Специальность 5В070600 – «Геология и разведка месторождений полезных  
ископаемых»

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра Геофизики

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**

Заведующий кафедрой  
Геофизики доктор геолого –  
минералогических наук,  
профессор



Абетов. А. Е

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: “Комплексные геофизические работы с целью поиска  
золоторудного месторождения Северного Казахстана”

по специальности 5В070600 – «Геология и разведка месторождений полезных  
ископаемых»

Выполнили

Нуржанов Жаркын

Сарсенгалиев Аскар

Научный руководитель  
Доктор PhD



\_\_\_\_\_ Умирова Г.К.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 г.

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра Геофизики

5B070600 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Геофизики доктор геолого –  
минералогических наук,  
профессор

Абетов. А. Е



“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Обучающимися Нуржанов Ж.Н., Сарсенгалиев А.М.

Тема: “Комплексные геофизические работы с целью поиска золоторудного месторождения Северного Казахстана”

Утверждена приказом Ректора Университета №762–б от "27" января 2020 г.

Срок сдачи законченной работы "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2020 г.

Исходные данные к дипломной работе: были отобраны во время прохождения преддипломной практики.

Краткое содержание дипломной работы:

а) общие сведения о месторождении (геолого-геофизическая характеристика месторождения, геолого-геофизическая изученность, тектоника, стратиграфия, интрузивные образования, полезные ископаемые);

б) методика проведения геофизических работ;

в) методика обработки геофизических данных;

г) геологическая интерпретация.

Перечень графического материала: представлены слайды презентации работы.

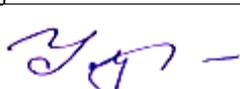
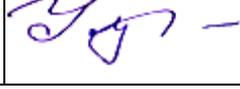
Рекомендуемая основная литература: Даукеев С.Ж. Золоторудный потенциал Казахстана // Минеральные ресурсы Казахстана.

**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Геолого-геофизическая характеристика месторождения.		
Методика проведения геофизических работ		
Методика обработки геофизических данных		
Геологическая интерпретация		

**Подписи**

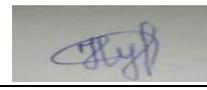
консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геолого-геофизическая характеристика месторождения			
Методика проведения геофизических работ			
Обработка и интерпретация геофизических данных			
Нормоконтролер	М.М.Алиакбар Тьютор		

Научный руководитель

 Умирова Г.К.

Задание приняли к исполнению обучающиеся

 Нуржанов Ж.Н.

Дата

 Сарсенгалиев А.М.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г

## АННОТАЦИЯ

**к дипломной работе «Комплексные геофизические работы с целью поиска золоторудного месторождения Северного Казахстана»**

Данная дипломная работа посвящена для рассмотрения проведения полевых электроразведочных и гравиразведочных работ на территории месторождения Райгородок, а так же для проведения обработки и геологической интерпретации по полученным данным. Целевым назначением комплексных геофизических работ является геофизическое обеспечение доразведки месторождения золота и поисково-оценочных работ.

Работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Месторождения Райгородок расположено в Щучинском районе Кокшетауской области в 54 км к юго-западу от железнодорожной станции Макинка.

Во введении рассмотрены актуальность исследований, выполнен обзор работ, посвященных выбранной тематике. Поставлены цели, задачи и методы исследований, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

В общей части дается характеристика района в географо-экономическом плане. Приводятся обобщенные сведения о геолого-геофизической и геохимической изученности района. Кратко описывается геологическое строение месторождения с представлением сведений о стратиграфии, тектонике и интрузивных образованиях. Делаются выводы по анализу работ прошлых лет. 3, 4 и 5 главы посвящены методике проведения, особенностям обработки и результатам интерпретации электроразведочных и гравиметрических данных.

В Заключении представлены выводы по результатам работ, показаны преимущества использованных на территории методов и аппаратур. В итоге составлены рекомендации по выполнению последующих геологоразведочных работ.

## АНДАТПА

**дипломдық жұмысқа «Солтүстік Қазақстанның алтын кен орнын іздеу мақсатында жасалған кешенді Геофизикалық жұмыстар»**

Бұл дипломдық жұмыс Райгородок кен орнының аумағында далалық электрбарлау және гравитарлау жұмыстарын жүргізуге, сондай-ақ алынған мәліметтер бойынша өңдеу және геологиялық интерпретация жүргізуге арналған. Кешенді геофизикалық жұмыстың мақсаты - алтын кен орнын қосымша барлау мен іздеу-барлау жұмыстарымен қамтамасыз ету.

Жұмыс кіріспеден, 6 бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Райгородок кен орны Көкшетау облысының Щучинск ауданында Макинка темір жол станциясынан оңтүстік-батысқа қарай 54 км жерде орналасқан.

Кіріспеде орындалған жұмыстар бойынша шолу және зерттеудің өзектілігі қарастырылған. Зерттеудің мақсаттары, міндеттері мен әдістері анықталған, жұмыстың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы көрсетілген.

Жалпы бөлімде географиялық-экономикалық жоспардағы ауданның сипаттамасы беріледі. Ауданның геологиялық-геофизикалық және геохимиялық зерттелуі туралы жалпыланған деректер келтіріледі. Стратиграфия, тектоника және интрузивті байланыстар туралы мәліметтерді ұсына отырып, кен орнының геологиялық құрылымы қысқаша сипатталады. Өткен жылдардағы жұмыстарды талдау бойынша қорытындылар шығарылады. 3, 4 және 5-бөлімдер электрбарлау және гравиметриялық деректерді өңдеу ерекшеліктері мен интерпретациялау нәтижелеріне арналған.

Қорытындыда жұмыс нәтижелері бойынша негіздеулер ұсынылды, аумақта қолданылатын әдістер мен аппаратуралардың артықшылықтары көрсетілді. Қорытынды бойынша келесі геологиялық барлау жұмыстарын орындау мақсатында ұсыныстар жасалды.

## ANNOTATION

**to the diploma work** «The complex of geophysical works for the purpose of search of gold deposit of the North Kazakhstan»

This diploma work is devoted for consideration of field electric exploration and engraving works on the territory of Raygorodok field, as well as for carrying out processing and geological interpretation according to the received data. The purpose of complex geophysical works is geophysical support of additional exploration of gold deposit and search and assessment works.

The work consists of an introduction, 5 chapters, a conclusion, a list of used literature and annexes.

The Raygorodok fields are located in the Shchuchinsky district of Kokshetau region, 54 km south-west of Makinka railway station.

In the introduction the relevance of research is considered, the review of works devoted to the selected topic is carried out. Goals, objectives and methods of research are set, scientific novelty and practical significance of work are shown.

The general part describes the area geographically and economically. Summary information on geological-geophysical and geochemical study of the area is given. The geological structure of the deposit is briefly described with the presentation of information on stratigraphy, tectonics and intrusive formation. Conclusions are drawn on the analysis of the works of previous years. Chapter 3, 4 and 5 are devoted to the method of carrying out, peculiarities of processing and results of interpretation of electrical exploration and gravimetric data.

The Conclusion presents the conclusions on the results of the works, shows the advantages of the methods and equipment used in the territory. On the basis of the results of the works, recommendations on the performance of subsequent geological exploration works have been drawn up.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Геолого-геофизическая изученность	12
1.1 Современное состояние изученности района работ	12
1.2 Геофизическая изученность	13
1.3 Геохимическая изученность	14
2 Геологическая характеристика района работ	15
2.1 Стратиграфия	15
2.2 Интрузивные образования	20
2.3 Тектоника	21
2.4 Полезные ископаемые	22
3 Аппаратура и оборудование	25
3.1 Аппаратура АМТЗ	25
3.2 Аппаратура ВП-СГ	26
3.3 Аппаратура ДЭЗ-ВП	27
3.4 Гравиметрическая аппаратура	28
3.5 Топогеодезическая аппаратура	29
4 Методика проведения полевых работ	30
4.1 Методика проведения АМТЗ	30
4.2 Методика электроразведки ВП-СГ	32
4.3 Электроразведка ДЭЗ-ВП	33
4.4 Методика проведения гравиметрических работ	35
5 Геологическая интерпретация	39
5.1 Результаты электроразведочных работ методом ВП-СГ	39
5.2 Результаты электроразведочных работ ДЭЗ-ВП и АМТЗ	46
5.3 Результаты гравиметрических работ	68
6 Выводы и рекомендации	75
Заключение	77
Список использованной литературы	78

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в районе исследований известны многочисленные рудопроявления и мелкие россыпные месторождения золота, часть из которых уже отработана. На территории исследований поисковые работы проводились на отдельных небольших участках в середине 20 века и как следствие имеющиеся материалы не позволяют сделать достоверную оценку перспектив обнаружения золоторудных месторождений. Поэтому планомерное проведение высокоточных комплексных геофизических исследований современной аппаратурой с использованием высокотехнологичных средств обработки и интерпретации с целью поиска минерально-сырьевых ресурсов определяет актуальность данных исследований.

Комплексная геофизическая съемка выполнена электроразведочными методами ВП-СГ (срединного градиента), дипольного электрического зондирования в модификации вызванной поляризации (ДЭЗ-ВП), профильного аудиоманнитотеллурического зондирования (АМТЗ) и площадными высокоточными гравиразведочными работами.

Целевым назначением комплексных геофизических работ является геофизическое обеспечение разведки месторождения золота и поисково-оценочных работ на изучаемой территории.

Для достижения поставленной цели были решены следующие геологогеофизические и технологические задачи:

1. Проведение профильных электроразведочных работ методами ВП-СГ и ВП-ДЭЗ для построения погоризонтных планов, глубинных геоэлектрических разрезов по сопротивлению и поляризуемости;

2. Проведение профильных опытно-производственных электроразведочных работ методом аудиоманнитотеллурического зондирования для выявления и объёмного картирования зон низких значений удельного сопротивления, связанных с сульфидсодержащими породами;

3. Проведение площадной высокоточной гравиметрической съемки масштаба 1:10000 для построения карт аномального гравитационного поля и его трансформант с целью анализа приуроченности к особенностям морфологии интрузивного массива, прослеживания структурных элементов поверхности его рельефа, возможно, контролирующих размещение оруденения;

4. Создание цифровых моделей комплексных геофизических данных, проведение анализа полученных геофизических данных, построение геоэлектрических и геоплотностных моделей;

5. Рекомендации по результатам выполненных работ.

При выполнении геофизических работ применялись современные технические средства: GPS (Trimble R7) станции, гравиметрические приборы производства Scintrex, электроразведочные комплексы Phoenix Geophysics, GDD Insruventionation.

Для обработки и интерпретации результатов использовались пакеты программ GeosoftOasisMontaj, программы COSCAD 3D, SIGMA-3D, Surfer и другие.

По результатам обработки и интерпретации даны рекомендации по проведению буровых работ по заверке обнаруженных аномалий, рекомендованы места заложения проектных скважин.

## 1 Геолого-геофизическая изученность

### 1.1 Современное состояние изученности района работ

С целью доразведки месторождения золота и поисково-оценочных работ на площади геологического отвода изучаемой территории проведены комплексные наземные геофизические работы. Первые сведения о кварцево-жильном рудопроявлении Райгородок относятся к 1937 г.

В 1958 г. Северо-Казахстанской геофизической экспедицией на площади были проведены геофизические исследования масштаба 1:200000 и 1:50000, в результате которых было выявлено несколько магнитных аномалий и ряд вторичных ореолов рассеяния различных элементов.

В 1961-63 гг. на площади проведены редакционные работы, результатом которых было издание геологической карты масштаба 1:200000.

В 1963-66 гг. на выделенном по ранее проведенным геофизическим работам участке Райгородок площадью 20 кв.км проведены комплексные геофизические работы масштаба 1:10000. Комплекс методов включал магниторазведку, металлометрическую съемку по сети 100x20 м, электроразведку методом ВЭЗ по сети 400x250 м и, выборочно, по отдельным профилям, электроразведку методом ВП. Кроме этого был выполнен небольшой объем горных работ и поисковых маршрутов.

В результате проведенных работ было выявлено рудопроявление золота, получившее впоследствии название Северный Райгородок.

В 1966-67 гг. было проведено поисково-съёмочные работы, а в 1968-69 гг. сопровождавшиеся общими поисками масштаба 1:10 000 на отдельных перспективных участках. При производстве этих работ выявлены рудопроявления золота западный Райгородок.

На площади Райгородокского рудопроявления выполнены:

- геологическая съемка в комплексе с металлометрией, гамма-съёмкой, шлиховым опробованием масштаба 1:10 000 – 4,5 кв.км;
- магниторазведка, дипольное электропрофилеирование, ВП, ЕП – 12 кв.км;
- поисковое бурение – 775 пог.м,
- картировочное бурение – 2800 пог.м.

В результате проведенных работ выявлено 2 рудных зоны на севере и юге участка с крутым (80-85°) западным падением, даны рекомендации по дальнейшей оценке.

На рудопроявлениях Райгородок (сейчас Центральный Райгородок) и Южный Райгородок выполнены следующие виды и объемы работ

(контур 362-Д):

- геологическая съемка масштаба 1:10000 – 7,5 кв.км;
- поисковое бурение - 232 м;
- картировочное бурение – 224 м;
- проходка канав – 2575 м<sup>3</sup>;

- проходка шурфов – 74 пог.м;
- электроразведка методами ВП, ЕП, ДП масштаба 1:10000 – 5 кв.км;
- золотометрическое опробование – 220 проб;
- бороздовое опробование – 170 пог.м;
- керновое опробование – 220 проб.

В результате проведенных работ на рудопроявлении Южный Райгородок было выявлено несколько рудных зон с максимальным содержанием золота 40,2 г/т, которые прослежены канавами на расстояние до 130-150 м. На рудопроявлении Райгородок (Центральный) горными выработками рудных тел не выявлено.

С 1965 г. по 1994 г. включительно описываемая территория систематически изучалась. За это время проведены специализированные поиски различных масштабов практически на всей площади.

Поисковые работы, учитывая плохую обнаженность района, включали большие объемы бурения, в том числе и структурно-поискового. Глубина изучения достигала 500 м и более.

Итогом работ явилось составление геологических карт складчатого фундамента разных масштабов, как отдельных участков, так и всей лицензионной площади с выделением зон гидротермально-измененных пород, в т. ч. среднетемпературных березитов, с которыми генетически связана золоторудная минерализация, а также различных прогнозных карт.

Огромным недостатком этих работ является преимущественно бескерновое бурение по рыхлым отложениям, в т.ч. и по корам выветривания, и очень ограниченный набор химических элементов, по которым проводились определения содержаний (сюда относится и золото, анализы на которое начали проводить с конца 90-х годов прошлого века, и то в небольших объемах).

## **1.2 Геофизическая изученность**

В 1958 г. на площади были проведены наземные геофизические работы (гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, металлометрическая съемка) масштаба 1:50000 - 1:200000, в результате которых выявлены ряд геофизических аномалий и ореолов рассеяния различных элементов.

В 1965-66 гг. на одной из аномалий на площади 20 кв.км были проведены комплексные работы масштаба 1:10 000, включавшие магниторазведку, электроразведку методом ВЭЗ и ВП-СГ по отдельным профилям, металлометрическую съемку и небольшой объем горных работ. В результате было выявлено рудопроявление золота.

Район работ полностью обеспечен гравиметрическими съемками масштаба 1:50000. В 1969 г. в помощь геологическому картированию выполнены гравиразведка по сети 500×250 м и магниторазведка по сети 500×50 м.

Южная часть площади - месторождение Райгородок и прилегающие территории, покрыта в 70-80 годы прошлого столетия площадной гравиразведком масштаба 1:10000 (к. 1575, к. 2220) с плотностью съемочной сети 0.2x0.1 км и 0.1x0.1 км. Детальная аэромагнитная съемка масштаба 1:10000 (к. 282) выполнена в 1982 г., точность съемки  $\pm 5$  нТл, топогеодезической привязки  $\pm 23$  м.

### **1.3 Геохимическая изученность**

На лицензионной площади в разные годы различными геологическими организациями проведены площадные геохимические поиски различных масштабов, как по первичным, так и по вторичным ореолам рассеяния. На стадии геологической съемки, общих и детальных поисков они включали в себя площадную металлометрическую съемку и глубинные литохимические поиски преимущественно в профильном варианте. Кроме того, литохимическими поисками по первичным и вторичным ореолам сопровождалась все работы поисково-разведочной и разведочной стадий на месторождениях Южный и Северный Райгородок.

По результатам работ на значительную часть описываемой площади составлены карты первичных и вторичных ореолов рассеяния элементов-спутников и золота.

## 2 Геологическая характеристика района работ

В региональном плане район работ расположен в пограничной области между двумя крупными структурами первого порядка – Кокчетавским срединным массивом и Тенизской впадиной, принципиально различающимися геологическим строением и историей развития. Это обусловило сложное геологическое строение площади, интенсивный магматизм и широкое развитие разрывных нарушений.

Основной чертой тектоники района является мозаично-блоковый характер тектонических структур с преобладанием тектонических контактов разновозрастных стратиграфических подразделений. Современное строение является результатом длительной эволюции земной коры данного региона. В геологическом строении описываемой площади принимают участие допалеозойские, среднепалеозойские и мезо-кайнозойские отложения, а также разнообразные по составу и возрасту интрузивные образования.

### 2.1 Стратиграфия

*Нижний протерозой (PR<sub>1</sub>)*

*Зерендинская серия (PR<sub>1</sub>zr)*

К нижнепротерозойской группе отнесен сложный комплекс метаморфических образований, отвечающих гранулитовой и амфиболитовой фациям метаморфизма, объединенных в зерендинскую серию (PR<sub>1</sub>zr). Породы серии встречены в останцах кровли и в экзоконтактах крупных гранитоидных интрузий, образовавшихся за их счет в ходе процессов гранитизации. Они полностью лишены реликтов первичных структур, что весьма затрудняет определение их формационной и фациальной принадлежности.

В составе серии преобладают гнейсы, амфиболиты, амфиболовые и слюдяные сланцы, мигматиты.

Породы смяты в узкие складки субмеридионального простирания.

*Верхний протерозой*

*Средний рифей (R<sub>2</sub>)*

К верхнепротерозойским отложениям на площади работ отнесены метаморфические образования шарыкской (R<sub>2</sub>sh) и кокчетавской свит (R<sub>2</sub>kk).

*Шарыкская свита - R<sub>2</sub>sh*

Площади развития пород шарыкской свиты, как правило, характеризуются отрицательными формами рельефа и перекрыты чехлом кайнозойских отложений. По ним повсеместно развиты площадные коры выветривания мощностью от 60 до 200 м. Отложения свиты представлены характерным чередованием пачек серых, иногда скарнированных известняков и доломитов с темно-серыми углисто-глинистыми, углисто-карбонатными сланцами и известковистыми песчаниками. В нижней части разреза встречаются филлитовидные сланцы и мелкозернистые песчаники.

Характерными особенностями пород шарыкской свиты являются: слабый метаморфизм, повышенное количество углеродистого вещества, обогащение тонкозернистыми пиритом, тонкосланцеватые текстуры с развитием микроплочатости, параллельная слоистость, повышенная общая карбонатность. Это позволяет относить рассматриваемый комплекс пород к отложениям мелководных морских бассейнов, формирующихся в периоды медленных опусканий региона.

Мощность свиты – не менее 800 м.

*Кокчетавская свита - R<sub>2</sub>kk*

К кокчетавской свите отнесены сравнительно однообразные по составу породы, среди которых преобладают кварциты, серицит- кварцевые, кварц - мусковитовые и кварц-хлоритовые сланцы. Благодаря высокой стойкости к процессам выветривания кварциты образуют в рельефе отдельные сопки с коренными выходами на вершинах и делювиальными развалами на их склонах, создающие ложное представление о преобладании кварцитов в разрезе свиты.

Для пород кокчетавской свиты характерна фация зеленых сланцев регионального метаморфизма. Они собраны в простые складки с крутопадающими крыльями, осложненными мелкой складчатостью более высоких порядков.

Особенности литологического состава пород свиты свидетельствуют об их формировании в прибрежной части морского бассейна в субплатформенных условиях.

Мощность отложений кокчетавской свиты – от 1700 до 1900 м.

*Палеозойская эратема*

В составе палеозойской эратемы на описываемой площади установлены эффузивные, эффузивно-осадочные и осадочные образования ордовикской и девонской систем.

*Ордовикская система (O)*

Представлена тремя различными комплексами пород, которые на основании их стратиграфического положения и литологического состава отнесены к нижнему-среднему, среднему и верхнему отделам.

*Нижний-средний отдел нерасчлененные (O<sub>1-2</sub>)*

К этим отделам отнесена терригенно-осадочная толща, закартированная в восточной части описываемой площади.

Представлена она часто переслаиваемыми кремнистыми алевролитами, яшмокварцитами и песчаниками. Судя по составу слагающих данное стратиграфическое подразделение пород, в него включены глубоководные осадки (кремнистые алевролиты и яшмокварциты) с большим количеством реликтов радиоларий и терригенно-осадочные песчаники, сложенные слабо окатанными и угловатыми обломками различных пород и минералов, в т. ч. россыпеобразующих.

Общая мощность данных отложений определена приблизительно в 2700 м.

*Средний отдел. Карадокский ярус (O<sub>2</sub>k<sub>1-2</sub>)*

Отложения флишоидной толщи, отнесенные к карадокскому ярусу, закартированы в восточной части изучаемой площади. Они выполняют центральные части синклинальных структур на участках развития ордовикских отложений. В составе толщи преобладают известковистые алевролиты и песчаники. Редко встречаются прослои мергелей, еще реже – эффузивов основного и среднего состава.

Ориентировочная мощность толщи 1000 м.

*Верхний отдел ( $O_3$ )*

В составе верхнего отдела ордовикской системы выделяются две толщи: песчаниково-конгломератовая ( $O_3^a$ ) и порфириновая ( $O_3^b$ ).

Песчаниково-конгломератовая толща ( $O_3^a$ ) слагает центральную часть Райгородской структуры, а также прилегающие к ней с юга площади.

В разрезе толщи преобладают средне-крупнообломочные до валунных конгломераты. Песчаники и алевролиты образуют лишь маломощные прослои и линзы.

Галька конгломератов хорошо окатанная, реже полуокатанная, иногда уплощенная. Состав – кварциты, яшмокварциты, кварц, эффузивные породы основного и среднего состава, кремнистые и кварц-слюдистые сланцы, известняки. В небольшом количестве, но почти повсеместно, галька представлена гранитоидами различного состава (граниты, гранодиориты, диориты, аплиты, гранит-порфиры), характерными для зерендинского интрузивного комплекса ( $O_3-S_1$ ).

Общая мощность толщи более 600 м.

Порфириновая толща ( $O_3^b$ ) представлена осадочно-вулканогенными и вулканогенными образованиями, картируемыми по обрамлению Райгородской вулканотектонической структуры, которые сопровождают крупные пластообразные субвулканические тела базальтов и андезитов.

В нижней части толщи преобладают туфопесчаники, туффиты с покровами базальтов, андезибазальтов, андезитов и их туфов. В верхней части распространены преимущественно дациты и их туфы.

Вблизи субвулканических тел преобладают кластолавы, лавобрекчии и туфы жерловой фации, слагающие вулканические аппараты линейного типа, приуроченные к зонам разрывных нарушений. Наиболее четко они проявлены в зонах полигональных разломов Райгородской вулканотектонической структуры, где образуют почти замкнутый кольцевой пояс, обрамляя Райгородского диорит-габбро-диоритового массива.

*Девонская система (D)*

Девонские отложения встречены в южной, юго-восточной и юго-западной частях участка работ и представлены двумя толщами: кайдаульской вулканогенно-осадочной свитой нижнего-среднего девона ( $D_{1-2kd}$ ) и образованиями живетского-франского ярусов, представленными существенно осадочными породами.

*Кайдаульская свита ( $D_{1-2kd}$ )*

Кайдаульская свита залегает с угловым несогласием на всех более древних образованиях, в том числе и на гранитоидах Зерендинского массива. Она может быть подразделена на две толщи (вулканогенно-молассовую андезибазальтовую ( $D_{1-2}kd_1$ ) и вулканогенно-молассовую дацит-риолитовую ( $D_{1-2}kd_2$ )).

*Нижняя вулканогенно-молассовая толща ( $D_{1-2}kd_1$ )* сложена пестроцветными конгломератами, в гальках которых часто встречаются гранитоиды зерендинского интрузивного комплекса. Среди конгломератов отмечаются пачки туфоконгломератов, гравелитов, песчаников и алевролитов. В верхней части разреза преобладают покровы андезибазальтов, базальтов, андезитов, трахиандезитов, их кластолавы и туфы.

К субвулканической и жерловой фациям этих вулканитов относятся мелкие пластообразные тела и дайки андезибазальтов, трахиандезитов и трахидацитов ( $\alpha D_{1-2}$ ), приуроченные к зонам разломов.

Мощность толщи – 200-700 м.

*Верхняя вулканогенно-молассовая дацит-риолитовая толща ( $D_{1-2}kd_2$ )* представлена, в основном, риолитами, дацитами, трахидацитами, реже андезидацитами, их кластолавами, пепловыми туфами, игнимбритами с прослоями конгломератов, песчаников и алевролитов.

Совместно с жерловыми и экструзивными фациями породы толщи слагают сложно построенные вулканотектонические структуры района, наиболее крупная из которых Гордеевская ВТС, фрагментами закартирована в юго-восточном углу описываемой площади.

Общая мощность толщи достигает 700 м.

*Средний-верхний отделы нерасчлененные ( $D_{2-3}$ )*

Представлены породами терригенной континентальной красноцветной молассовой формации, выполняющими позднеорогенные наложенные впадины.

Это однообразные красноцветные разнородные конгломераты, песчаники с горизонтами и линзами алевролитов. В средней части разреза отмечаются маломощные горизонты пепловых туфов и туфогенных пород.

Мощность комплекса красноцветных пород достигает 2100 м.

*Мезозойская группа (Mz)*

Образования мезозойской группы на описываемой площади представлены корами выветривания, которые пользуются значительным распространением. Они развиваются по всем допалеозойским и палеозойским породам и практически повсеместно перекрыты чехлом кайнозойских отложений.

Выходы кор выветривания на дневную поверхность довольно редки и характеризуются четко выраженным своеобразным рельефом – мелкими буграми вспучивания с высыпками кварца и сильно выветрелых коренных пород.

В составе коры выветривания выделяются три зоны:

1) *Верхняя* — сложена обеленными существенно каолиновыми белыми и пестрыми глинами, иногда с реликтами структуры материнской пород, но чаще бесструктурными.

Образования верхней зоны зачастую подвергнуты размыву и редко сохраняется в полном разрезе профиля коры выветривания.

Мощность зоны обычно – 5-20 м.

2) *Средняя* — сложена пестроцветными глинами каолинит-гидрослюдистого состава, часто сохраняющих структурные особенности, а иногда и окраску материнских пород.

Мощность структурных глин от 10 до 115 м.

3) *Нижняя* — сложена выветрелыми и трещиноватыми, нередко осветленными коренными породами.

Мощность зоны 5-10 м.

Коры выветривания имеют как площадное, так и линейное распространение. Наибольшие мощности кор выветривания отмечаются вдоль зон крупных долгоживущих разломов, где они достигают 200 и более метров.

Средняя мощность площадных кор выветривания на описываемой площади составляет 40-50 м.

*Кайнозойская эратема*

На описываемой площади эта группа представлена отложениями неогеновой и четвертичной систем.

*Неогеновая система (N)*

Отложения неогена развиты сравнительно широко и представлены терсекской свитой, свитой турме и павлодарской свитой.

*Терсекская свита ( $N_1^1 trs$ )*

Отложения терсекской свиты, представлены красноцветными бокситоподобными сухаристыми глинами с обильными железистыми бобовинами. Выходов на дневную поверхность практически не имеют. Эти отложения подверглись значительному размыву и сохранились на склонах сопок и возвышенностей в виде небольших останцов.

Мощность этих отложений, по данным бурения, достигает 10-15 м.

*Свита турме ( $N_1^{2-3} trm$ )*

Своеобразные отложения свиты турме развиты сравнительно широко, выполняя древние эрозионные долины.

Представлены они зеленовато-серыми, местами пятнистыми, очень плотными жирными глинами. Характерным для них является присутствие друз и кристаллов гипса, мелких железо-марганцевых бобовин и карбонатных конкреций различного размера.

Мощность отложений свиты турме на описываемой площади колеблется от 5 до 20 м и более.

*Павлодарская свита ( $N_1^{1-2} pv$ )*

К этой свите условно отнесены кирпично-красные, коричневатобурые и бурые плотные комковатые глины озерного происхождения. Они имеют более широкое распространение и часто залегают с размывом на глинах свиты турме.

Мощность отложений павлодарской свиты достигает 35 м.

*Четвертичная система – Q*

Четвертичные отложения различных генетических типов в виде маломощного чехла развиты на всей описываемой площади. Они представлены делювиально-пролювиальными суглинками, озерными, озерно-болотными илами, глинами, песками и гравийно-галечниковыми отложениями.

Мощность осадков у подножий сопок и в озерных котловинах достигает 10-12 м.

## 2.2 Интрузивные образования

Интрузивные образования в описываемом районе пользуются широким распространением.

По данным предшествующих работ выделяются следующие интрузивные комплексы:

- 1) Щучинский базит-ультрабазитовый комплекс ( $v-v\epsilon_2$ );
- 2) Позднеордовикский комплекс малых интрузий габбро-диабазовой формации ( $v\beta O_3$ );
- 3) Зерендинский интрузивный комплекс ( $\gamma-\gamma\delta O_3-S_1$ );
- 4) Коньрсуйский габбро-монцонитовый комплекс ( $E\delta vD_{1-2}$ );
- 5) Ранне-среднедевонский субвулканический комплекс ( $\acute{\alpha}-\xi D_{1-2}$ ).

*Щучинский интрузивный комплекс ( $v-v\epsilon_2$ )*

Породы данного комплекса слагают небольшие массивы, залегающие среди протерозойских метаморфических образований. На описываемой территории породами данного комплекса сложен Бетский массив, расположенный в восточной части площади. Массив в плане имеет округлую, слегка вытянутую в широтном направлении, форму. Площадь его около 5 кв.км. Центральная часть массива сложена оливин-содержащими биотитовыми пироксенитами, восточная – частично калишпатизированными габбро.

Породы массива в значительной степени серицитизированы, амфиболизированы и хлоритизированы.

*Позднеордовикский комплекс малых интрузий ( $v\beta O_3$ )*

К данному комплексу отнесены многочисленные небольших размеров субвулканические тела и дайки габбро-диабазов, диабазов, диабазовых и андезитовых порфиритов. Наиболее часто они отмечаются в полях развития вулканогенных образований порфиритовой толщи верхнего ордовика ( $O_3^6$ ), образуя с ними единую вулcano-плутоническую формацию.

*Зерендинский комплекс ( $\gamma-\gamma\delta O_3 - S_1$ )*

К этому комплексу отнесены два крупных массива – Погашаевский и Новоднепровский, фрагменты которых картируются в северо-западной и северо-восточной частях описываемой площади, а также ряд более мелких.

В плане оба массива вытянуты в северо-восточном направлении, ограничены крутопадающими тектоническими нарушениями и представляют собой крупные тектонические блоки.

Петрографический состав интрузивов данного комплекса довольно разнообразен: граниты, гранодиориты, диориты, габбро-диориты, сиенодиориты.

Породы часто порфировидные, обогащенные ксенобластами вмещающих пород.

Жильные образования зерендинского комплекса многочисленны и разнообразны по составу (от мелкозернистых аплитовидных гранитов до габбро-диоритов).

#### *Коньрсуйский интрузивный комплекс ( $\zeta\delta\nu D_{1-2}$ )*

Многочисленные небольших размеров штокообразные интрузивные тела, тяготеющие в структурном плане к Райгородской зоне разломов, отнесены к коньрсуйскому комплексу. Все они характеризуются четко выраженной повышенной щелочностью слагающих их пород (щелочные габброиды, габбро-диориты, монцониты, диориты, очень редко – сиениты). Этими же породами сложен Райгородский массив.

С интрузиями данного комплекса на описываемой площади связаны почти все проявления золота.

#### *Ранне-среднедевонский субвулканический комплекс ( $\acute{\alpha}\text{-}\zeta D_{1-2}$ )*

К данному комплексу отнесены дайкообразные и небольшие изометричные тела сиенитов, щелочных гранитов, трахириолитов и трахидацитов, тяготеющих к площадям развития эффузивовкайдаульской свиты. Породы имеют четко выраженную редкометалльную специализацию и повышенную радиоактивность. С ними в описываемом районе связаны проявления уран-молибденовой формации.

### **2.3 Тектоника**

В структурном отношении описываемый район расположен на стыке двух крупных тектонических структур первого порядка – Кокчетавского срединного массива и Тенизской впадины, принципиально различающихся геологическим строением и историей развития.

Кокчетавский массив формировался в ходе длительного неоднократного проявления интенсивных эндогенных процессов, в режиме преимущественного воздымания, а Тенизская впадина – в условиях преимущественного погружения при ослабленном развитии процессов магматизма.

С этим связано:

- интенсивное развитие проходящих вдоль этих структур субширотных и северо-восточных долгоживущих зон разломов, по которым происходило

террасообразное погружение южных блоков. Поэтому для района характерна закономерная смена от древних – докембрийских толщ – на севере, через ниже-среднепалеозойские, к толщам верхнего палеозоя – на юге;

- формирование мощных (более 3-4 км) толщ нижнего палеозоя;
- широкое развитие вулканотектонических структур (ВТС);
- формирование мощной толщи осадочно-вулканогенных отложений кайдаульской свиты ( $D_{1-2}kd$ ), выполняющих кальдерообразные впадины многочисленных вулканических аппаратов;
- интенсивное проявление глыбовой тектоники орогенной стадии развития, для которой характерны крупные вертикальные смещения блоков вдоль зон пограничных разломов, что часто вызывает большую разницу в степени эрозии даже в пределах двух соседних блоков.

В результате разнонаправленного развития в течении фанерозоя северный («консолидированный») и южный («мобильный») блоки были

Интенсивность разрывной тектоники очень неравномерна. Наиболее интенсивна она проявлена на участках вулканотектонических структур, особенно в зонах их краевых разломов, использующих при своем формировании системы ранее заложенных разломов и поэтому имеющих полигональный характер. Участки ВТС и сводовых поднятий представляют собой, таким образом, зоны повышенной тектонической активности, благоприятные для развития эндогенных, в т. ч. рудоформирующих процессов.

## 2.4 Полезные ископаемые

Наибольшим развитием в пределах площади работ пользуются месторождения строительных материалов осадочного и магматического происхождения. Представлены они глинами, песками, гравием и строительным камнем. Из рудных полезных ископаемых основными являются золото и уран. На исследованной территории к настоящему времени выявлено три месторождения золота – Северный Райгородок и Южный Райгородок.

Месторождение Северный Райгородок расположено в северо-восточной части Райгородской ВТС в непосредственной близости от границы с блоком рамы, сложенной шарыкской свитой (Vsh). Рудное поле приурочено к зоне контакта Райгородского габбро-диорит-монцитонитового массива, относимого к коньрсуйскому интрузивному комплексу ( $\xi\delta vD1-2$ ), с конгломератовой толщей верхнего ордовика (O3a) в субширотной апофизе (или апикальном выступе) массива. Вмещающие породы, мощностью около 650 м, неоднородны по своему составу, интенсивно гранитизированы и скарнированы. Рудная зона месторождения в целом, имеет линейную морфологию, субширотную ориентировку с крутым (60-80°) северным падением. Установленная протяженность рудной зоны составляет 1700 м при ширине от 200 до 500 м. Собственно месторождение Северный Райгородок расположено в центральной

части зоны минерализации, имеет протяженность более 700 и ширину от 60 до 200 м.

Протяженность рудных тел изменяется от десятков до 400 м, а мощности их – от нескольких метров до первых десятков метров. Друг от друга рудные тела отделяются пачками безрудных пород и некондиционных прослоев, имеющих мощности, сопоставимые с мощностями рудных тел.

Основной полезный компонент – золото. Распределение золота в рудах крайне и весьма неравномерное. Содержание золота не высокое, обычно порядка 0,5-2,5 г/т. В зоне окисления (в рыхлых рудах) оно свободное и приурочено к гетиту, глине и гидрослюдам. В скальных рудах золото в подавляющем большинстве свободное, лишь незначительная часть (около 2%) ассоциирует, вероятно, с пиритом.

Содержание серебра в рудах сопоставимо с золотом. Соотношение серебра с золотом, в среднем, составляет 1,19 для первичных руд, в окисленных оно меньше – 0,78.

Руды неупорные, около 90 % золота извлекается цианированием.

Месторождение детально разведано. Запасы окисленных руд утверждены ГКЗ РК по категориям С1+С2, запасы первичных руд апробированы по категории С2. На месторождении проводится опытная эксплуатация с целью проведения в промышленном масштабе технологических исследований методом кучного выщелачивания, получен горный отвод и составлен Рабочий проект разработки.

Месторождение Южный Райгородок приурочено к западному и восточному эндо - и экзоконтактам небольшого интрузивного тела диорит-габбро-диоритового состава, прорывающего толщу грубообломочных до глыбовых конгломератов верхнеордовикского возраста.

Рудные тела представлены зонами прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации (пирит, халькопирит, галенит, молибденит) с золотом, имеющих сложную форму, особенно в сочленениях зон дробления различной ориентировки. Мощность рудных зон колеблется от 1-2 до 35-40 м. Содержание золота от следов до 150 г/т. Запасы окисленных руд месторождения апробированы ГКЗ РК и на нем проведена опытная добыча руд для технологических исследований переработки их методом кучного и отвального выщелачивания в промышленном масштабе. На месторождении выполняется детальная разведка окисленных руд.

Месторождения Северный Райгородок и Южный Райгородок образуют единое Райгородское рудное поле, весьма перспективное на выявление в его пределах новых промышленных объектов.

## 3 Аппаратура и оборудование

### 3.1 Аппаратура АМТЗ

Электромагнитные наблюдения проводились с использованием 12 станций, состоящих из 5-ти канальных регистраторов MTU-5AM KIT производства фирмы Phoenix Geophysics (Канада) (Рис. 3.1), 36 магнитных датчиков (для измерений 3-х компонент магнитного поля) и 60-ти неполяризуемых электродов для взаимно перпендикулярного приемного диполя (для измерения 2-х компонент электрического поля).

Аппаратный комплекс, который использовался при производстве АМТЗ/МТЗ, состоит из (Рис. 3.2):

1. Станции MTU-5AM KIT;
2. Трех магнитных датчиков;
3. Пяти неполяризуемых электродов;
4. Гелиевой аккумуляторной батареи – 12В;
5. Четырех электрических проводов длиной 20 м;
6. Трех кабелей для магнитных датчиков;
7. GPS-датчика;
8. Ноутбука, для запуска аппаратного комплекса и проверки записи.



Рисунок 3.1 – Регистратор MTU-5AM KIT



Рисунок 3.2 – Комплект аппаратуры Phoenix Geophysics

Технические характеристики MTU-5AM KIT представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики MTU-5AM KIT

Частотный диапазон	1 кГц - 0.00002Hz (50 000s)
Динамический диапазон	130 децибелов
Хранение данных	сменная память , 256 МБ или 512 МБ
Интерфейс	Последовательный порт PC или USB
Точность	Не менее $\pm 500$ наносекунд; синхронизированный с GPS
Вес	4 кг
Размер	230 мм x 225 мм x 110 мм
Питание	9W
Температурный диапазон	Действие: -20°C к +50°C

Автоматический режим измерений в сочетании с накоплением сигнала в реальном времени и статистическим анализом исключает ошибки отсчёта, происходящих из-за ошибок оператора. Измеренные данные записываются во внутренней памяти прибора и передаются в компьютер.

Время регистрации при производстве АМТ-измерений составляло 2-3 часа в интервале частот 10000 Гц-0.35 Гц (дневная запись).

### 3.2 Аппаратура ВП-СГ

Для измерения удельного электрического сопротивления и поляризуемости по методу ВП-СГ применялась стандартная установка, состоящая из приемного диполя (длиной 40 м) и питающей линии (АВ=32000 м).

Измерения разности потенциалов между приемными электродами проводились двумя высокоточными измерителями ВПФ-210М (Рис. 3.2). В

качестве источника тока при выполнении работ применялись генераторы ГЭР-5М (Рис.3.2)

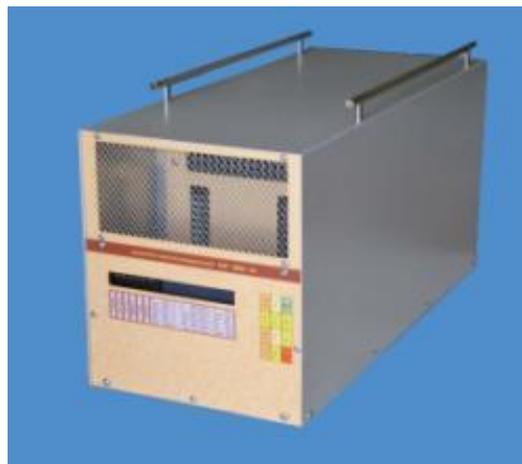


Рисунок 3.3 – Измеритель ВПФ-210М и генератор ГЭР-5М

Технические характеристики измерителя ВПФ-210М генератора ГЭР-5М представлены соответственно в Таблицах 3.2. и 3.3.

Таблица 3.2 – Технические характеристики измерителя ВПФ-210М

Диапазон рабочих частот, Гц	0,019- 625
Диапазон измеряемых напряжений, мВ	0,001- 5000
Погрешность измерения напряжения, % обычное исполнение	0,5
исполнение с повышенной точностью	0,2
Погрешность измерения фазовых параметров, градус	0,02
Входное сопротивление, МОм	3
Подавление помех частотой 50 Гц на низких частотах, не менее, дБ	100
Объем встроенной памяти, Кбайт	500
Средняя потребляемая мощность, Вт	0,5
Масса приемника, кг	2,6

Таблица 3.3 – Технические характеристики измерителя ГЭР-5М

Максимальная выходная мощность, Вт	5000
-при питании от трехфазной электростанции	2000
-от однофазной	
Максимальное выходное напряжение, В	1000
Диапазон генерируемых токов, А	0,3-25
Диапазон сопротив. нагрузки, при постоянной времени не более 1 мс, Ом	3-3300
Диапазон рабочих частот, Гц	n 312,5/2 где n=0,115
Нестабильность выходного тока при изменении сопротивления нагрузки или входного напряжения на $\pm 20\%$ ,%, не более	0,1

Основная относительная погрешность установки выходного тока, %, не более	1
Защита от разрыва и короткого замыкания нагрузки, а также от превышения максимальной выходной мощности	
<i>Продолжение таблицы 3.3</i>	
Рабочий диапазон температур окружающего воздуха, °С	От -10 до+50
Масса, кг, не более	32
Габаритные размеры, мм	635x275x390

В качестве первичного источника питания использовалась малогабаритная, электростанция HONDA переменного тока частотой 50 Гц, выходное напряжения 220 В, мощность 5 кВт.

### 3.3 Аппаратура ДЭЗ-ВП

В процессе выполнения электроразведочных работ ДЭЗ-ВП была использована следующая аппаратура системы ВП (Рис. 3.4, 3.5):

- GDD IP Transmitter 5kW (Instrumentation GDD, Канада);
- GDD IP Receiver Model GRx8-32-16-канальный ресивер



Рисунок 3.4 – Трансмиситтер GDD



Рисунок 3.5 – Ресивер и приемник GDD (Allegro)

### 3.4 Гравиметрическая аппаратура

Для выполнения гравиметрических наблюдений в соответствии с Техническим Задаaniem применялись автоматизированные гравиметры CG-5 AutoGrav Scintrex (Канада), общепризнанные и широко используемые в мировой практике при выполнении высокоточных наземных гравиметрических съемок (Рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Вид автоматизированного гравиметра CG-5 AutoGrav Scintrex

Технические характеристики гравиметра CG-5 AutoGrav Scintrex приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Технические характеристики гравиметра Scintrex CG-5 AutoGrav

Тип датчика	плавный кварц с электростатической компенсацией
Дискретность измерения	1 мкГал
Стандартное отклонение	< 5 мкГал
Рабочий диапазон	8000 мГал, без переустановки
Остаточный долговременный дрейф (статический)	менее 0.02 мГал в день
Диапазон автоматической компенсации наклона	+/- 200 угловых секунд
Скачок измерений	типично - меньше 5 мкГал для удара в 20 G
Автоматическая коррекция	прилив, наклон прибора, температура, шумоподавление, сейсмический фильтр
Размеры	30 x 21 x 22 см
Вес с аккумуляторами	8 кг
Емкость батарей	2x 6АЧ (10.8 В) литиевые аккумуляторы
Потребление	4.5Вт при 25 градусах
Рабочая температура	от -40 до +45
Температурный коэффициент	0.2 мкГал / Цельсия (обычно)
Коэффициент атмосферного давления	0.15 microGal/kPa (обычно)
Коэффициент магнитного поля	1 мкГал / Гаусса (обычно) (обычно)

Память	Flash технология, 1 МБ (стандартно) – расширяется до 12 МБ
Часы реального времени	внутренние: выдают день, месяц, год, часы
<i>Продолжение таблицы 3.4</i>	
Цифровой выход	последовательный интерфейс RS-232 и USB
Формат данных	Scintrex, text, CG-3, xyz
Аналоговый выход данных	Ленточный регистратор
Дисплей	1/4 VGA 320x240
Клавиатура	27 клавиш

### 3.5 Топогеодезическая аппаратура

Для выноса в натуру точек гравиметрических наблюдений, выполнения их геодезической привязки и проложения профилей ДЭЗ-ВП применялись двухчастотные спутниковые системы позиционирования DGPS Trimble R7 (GPS+GLONASS, L1/L2) (Рис. 3.7), укомплектованные для работы в режимах Static, Post Processing Kinematic и Real Time Kinematic.



Рисунок 3.7 – Двухчастотные спутниковые системы позиционирования DGPS Trimble R7 (GPS+Glonass, L1/L2)

*Общие характеристики Trimble R7 GNSS:*

- Технология Trimble R-Track;
- Усовершенствованный GPS чип Trimble Maxwell™ Custom Survey GNSS;
- Высокоточный множественный коррелятор измерений псевдодальностей GNSS систем;
- Измерения фаз несущих частот GNSS с очень низким уровнем помех и точностью менее 1 мм в полосе частот 1 Гц;

## 4 Методика проведения полевых работ

### 4.1 Методика проведения АМТЗ

Эксплуатация цифровой аппаратуры АМТЗ проводилась строго в соответствии с технической заводской Инструкцией по эксплуатации электроразведочной аппаратуры SCINTREX.

При регистрации магнитотеллурических вариаций на площади исследований была использована центрально-симметричная прямоугольная дипольная установка с общим центральным электродом.

В соответствии с требованиями технического задания общая длина электрических диполей составляла 40-100м. (2 плеча по 20-50м). Азимуты измерительных линий ху-0°, ух-90°. В качестве заземлений использовались малошумящие неполяризующиеся электроды.

Магнитное поле регистрировалось индукционными датчиками АМТС-30, которые устанавливались в соответствии со схемой, показанной на Рис. 4.10. Датчики были ориентированы на север Нх, на восток Ну и вертикально Нз.

Работы проводились по прогрессивной схеме с удаленной базовой точкой.

Регистрация электромагнитных вариаций проводилась в синхронном режиме одновременно несколькими станциями. Это позволило обрабатывать получаемый материал в так называемом “синхронном” режиме с целью подавления некоррелируемых шумов и повышения качества АМТ-данных. Время регистрации на рядовых пунктах наблюдения составляло не менее 120-180 минут в режиме АМТЗ. Регистрация выполнялась на съемную твердотельную память измерительных систем в автоматическом режиме.

Координаты АМТЗ-точек определялись в автоматическом режиме, с использованием GPS, встроенных в регистрирующий модуль. Установка индукционных датчиков по азимуту осуществлялась с помощью компаса со специальным шаблоном с закреплением буссоли. Электроды устанавливались в яме глубиной 0.4м в специально подготовленную увлажненную смесь.

Работы с электроразведочными станциями MTU производились следующим образом. Бригада геофизиков приезжала на пункт съемки, координаты которого были определены ранее. Пункт отмечался кольшком с указанием номера пункта и профиля. Затем при помощи компаса расставлялись неполяризующиеся электроды на азимутах 0, 90, 180, 270° и подготавливалось место для установки станции. Основные четыре электрода закапывались на расстоянии 20м. от станции, а один (центральный) – возле станции на глубину 0.3-0.5 м в специально подготовленную увлажненную смесь. Для предотвращения испарения воды электроды засыпались сверху грунтом.

Магнитные датчики устанавливались также при помощи компаса и уровней. После их установки, подключения их к станции, установки GPS-антенны и подключения электрических электродов, с помощью переносного

компьютера осуществлялся запуск МТ-станции и контролировалось начало записи электромагнитного поля (ЭМП).

Далее бригада переезжала на следующую точку и т.д. Передвижение полевых бригад по профилям осуществлялось на автомашинах повышенной проходимости УАЗ 39099.

Наблюдения выполнялись синхронно всеми имеющимися комплектами аппаратуры с использованием одной (удаленной) станции в качестве базисной. При обработке материалов данные по базовому пункту использовались совместно с полевыми измерениями, что существенно повышало точность регистрации за счет подавления некоррелируемых шумов.

Основными источниками шумовых помех непосредственно в ходе полевых измерений являлись: линии электропередач, железная и автомобильные дороги, трубопроводы, работающие скважины и техническая аппаратура, используемая на руднике. Во избежание влияния различных шумов точки измерений перемещались от шумящих объектов в различных направлениях на расстояния от 20 до 30 м. Перемещение точек заранее согласовывалось с Представителем Заказчика.

На каждом пункте выполнялись контрольные замеры переходных сопротивлений ( $Rэ$ ) и величины поляризации электродов ( $Eэ$ ). По результатам полевых работ средние значения  $Rэ$  составили 20 Ом,  $Eэ$  – 2,5 мВ. При превышении этих величин принимались меры по улучшению условий заземлений.

В процессе проведения полевых работ выполнялась экспресс-обработка полученных записей временных рядов и оценка качества по полученным в результате обработки импедансным амплитудно-фазовым кривым. Для этого полевые отряды были обеспечены персональными компьютерами и соответствующими программами. При низком качестве импедансных кривых пункты либо отрабатывались повторно, либо осуществлялся поиск другого пункта со смещением в сторону от источника помех, последнее прежде всего касается некоторых участков, которые пересекают промышленные зоны в районе рудника.

Измерения были выполнены на 6 профилях, имеющих различное направление и простираение. Общее количество точек составило 62 точки. Информация о выполненных объемах АМТЗ представлена в Таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Информация о выполненных объемах АМТЗ

Участок	номер профиля	АМТЗ
Северный	11	1
	11a	0.6
Южный	18	1.1
	18a	1
	19a	1.2
	<b>Итого</b>	<b>5.5</b>

## 4.2 Методика электроразведки ВП-СГ

На участке Райгородок рудного поля была выполнена профильная электроразведка масштаба 1:20000 с детализацией до 1:10000 методом вызванной поляризации (ВП) в модификации срединного градиента (ВП-СГ). Целью электроразведочных работ являлось картирование зон золотосульфидной минерализации по параметру поляризуемости, изучение распределения сульфидной минерализации в объеме (до глубин 300-500м.) и подготовка объектов к бурению разведочных и поисково-оценочных скважин.

Электроразведочные работы ВП-СГ отрабатывались со следующими параметрами: АВ = 3000 м, межпрофильное расстояние 200 м (5 проф. на 1 кв. км), размер приемной линии MN = 40 м. Электроразведка методом вызванной поляризации проводилась в профильном варианте, на 12 профилях.

Общий объем профильной электроразведки ВП-СГ при шаге 40м составил 10,3 пог. км (по ТЗ 10,3 пог.км) (Таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Общий объем профильной электроразведки ВП-СГ

Участок	номер профиля	ВП-СГ АВ=3км, MN=40м
		пог.км
Моховой	6	1.2
	7	0.5
	8	1
	9	0.7
	10	0.6
Западный фланг СРГ	14	0.6
	15	1
	17	0.7
Южный	186	0.8
	19	0.8
	20	0.6
	21	1.8
	<b>Итого, пог.км</b>	<b>10.3</b>

На каждой точке измерений исследуемого профиля последовательно подавался ток на электроды А и В и соответственно на диполях MN проводились измерения, при фиксированном положении токовой линии.

В итоге на каждой точки (пикета) профиля измерялись 2 значения: значение УЭС (удельного электрического сопротивления) и значение поляризуемости (фазы).

### 4.3 Электроразведка ДЭЗ-ВП

Электротомография ВП в модификации дипольного электрического зондирования (ДЭЗ) методом диполь (поль)-диполь были проведены в объеме 13,1 пог.км. (по ТЗ – 13,1 пог.км.). Работы были выполнены в профильном варианте с шагом 40-100м. для измерительных и питающих электродов. В соответствии с Техническим Задаaniem глубина исследований составила 500м.

В наблюдениях поляризуемости и сопротивлений геологической среды проводятся измерения напряжений на приёмных диполях потенциальных электродов, возникающих вследствие подачи тока в землю через питающие электроды.

В качестве питающих электродов использовались листы металлической фольги (4шт.) или стальные электроды (6шт.) разнесенные на 5м. перпендикулярно профилю, на каждой точке (пикете). Под каждое заземление предварительно выкапывалась яма и заливалась водой. Повторная заливка водой осуществлялась при перемещении соответствующей электродной группы на данный пикет.

В качестве приемных использовались неполяризующиеся электроды с раствором медного купороса. При замере на каждой станции (пикете) профиля трансмиттер вырабатывает первичные прямоугольные импульсы тока частотой 1/8 Герца, а приёмник производит регистрацию спада потенциалов ВП после достижения синхронизации с трансмиттером. Потенциалы для вычисления сопротивлений измерялись в рабочем интервале трансмиттерного импульса, а спад потенциалов ВП по кривой разряда измерялся в промежутке между импульсами трансмиттера. Ресивер осуществлял регистрацию кривой спада потенциала ВП по 20 временным окнам, распределенным в течение рабочего интервала длительностью 2000 мсек. Регистрация начиналась через 40мс. после выключения питающего тока трансмиттера.

Приёмник ВП имеет блок памяти для цифровой записи многопараметрических данных, что обеспечивает высокую производительность геофизических наблюдений и переход к компьютерной обработке полевых измерений.

Измерения потенциалов проводились на приемной линии, состоящей из системы 8-ми 50-метровых сегментов и 8-ми 100-метровых. Размеры приемных диполей: 16 диполей общей длиной 1200 м, что обеспечивало глубину исследований 625 м (при ТЗ 500м.).

Замеры на приемной линии производились с чередованием: каждые 50м. на 8-ми 50м.-х диполях и каждые 100м. на 16-ти диполях (Рис. 4.8).

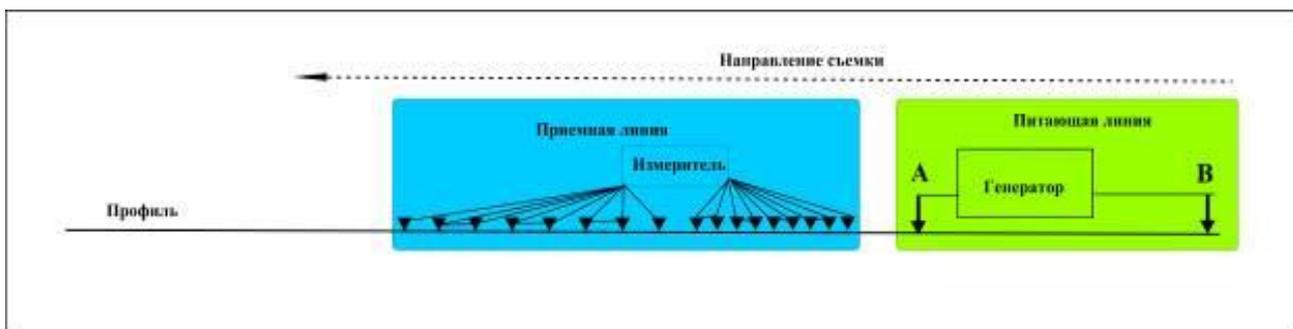


Рисунок 4.8 – Схема системы генератор-приемник ДЭЗ-ВП

Распределение точек наблюдений для рассмотренной составной системы питающей линии, при отображении точек под углом 45 градусов между электродом А и серединами приемных диполей приведено на Рисунок 4.9.

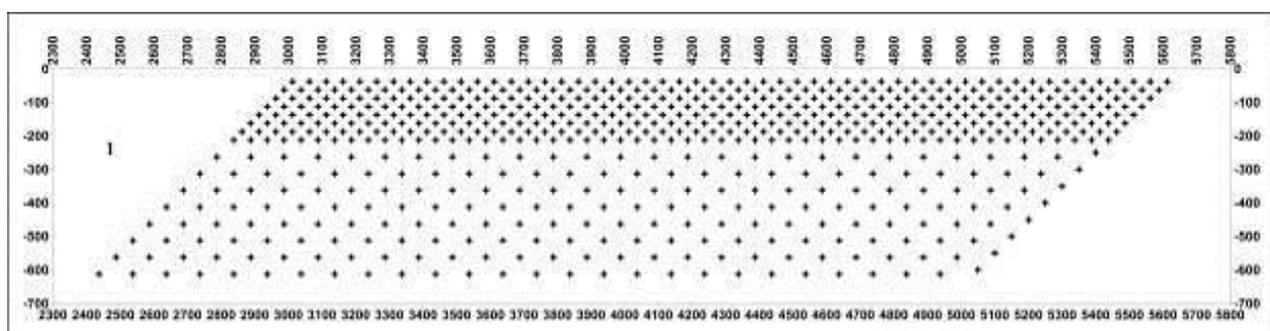


Рисунок 4.9 – Распределение точек наблюдений на псевдоразрезе для составной глубинной приемной линии

Согласно техническому заданию электроразведочные работы методом ДЭЗ-ВП были проведены на 11 профилях. Общий объем отработанных профилей составил 13,1км. Информация о выполненных объемах ДЭЗ-ВП представлена в Таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Общий объем выполненных электроразведочных работ ДЭЗ-ВП

Участок	номер профиля	ДЭЗ-ВП	
		пог.км	
		длина диполей 40-100м	
Шарык	3	1.4	
	4	1	
	5	0.7	
Северный	11	2.4	
<i>Продолжение таблицы 4.7</i>			
Участок	номер профиля	ДЭЗ-ВП	
		пог.км	
		длина диполей 40-100м	

	11a	0.6
	12	0.6
Западный фланг СРГ	13	0.6
Западный	16	1.3
Южный	18	2.3

#### 4.4 Методика проведения гравиметрических работ

Для выполнения гравиметрических наблюдений на участке Райгородок применялись модели автоматизированных гравиметров CG-5 AutoGrav Scintrex (Канада). Было задействовано 6 гравиметров.

Ежедневный контроль работоспособности гравиметров осуществлялся путем выполнения наблюдений в начале и конце рабочей смены на полевых опорных гравиметрических пунктах. В процессе полевых работ периодически производились записи циклических измерений, на основании которых при необходимости корректировался дрейф приборов, и проверялись установленные параметры.

С целью приведения гравиметрической съемки к уровню Государственной гравиметрической сети (ГГС), а также для учета смещения нуль-пункта гравиметров в рядовых рейсах на участке Райгородок было выбрано два полевых опорных пункта:

- основной полевой опорный гравиметрический пункт (ОГП) 900001. Данный пункт совмещен с пунктами государственной геодезической сети 2 класса (Ульгеалган), легко и надежно опознается на местности, имеет удобные подъезды.

- контрольный полевой гравиметрический пункт 1000. Данный пункт не имеет специального закрепления и расположен на выезде из поселка ...

При привязке к уровню государственной сети в качестве исходного приняты пункты государственной гравиметрической сети (ГГС) II класса Таскынауыл-844 и Белинская-2107.

Полевая опорная сеть развита замкнутыми рейсами по центральной системе.

Передача приращений осуществлена 2 независимыми рейсами. Работа выполнялась 4 гравиметрами (№№ 091, 459, 504, 823) одновременно (Рис. 4.10). Каждое наблюдение гравиметрами на пунктах производилось 4-мя циклами продолжительностью по 40 сек.

Среднеквадратическая погрешность привязки ОГП составила  $\pm 0.005$  мГал (по проекту  $\pm 0.05$  мГал).

Точность опорной сети, созданной по центральной системе, вычислялась по формуле 4.1:

$$\varepsilon_{\text{оп}} = \pm \frac{\varepsilon}{\sqrt{\frac{N}{n}}} \quad (4.1), \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – среднеквадратическая погрешность единичного измерения;  
 $N$  – общее число измерений;  
 $n$  – число пунктов.

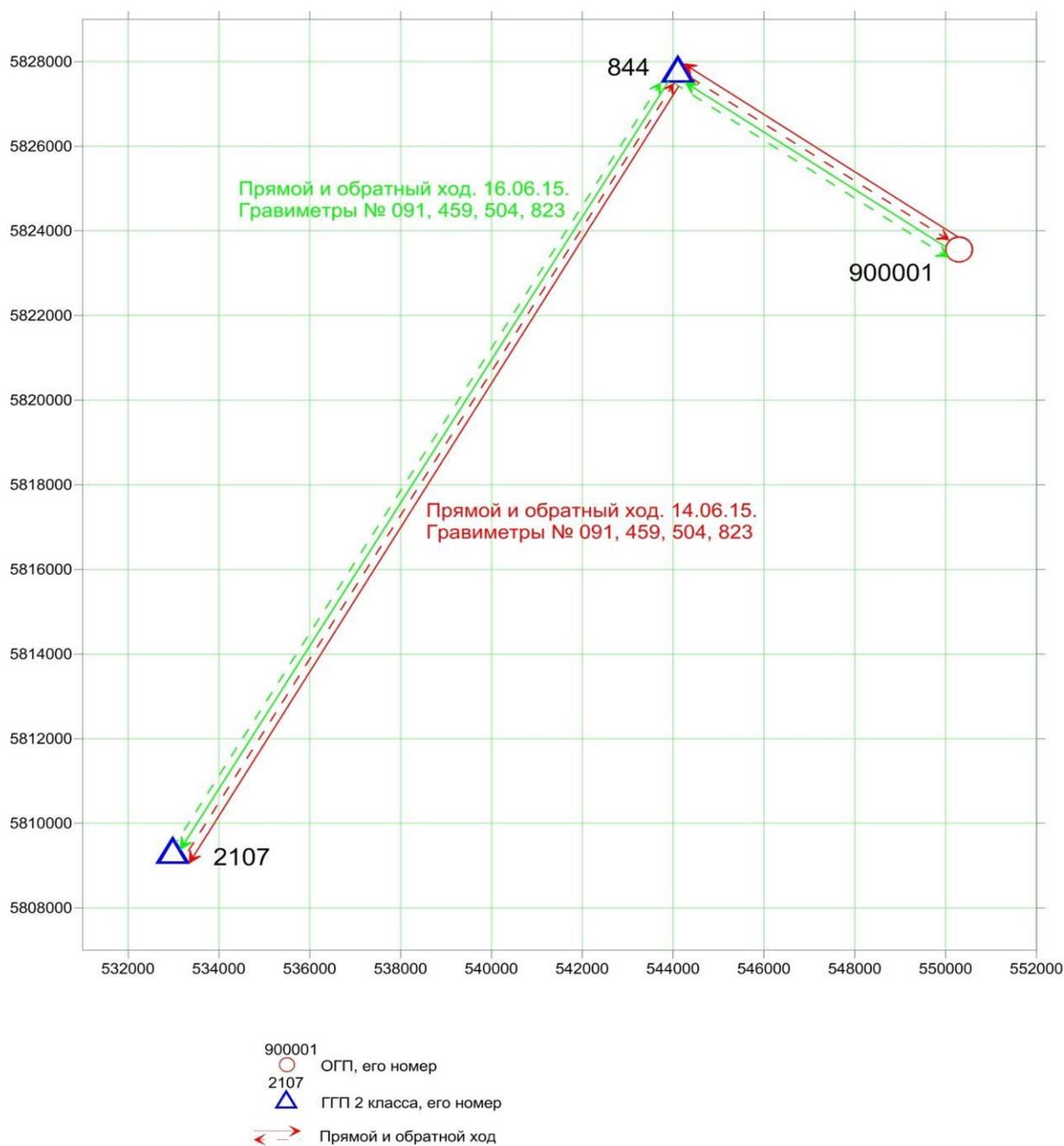


Рисунок 4.10 – Схема рейсов опорной сети

Значение  $\varepsilon$  вычисляется по формуле 4.2:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{N-n}} \quad (4.2), \quad (2)$$

где  $\delta$  – отклонения измеренных значений  $\Delta g$  от средних.

*Рядовая гравиметрическая съемка*

Согласно Технического задания на участке Райгородок рядовая гравиметрическая съемка выполнялась с диагональным направлением профилей (с юга-востока на северо-запад). Съемка выполнялась пешим ходом с шагом 20м, расстояние между профилями составляло 200м. Схема обработки гравиметрических измерений представлена на Рис. 4.11.

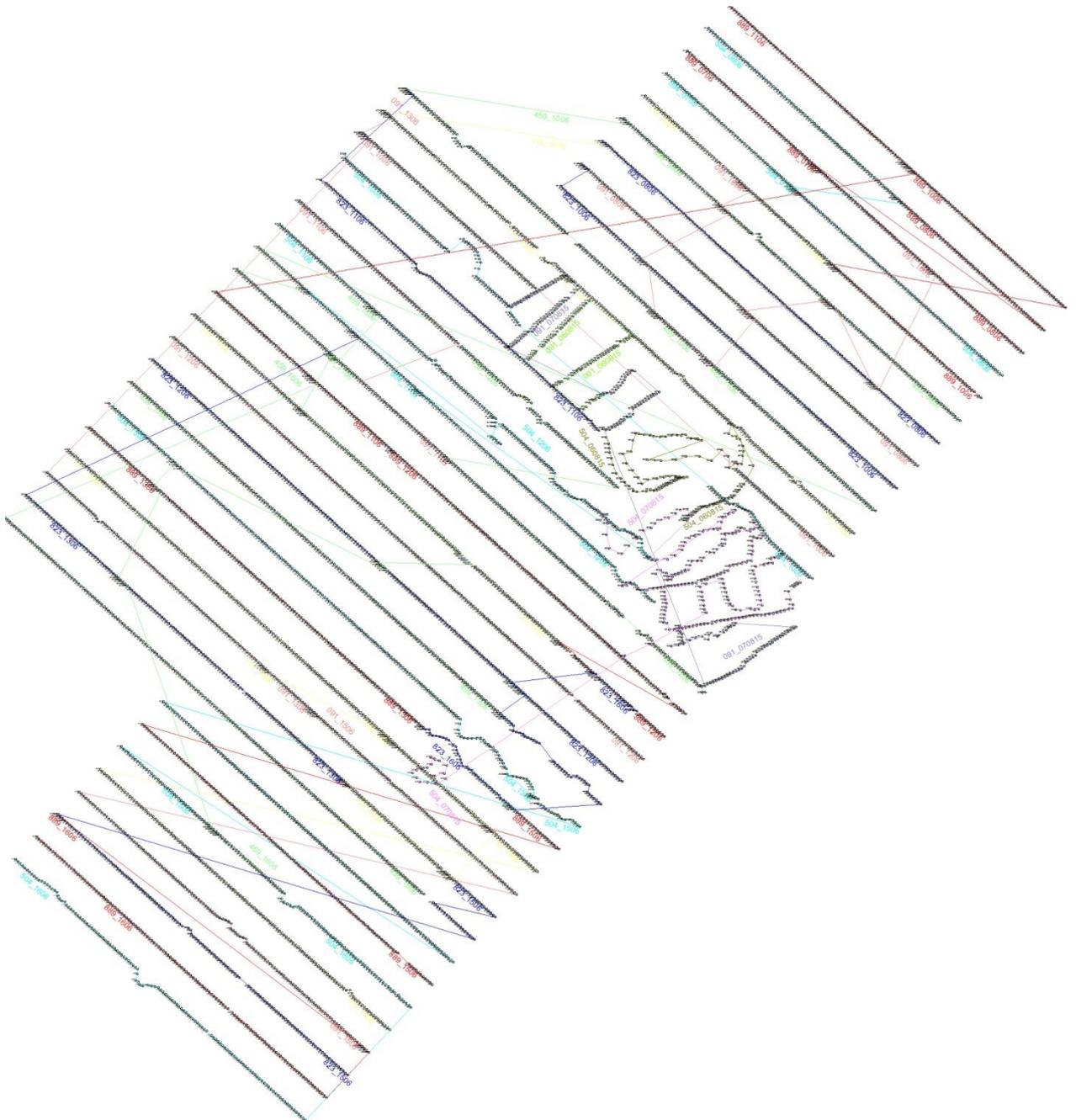


Рисунок 4.11 – Схема обработки гравиметрических измерений

Гравиметрические измерения выполнены шестью бригадами. В состав каждой бригады входили один оператор-гравиметрист и один геодезист.

Для проведения рядовой съемки всего было задействовано шесть гравиметров (№№ 091, 116, 459, 504, 823, 889). Общий объем рядовых гравиметрических точек составил 6550 пунктов, контрольных точек 230 пунктов (3,51% от общего числа точек наблюдения).

Ежедневный контроль работы гравиметров осуществлялся измерениями в начале и конце работы на контрольном полевом опорном пункте ОГП-1000. Рядовые гравиметрические измерения проводились по однократной методике, рейсы начинались и заканчивались от основного ОГП-900001. Для предварительной обработки гравиметрических материалов использовалось условное значение наблюденного поля – 985000 (ОГП-900001).

Наблюдения на рядовом пункте выполнялись в следующей последовательности. После выхода бригады в район проектной точки профиля с заданными координатами, антенна DGPS, установленная на вешке 1,8-2,0 м, выставлялась в радиусе не более 0,2 м от координат данной точки. Фиксировались фактические координаты и высота этого пункта. В эту точку устанавливался гравиметр SCINTREX CG-5 Autograv и выполнялись гравиметрические измерения. В случае естественных препятствий (резкие изменения рельефа – более 0,3 м в радиусе 0,5 м, кустарники и т.д.) местоположение точки смещалось до 5÷10 м.

Каждое наблюдение на рядовом пункте состояло не менее чем из 2-х циклов продолжительностью по 20 секунд. При расхождениях на более 0.01 мГал проводились дополнительные измерения до получения группы не менее чем из 3 отсчетов с расхождениями между ними не более 0.03 мГал. Продолжительность рейсов определяется линейностью сползания нуля-пункта гравиметров и, как правило, не превышала 10 часов. Передвижение гравиметрической бригады от точки к точке осуществлялось пешим порядком.

## 5 Геологическая интерпретация

### 5.1 Результаты электроразведочных работ методом ВП-СГ

#### *Аномальная зона А-6*

Комплексные геофизические работы 2015г. являются продолжением аэрогеофизических работ 2014г. На основе геологической интерпретации комплексных аэрогеофизических данных были выделены перспективные аномальные зоны. Так, например, на Рис. 5.12 представлена аномалия А-6, которая по результатам истолкования была рекомендована к заверке наземными геофизическими работами.

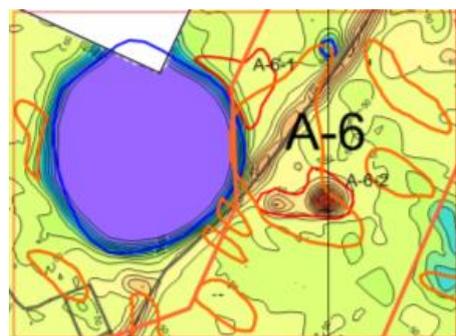
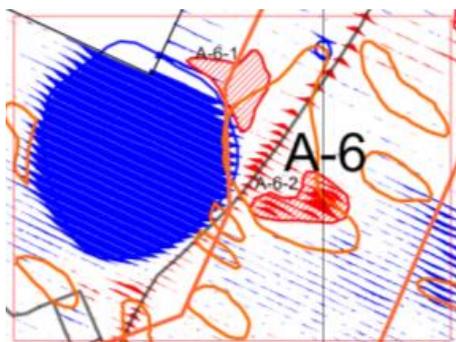
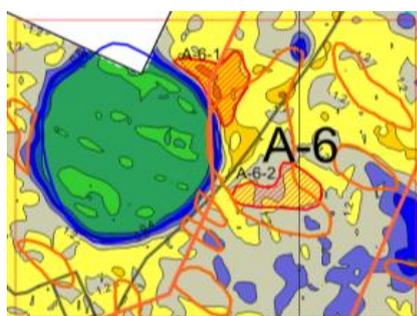


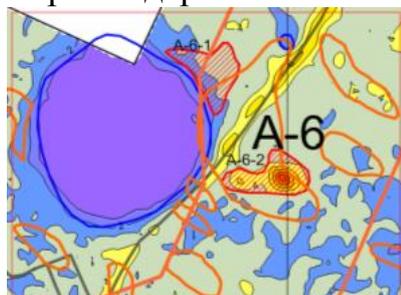
Схема графиков и карта изолиний мощности экспозиционной дозы гамма-излучения



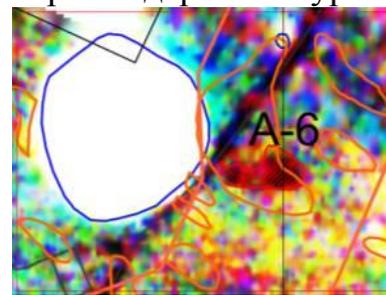
Карта содержаний калия



Карта содержаний урана



Карта содержаний тория



Имидж-синтез содержаний К, U, Th

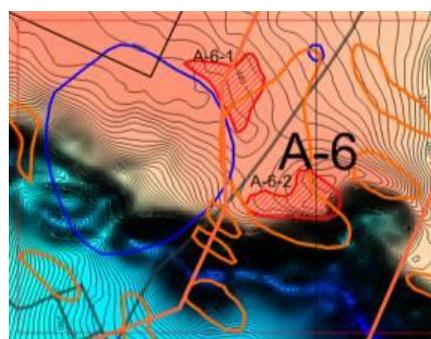
Рисунок 5.12 – Радиогеохимическая характеристика АГС аномалии А-6

Малоинтенсивная аномалия А-6-1 калиевой природы приурочена к южной части Северного гранитоидного массива, расположена в области экзоконтакта гранитоидов с отложениями порфирировой толщи верхнего

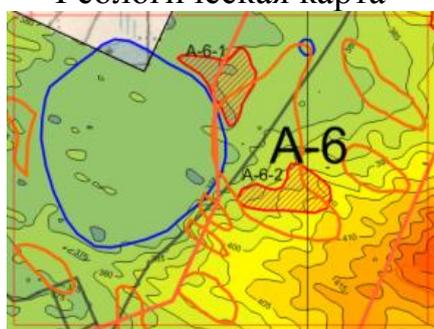
ордовика ( $O_3^6$ ), в полосе влияния Балыктинской зоны разломов запад-северо-западного простирания. С юга аномалия обрезана водной поверхностью озера. Не исключено ее продолжение под дном озера. Восточная часть аномалии находится в контуре первичного ореола золота.



Геологическая карта



Магнитное поле



Рельеф дневной поверхности



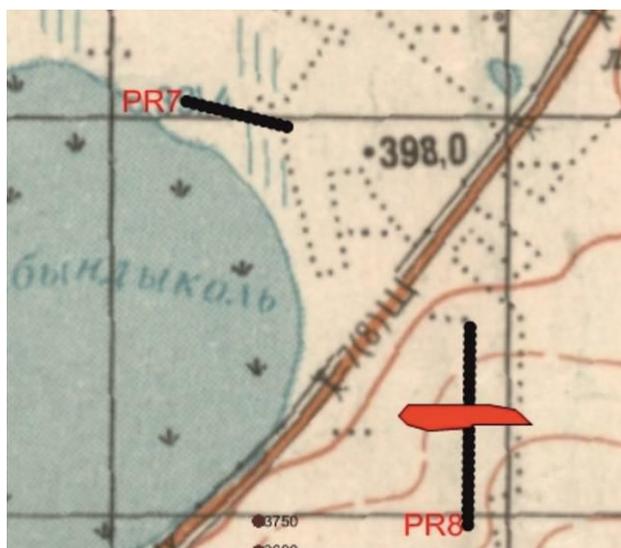
Местоположение на топокарте

Рисунок 5.13 – Геологическая, магнитометрическая и геоморфологическая характеристика АГС аномалии А-6

Аномалия А-6-2 торий-уран-калиевой природы установлена в пределах новоднепрское периферии положительной интенсивной аномалии магнитного поля в зоне экзоконтакта габбро-диоритов ранне-силурийского возраста ( $V\beta O_3$ ) с образованиями порфиритовой толщи верхнего отдела ордовика ( $O_3^6$ ), в полосе влияния Балыктинской зоны разломов. Аномалия пространственно находится в контуре ореола золота (Рис. 5.12, 5.13).

Для изучения перспективности выделенных аномалий были заложены проектные профили 7 (аномалия А-6-1) и 8 (аномалия А-6-2) для проведения электроразведочных работ методом ВП-СГ. На Рис. 5.14 представлена схема расположения электроразведочных профилей 7 и 8.

По результатам работ ВП-СГ было обнаружено, что вдоль профиля 7 интенсивность поля поляризуемости не превышает 1.5 мВ/В (Рис. 5.14) и находится в пределах фоновых значений. Этот факт указывает на отсутствие в разрезе пород сульфидных минералов и на отсутствие возможной связи выявленной аномальной зоны радиоактивности с золото-полиметаллическим оруденением.



красным цветом обозначена аномальная зона поляризуемости  
 Рисунок 5.14 – Схема расположения профилей №7 И №8

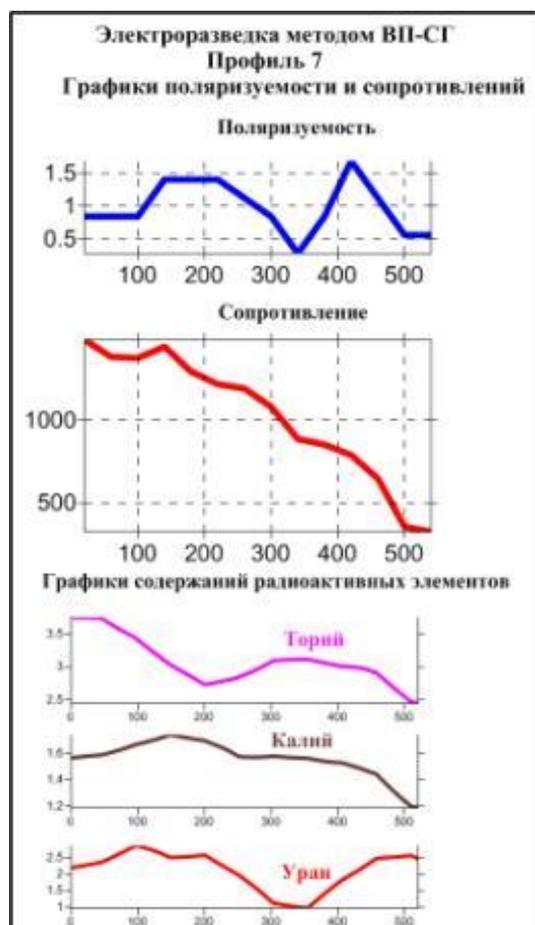
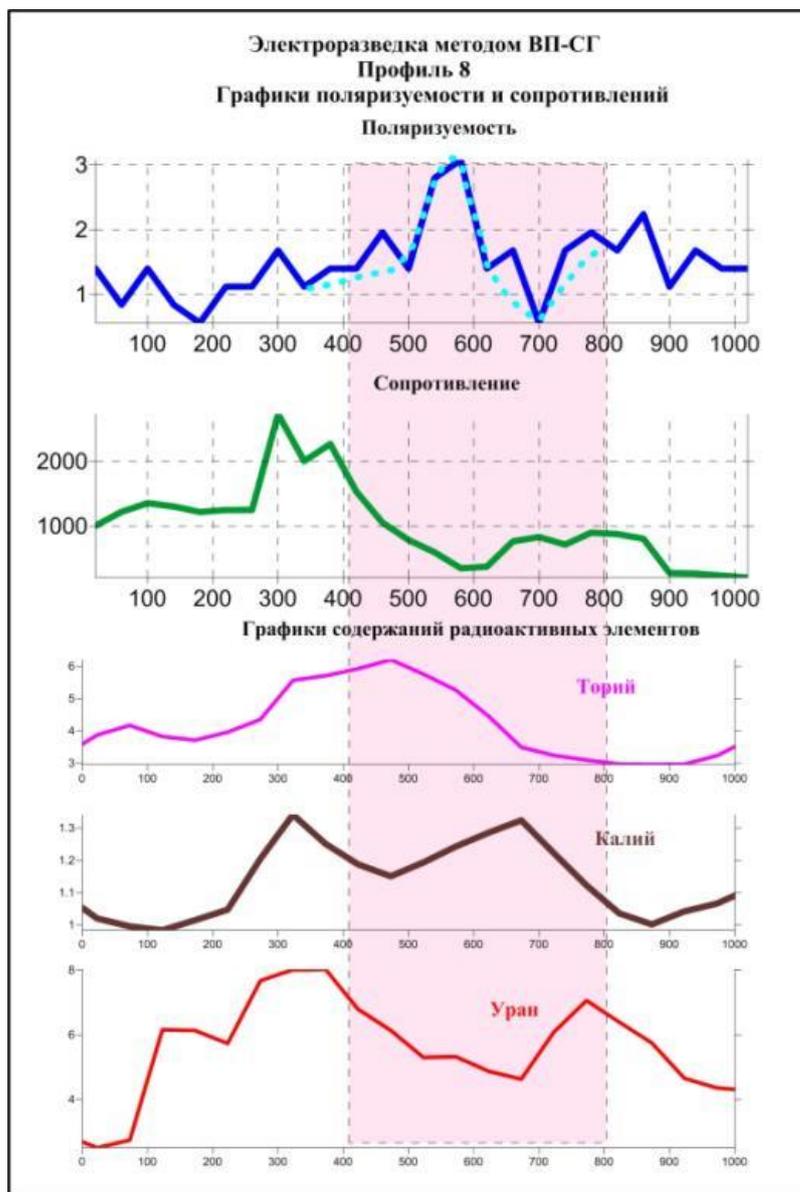


Рисунок 5.15 – Сопоставление графиков кажущегося сопротивления и поляризуемости с данными аэроспектрометрии по профилю №7

На профиле 8 (в интервале пикетов 500-600) при пониженных значениях поля сопротивлений (до 500 Ом) обнаружена аномалия поляризуемости интенсивностью 3.2 мВ/В (фоновая составляющая 1.5 мВ/В) (Рис. 5.16).



*розовый квадрат-аномальная зона, голубым пунктиром показана сглаженная кривая поляризуемости*

Рисунок 5.16 – Сопоставление графиков кажущегося сопротивления и поляризуемости с данными аэроспектрометрии по профилю №8

Интенсивность поля поляризуемости указывает на наличие перспективной зоны на содержание халькопиритовой минерализации. Возможно, такое значение поляризуемости указывает на связь с полиметаллическим оруденением. Для проверки наличия рудного тела рекомендована к бурению скважина №G-pr8 (Рис.5.17).

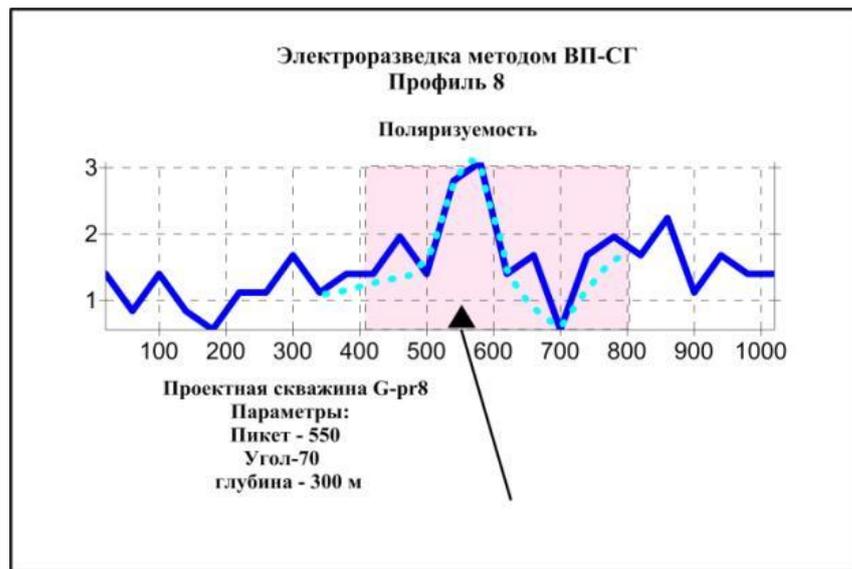


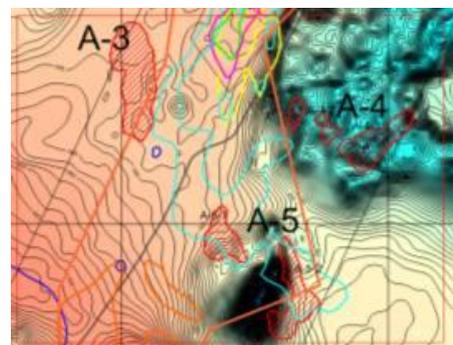
Рисунок 5.17 – Местоположение рекомендуемой к бурению скважины G-PR8

*Аномальная зона А-5-1*

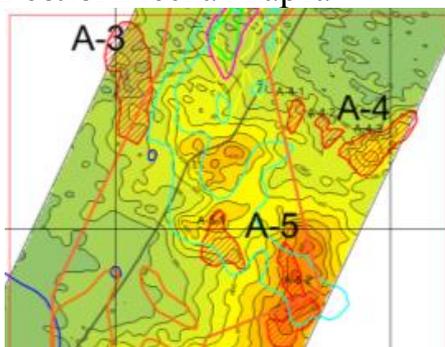
Аномальная зона А-5-1 приурочена к экзоконтакту конгломератовой толщи верхнего ордовика ( $O_3^a$ ) с малой интрузией среднего состава. Аномальная зона А-5 располагается в пределах ранее выявленного вторичного ореола цинка и возможно, картирует участки гидротермального метасоматоза (Рис.5.18).



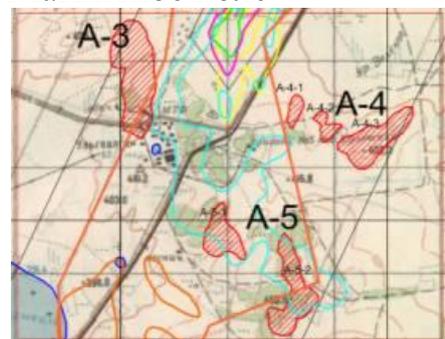
Геологическая карта



Магнитное поле



Рельеф дневной поверхности



Местоположение на топокарте

Рисунок 5.18 – Геологическая, магнитометрическая и геоморфологическая характеристика аномалий А-3, А-4, А-5

Электроразведочный профиль 6 был заложен в субширотном направлении через аномальную зону А-5-1. Работы по оценке перспективности на наличие сульфидов проводились электроразведкой методом ВП-СГ (Рис. 5.19).



Рисунок 5.19 – Схема расположения профиля 6

По результатам проведения электроразведочных работ ВП-СГ вдоль 6 профиля повышенное поле поляризуемости (до 4 мВ/В) обнаружено на его западном окончании (Рис. 5.20).

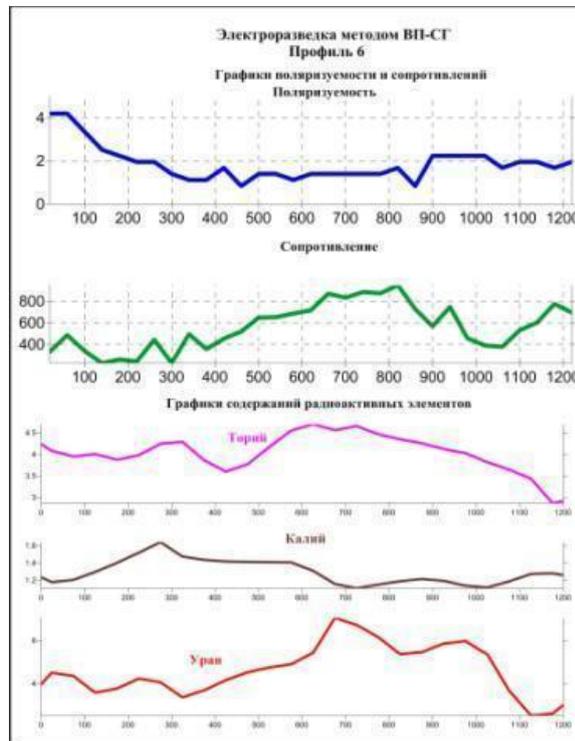


Рисунок 5.20 – Сопоставление графиков кажущегося сопротивления и поляризуемости с данными аэроспектрометрии по профилю 6

Поскольку на западе профиля 6 проходит автодорога, то дальнейшее изучение выявленной по данным электроразведки ВП-СГ аномальной зоны геофизическими методами является затруднительным. Поэтому для оценки перспективности на золото-полиметаллическое оруденение рекомендуется дополнительное изучение данной зоны горными работами (шурфы, канавы меридионального направления).

#### *Профили ВП-СГ №№9,10,14,15,17,18b*

С целью обнаружения зон сульфидной минерализации на западном фланге месторождения Райгородок геофизические профили 1-19b были изучены электроразведкой ВП-СГ. На Рис. 5.21 представлена схема расположения профилей 9, 10, 14, 15, 17, 18b.

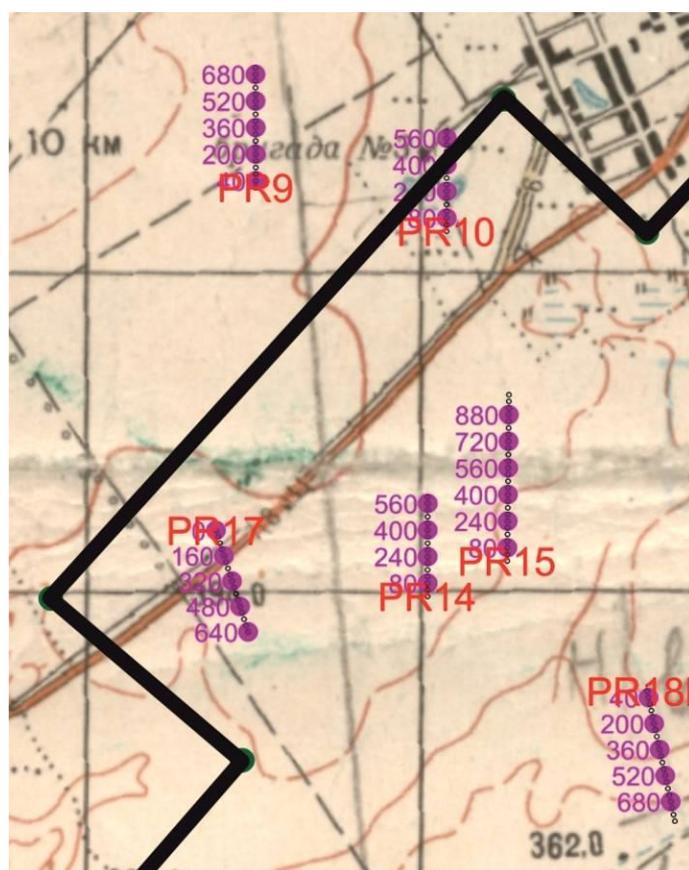


Рисунок 5.21 – Схема расположения профилей 9, 10, 14, 15, 17, 18В

По результатам электроразведки ВП-СГ были построены графики кажущихся сопротивлений и поляризуемости в сопоставлении с данными аэроспектрометрии (Рис. 5.22). Из рисунка видно, что интенсивность поля поляризуемости на всех профилях не превышает 1-1.5 м/мВ (фоновые значения). Отсюда можно сделать вывод об отсутствии в разрезе изучаемого участка зон, связанных с проявлениями сульфидной минерализации.

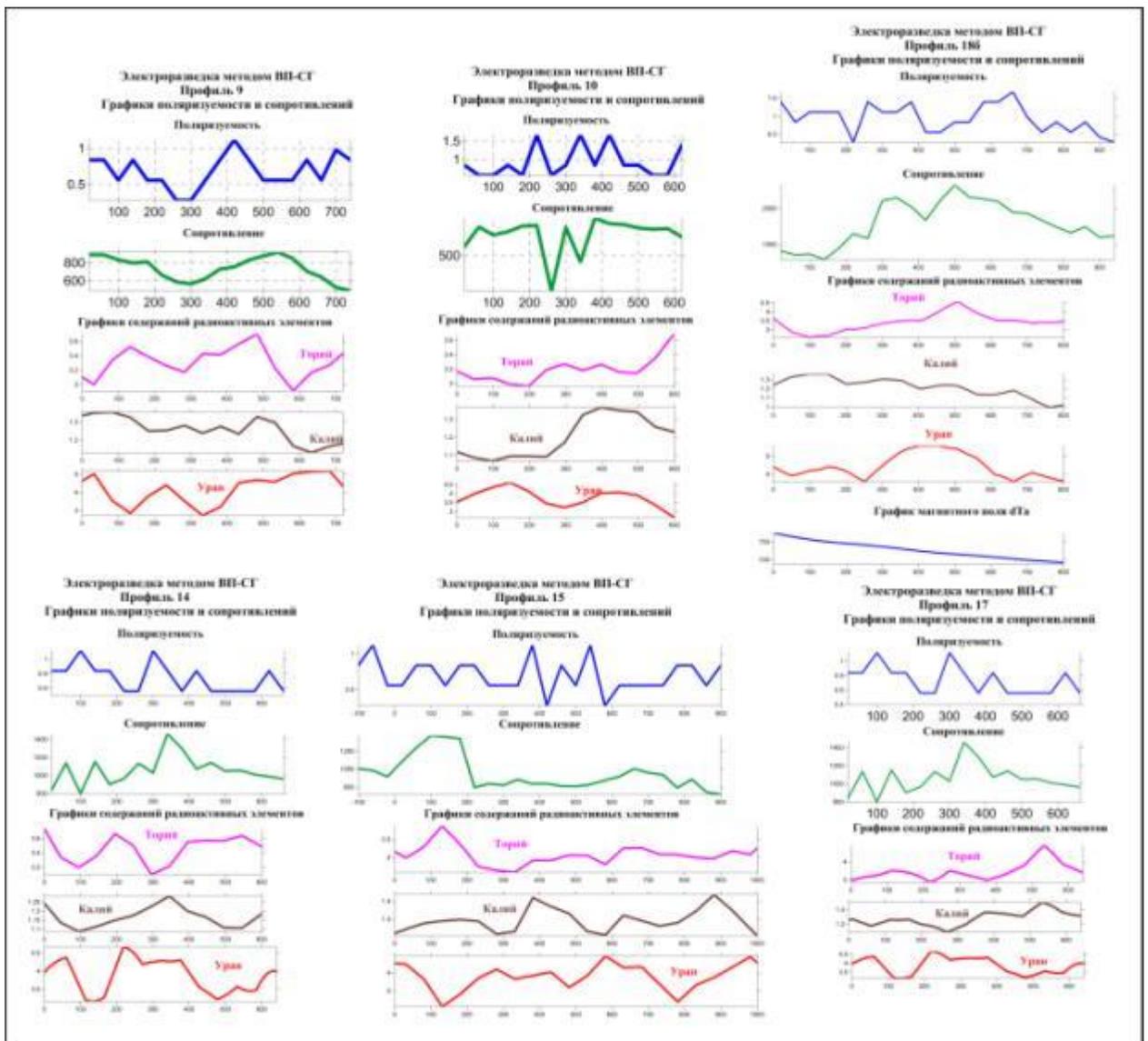


Рисунок 5.22 – Сопоставление графиков кажущегося сопротивления и поляризуемости с данными аэроспектрометрии по профилям 9, 10, 14, 15, 17, 18В

## 5.2 Результаты электроразведочных работ ДЭЗ-ВП и АМТЗ

### Профиль 3

По результатам электроразведочных работ ДЭЗ-ВП по всем профилям были построены схематические геолого-геофизические разрезы. Анализ разрезов кажущихся сопротивлений и поляризуемости, результатов инверсии, сопоставление их с графиками содержания радиоактивных элементов (Рис. 5.23) позволил выделить на профиле №3 три аномальные зоны поляризуемости.

Первая аномальная зона (пикеты 1050-1300) характеризуется максимальными значениями поляризуемости (30-44 мВ/В) в интервале глубин от 170м до 400м. Из рисунка видно, что аномалия поляризуемости с глубиной имеет тенденцию к сужению (Рис. 5.23).

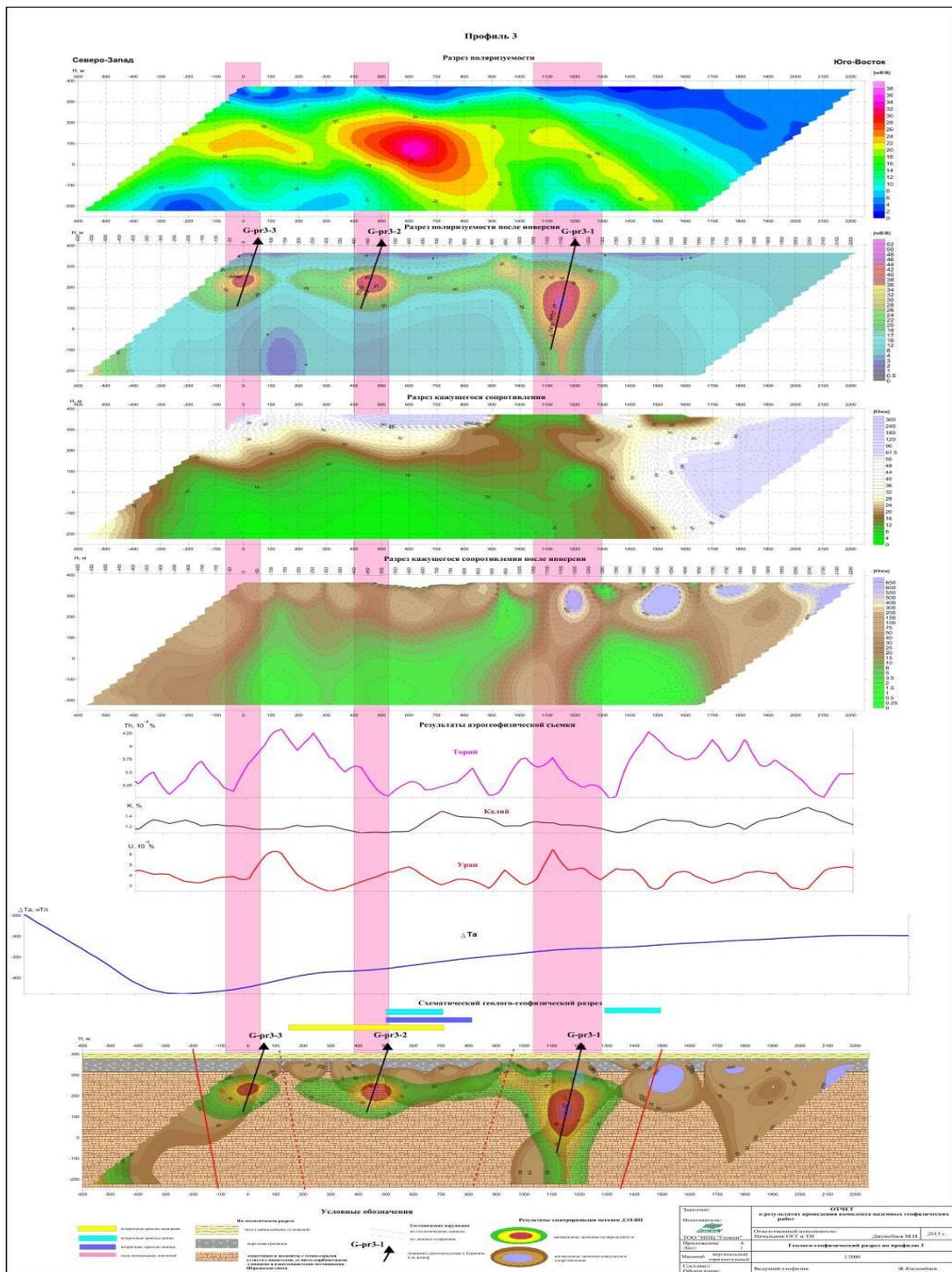


Рисунок 5.23 – Результаты геофизических исследований по профилю 3

Над горными породами, вызвавшими данную интенсивную аномалию поляризуемости, прослеживается слой плотных непроницаемых пород с сопротивлением до 700 Омм (при фоновых значениях 100-200 Омм).

Аномальная зона 1 характеризуется низкими значениями кажущихся сопротивлений (более 600 Омм), пониженным содержанием урана, тория и

калия. Весь профиль 3 находится в зоне отрицательного магнитного поля до -250нТл.

На пикетах 400-474 и -75-50 по идентичным геофизическим критериям были выделены зоны аномальной поляризации 2 и 3 с интенсивностью 30-42 мВ/В. Обе зоны имеют линзообразную форму, залегают в интервале глубин от 150м. до 250м. и, в отличии от первой зоны, имеют преимущественно горизонтальное простирание.

Все зоны отмечены в геохимических полях вторичными ореолами мышьяка, цинка и свинца.

Выделенные аномальные зоны поляризуемости по 3 профилю по интенсивности кажущегося сопротивления, поляризуемости, глубине аномалии, местоположению охарактеризованы в Таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Параметры аномальных зон поляризуемости по профилю 3

№пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектной скважины
1	Аном зона-1	1050-1300	30-44 мВ/В	30-100 Омм	До 450 м	Номер - G-pr-3-1 Пикет – 1200 Н=500м Угол – -70 гр.
2	Аном зона-2	400-475	30-42 мВ/В	30-50 Омм	До 250 м	Номер - G-pr-3-2 Пикет – 500 Н=300м Угол – -65 гр.
3	Аном зона-3	-75 - 50	30-38 мВ/В	30-50 Омм	До 250 м	Номер - G-pr-3-3 Пикет – 50 Н=300м Угол – -65 гр.

#### *Профиль 4*

По результатам электроразведочных исследований ДЭЗ-ВП на профиле №4 выделены 2 аномальные зоны поляризуемости с двумя интенсивными максимумами (Таблица 5.9)

Вторая аномальная зона (пикеты 650-850) имеет максимальные значения поляризуемости (от 20 до 34 мВ/В) в интервале глубин от 20м до 70м (Рис. 5.24) и примыкает с юго-востока к плотным непроводящим породам. Она находится на границе коры выветривания с рифейскими отложениями Шарыкской свиты и характеризуется низкими значениями поля сопротивлений до 50 Омм.

Таблица 5.9 – Параметры аномальных зон поляризуемости по профилю 4

№пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектной скважины
-----	----------	--------	----------------	---------------	------------------	------------------------------

1	Аном зона-1	400-500	20-28 мВ/В	до 50 Ом	До 100 м	Номер - G-pr-4-1 Пикет – 420 Н=150м Угол – -65 гр.
2	Аном зона-2	650-850	20-34 мВ/В	до 50 Ом	До 80 м	Номер - G-pr-4-2 Пикет – 800 Н=150м Угол – -65 гр.

Первая расположена с северо-восточной границы профиля и обладает аномальной поляризацией с интенсивностью 20-28 мВ/В. Аналогично первой, зона №1 лежит на границе коренных пород и коры выветривания.

Обе зоны имеют линзообразную форму горизонтального простирания и отмечены в геохимических полях вторичными ореолами мышьяка и меди.

### *Профиль 5*

По результатам электроразведочных исследований ДЭЗ-ВП на профиле №5 выделены 2 аномальные зоны с характерными высокими максимумами значений поляризуемости. (Таблица 5.10)

Таблица 5.10 – Параметры аномальных зон поляризуемости по профилю 5

№пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектной скважины
1	Аном зона-1	800-1200	30-50 мВ/В	до 50 Ом	До 230 м	Номер - G-pr-5-1 Пикет – 1050 Н=300м Угол – -65 гр.
2	Аном зона-2	250-550	30-50 мВ/В	до 50 Ом	До 280 м	Номер - G-pr-5-2 Пикет – 510 Н=300м

Первая аномальная зона (пикеты 800-1200) имеет максимальные значения поляризуемости (30-50 мВ/В) в интервале глубин от 40м до 300м, с ярко выраженной тенденцией сужения на глубину (Рис. 5.25). Она находится в зоне тектонического нарушения и характеризуется пониженными значениями кажущегося сопротивления (до 30-50 Ом).

На пикетах 250-550 расположена аномальная зона 2, с интенсивностью поляризации 30-50 мВ/В. Зона имеет линзообразную форму горизонтального простирания и залегает в интервале глубин от 50 м до 280 м.

Обе зоны отмечены в геохимических полях вторичных ореолов мышьяка, меди, свинца (зона 1) и цинка (зона 2).

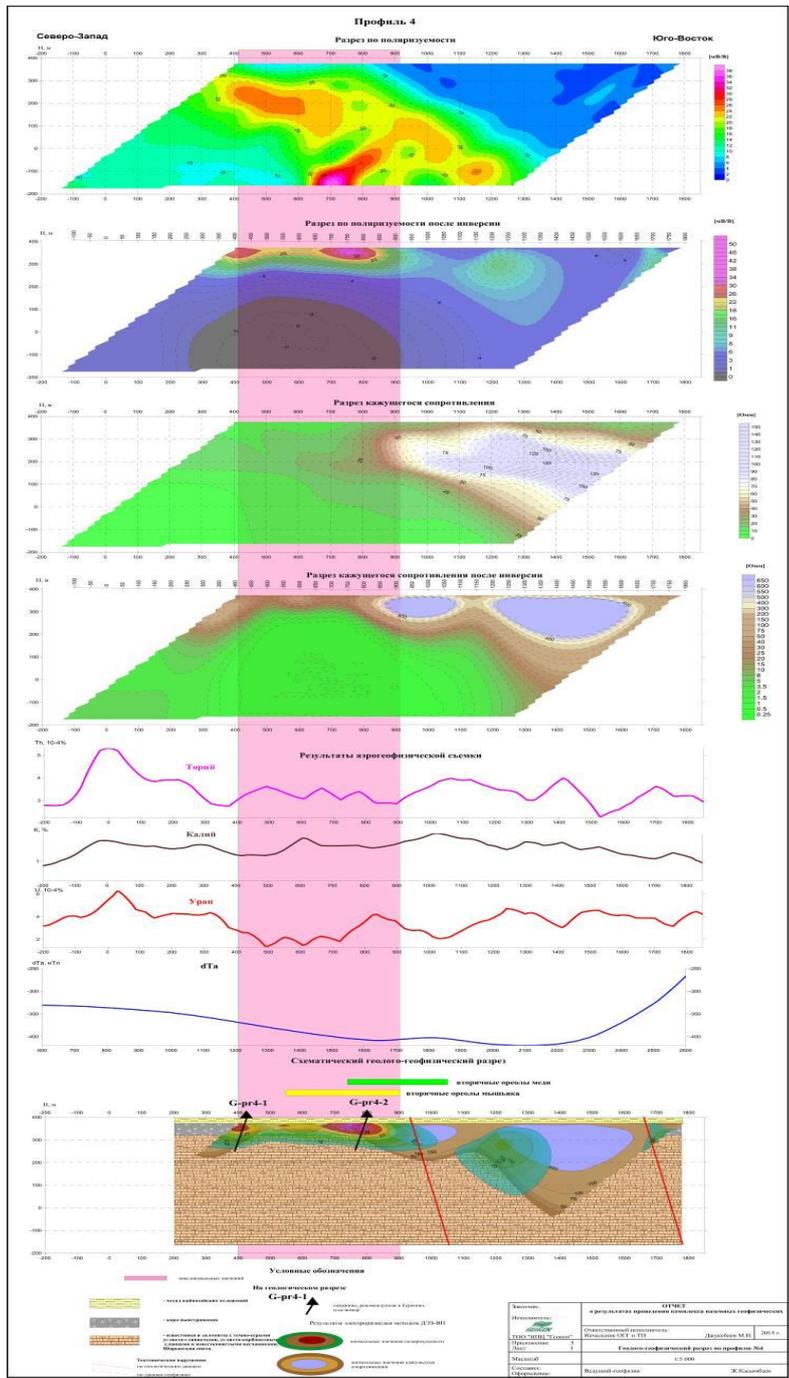


Рисунок 5.24 – Результаты геофизических исследований по профилю 4

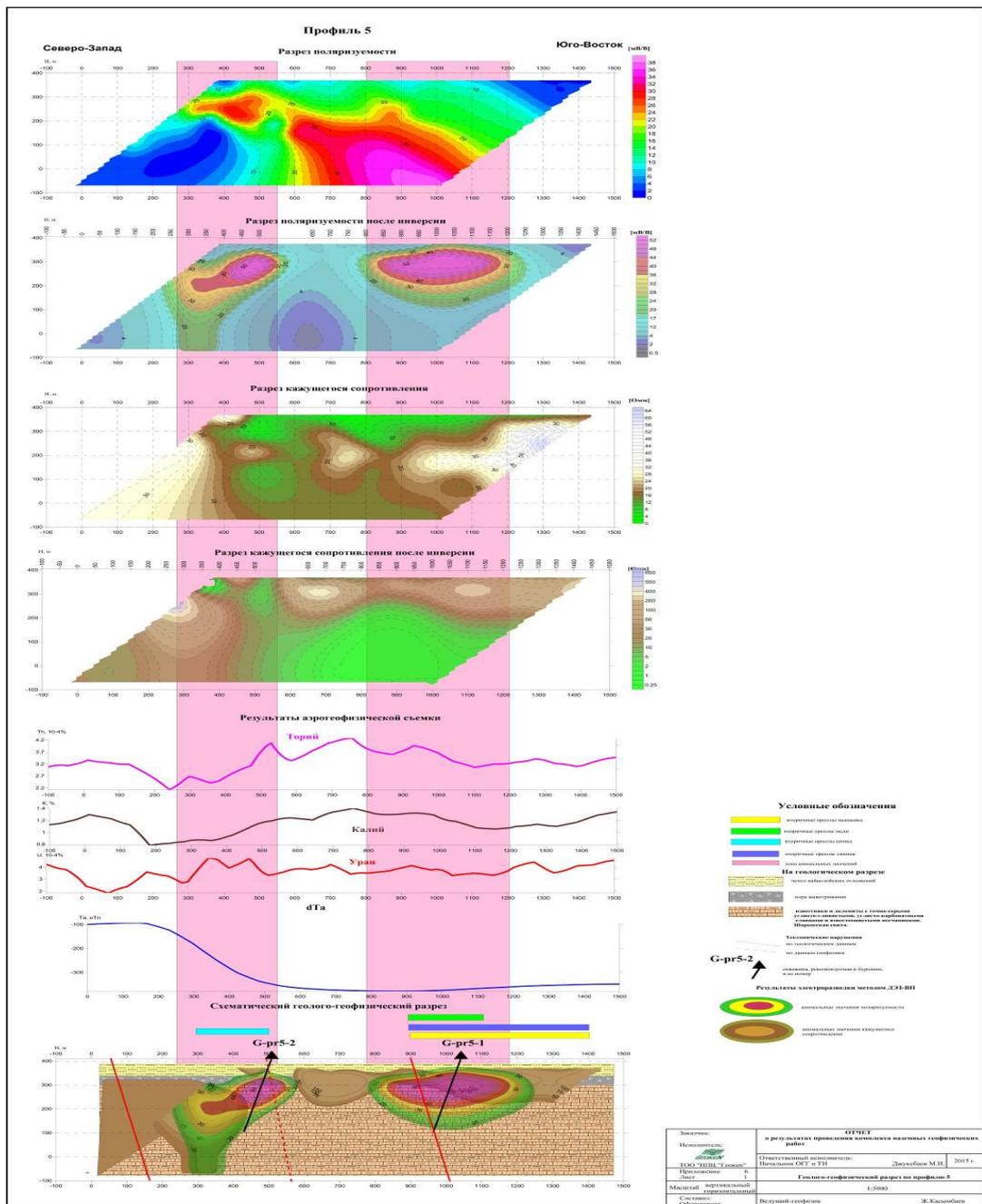


Рисунок 5.25 – Результаты геофизических исследований по профилю 5

На Рис. 5.26 представлен геолого-геофизический разрез по всем трем рассмотренным профилям. Мы видим, что результаты интерпретации согласуются друг с другом по всем трем линиям. Общим являются также и интенсивности поляризуемости, низкие значения кажущегося сопротивления, приуроченность к отрицательному магнитному полю с примерно одинаковыми значениями вектора напряженности, невысоких значений радиоактивности.

Наличие высоких значений поля поляризуемости на всех зонах указывает, что горные породы, имеют в своем составе углистую и частично сульфидную минерализацию. Низкие сопротивления связаны, вероятно, с повышенной трещиноватостью и или скрытыми тектоническими нарушениями.

Наличие в разрезе аномальных зон поляризуемости указывает на их возможную связь с золотосульфидными месторождениями с дисперсным типом золота, характерным для углеродосодержащих толщ.



Рисунок 5.26 – Результаты геофизических исследований по профилям 3, 4 и 5

### Профили 18, 18а и 19

В 1300 м к юго-востоку от карьера Южный Райгородок по результатам комплексных аэрогеофизических работ 2014г. была выделена аномалия А-7-4 повышенных содержаний калия, урана и тория. Аномалия А-7-4 расположена в зоне экзоконтакта отложений конгломератовой толщи верхнего ордовика ( $O_3^a$ ) с габбро-диоритами ранне-силурийского возраста ( $V\beta O_3$ ), проявленными интенсивной магнитной аномалией северо-восточного простирания. На Рис. 5.27 и 5.28 представлены радиогеохимическая, геологическая, магнитометрическая и геоморфологическая характеристика АГС аномалии А-7-4

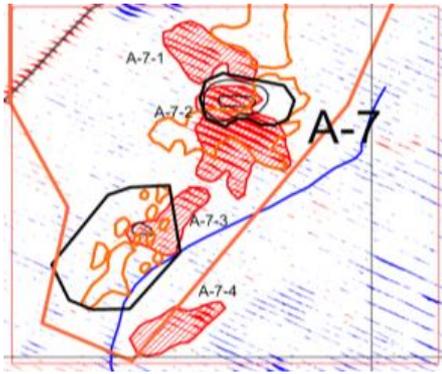
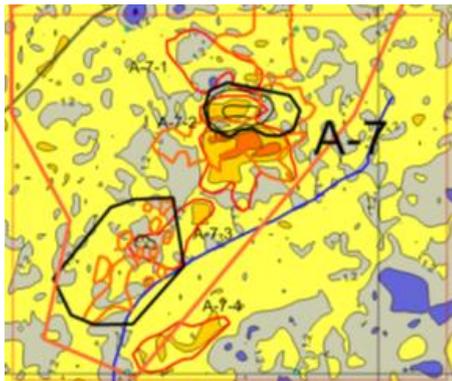
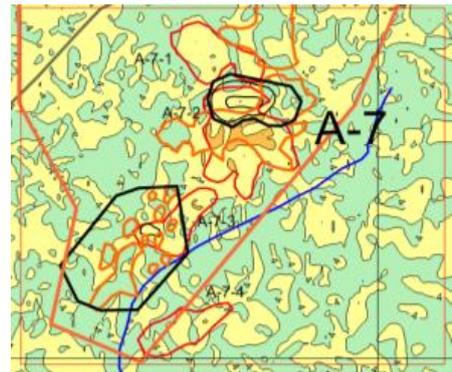


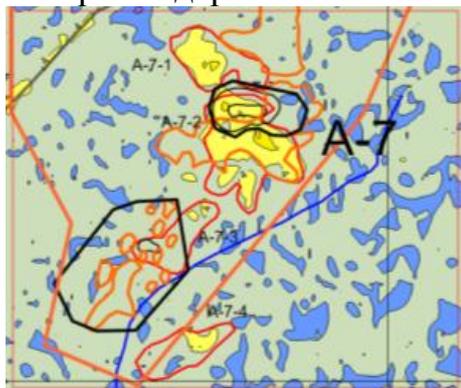
Схема графиков и карта изолиний мощности экспозиционной дозы гамма-излучения



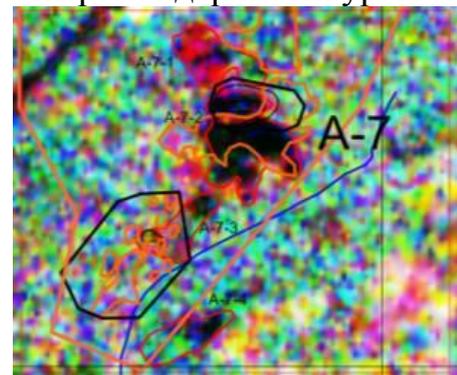
Карта содержаний калия



Карта содержаний урана

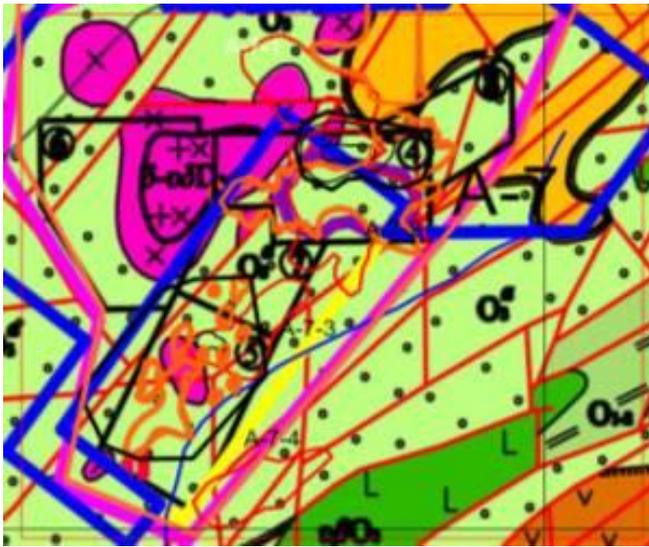


Карта содержаний тория

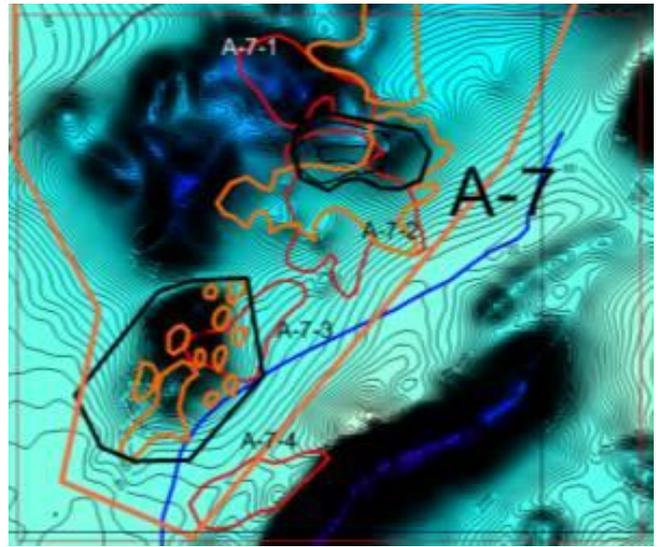


Имидж-синтез содержаний К, U, Th

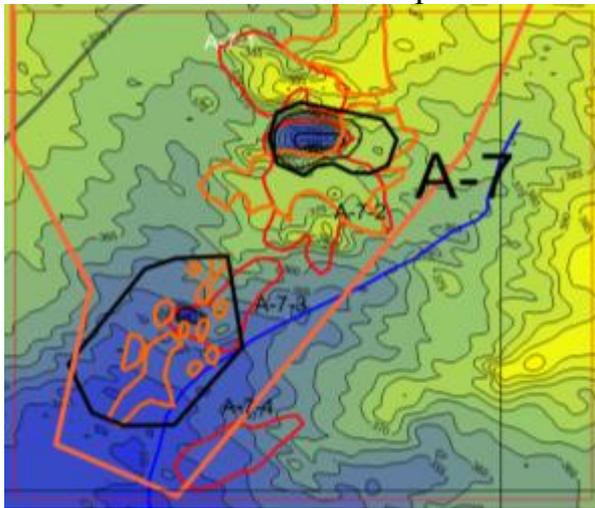
Рисунок 5.27 – Радиогеохимическая характеристика АГС аномалии А-7-4



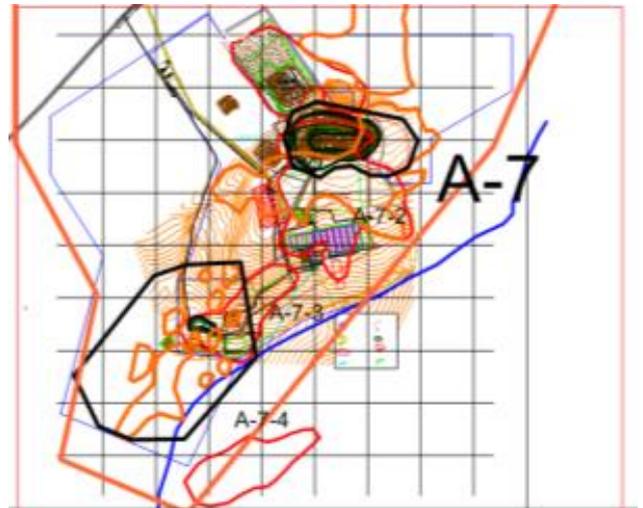
Геологическая карта



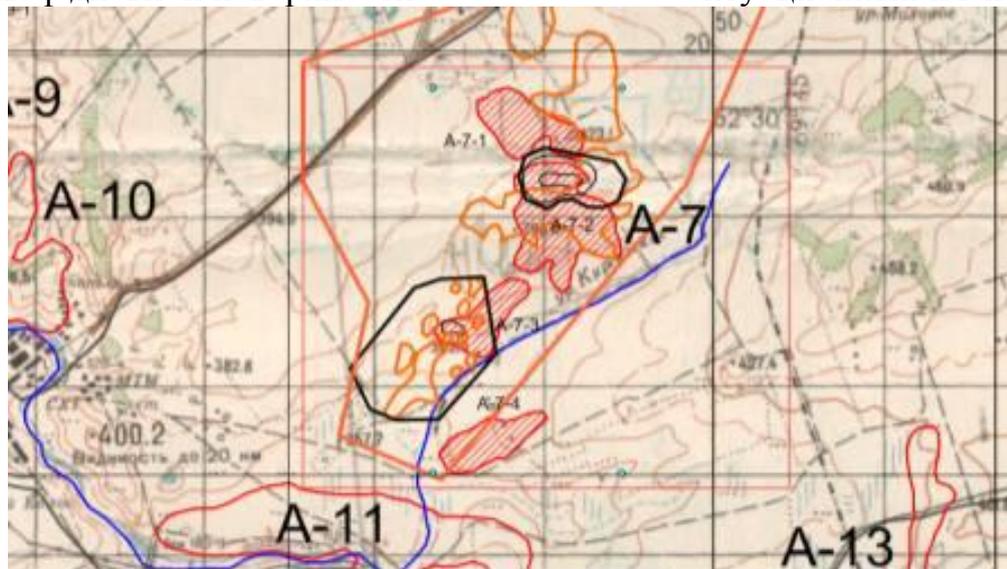
Магнитное поле



Рельеф дневной поверхности



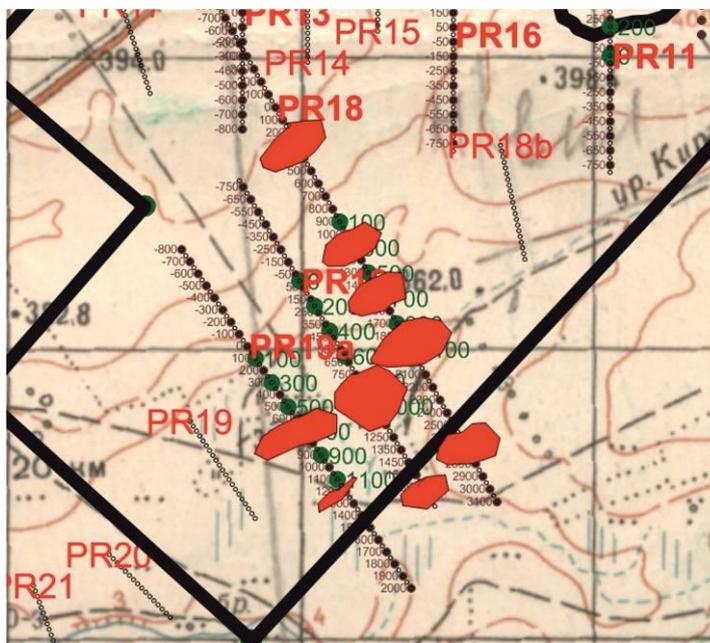
Ситуационный план



Местоположение на топокарте

Рисунок 5.28 – Геологическая, магнитометрическая и геоморфологическая характеристика АГС аномалии А-7-4

При выполнении электроразведочных работ, кроме метода ВП-СГ были отработаны профили электротомографии (ДЭЗ-ВП) и проведены опытные работы АМТЗ. На Рис. 5.29 представлена схема расположения профилей ДЭЗ и АМТ 18, 18а, 19а. На Рис. 5.30 показано расположение этих профилей на геологической карте



*красным цветом показаны аномальные зоны поляризуемости*

Рисунок 5.29 – Схема расположения профилей ДЭЗ и АМТ 18,18А и 19А

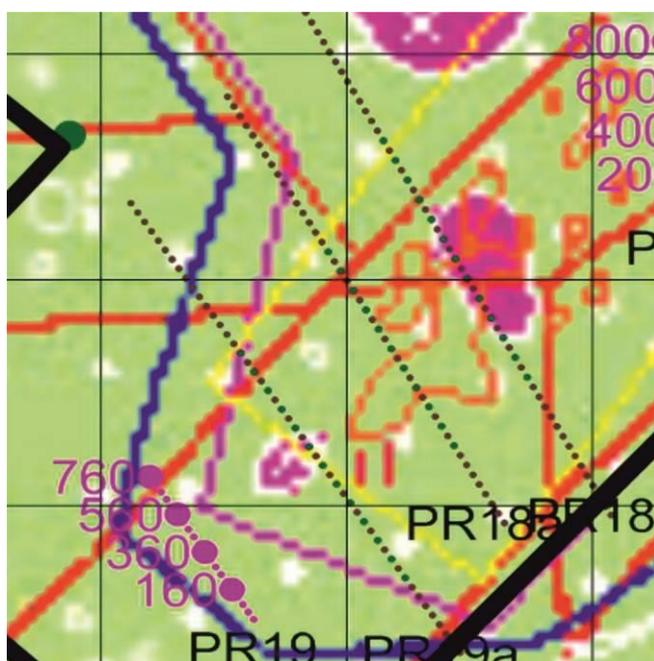


Рисунок 5.30 – Схема расположения профилей 18, 18А и 19А на геологической карте

### Профиль 18

По результатам электроразведочных исследований ДЭЗ-ВП и АМТ на профиле 18 был построен геолого-геофизический разрез (Рис. 5.31). По результатам анализа данного разреза были выделены 5 аномальных зон поляризуемости (Таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Параметры аномальных зон поляризуемости по профилю 18

№ пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектных скважин
1	Аном зона-1	2400-2800	14-30 мВ/В	В градиентной зоне	30-350 м	Номер - G-pr-18-1 Пикет – 2740 Н=300м Угол – -70 гр. Номер - G-pr-18-2 Пикет – 2580 Н=400м Угол – -70 гр
2	Аном зона-2	1750-1950	14-18 мВ/В	Высокие более 1000 Омм	Верхняя кромка 250 м	Номер - G-pr-18-3 Пикет – 2030 Н=650м Угол – -70 гр.
3	Аном зона-3	1400-1550	13-34 мВ/В	600-800 Омм	50-170 м	Номер - G-pr-18-4 Пикет – 1500 Н=200м Угол – -65 гр.
4	Аном зона-4	1050-1150	14-20 мВ/В	Градиентная зона 600-1000 Омм	Верхняя кромка 400 м	Номер - G-pr-18-5 Пикет – 1000 Н=650м Угол – 75 гр.
5	Аном зона-5	100-300	14-25 мВ/В	300-400 Омм	Верхняя кромка 280 м	Номер - G-pr-18-6 Пикет – 1000 Н=650м Угол – 75 гр.

Зона 1 расположена на пикетах 2400-2800 и имеет два ярко выраженных максимума поляризуемости интенсивностью до 30 мВ/В, наиболее интенсивные значения находятся на периферии высоких значений поля сопротивлений (в градиентной зоне), для изучения зоны 1 рекомендованы проектные скважины G-pr-18-1 и G-pr-18-2 (Рис. 5.31).

Зона 2 находится в зоне высоких сопротивлений, которые проявляются в массиве габбро-диоритов, и в поле поляризуемости выражена средними значениями до 18 мВ/В. Эта зона подтверждается данными геохимии, здесь выявлены первичные ореолы золота 0.2 и более г/т. Параметры аномалии показаны в Таблице 5.11.

Зона 3 характеризуется аномалией поляризуемости небольшой формы (протяженность до 200м) и сравнительно неглубоким залеганием от 50 до 170 м. Для изучения этой зоны рекомендована скважина G-pr-18-4.

Зона 4 расположена на контакте вмещающих пород с интрузивным телом (градиентная зона в поле сопротивлений) и описывается двумя максимумами в поле поляризуемости (со значениями 14-20 мВ/В). Аномалия заверяется проектной скважиной G-pr-18-5, геометрическое положение которой проходит через оба максимума зоны. Интенсивность аномалии соответствует наличию сульфидов в приконтактной зоне.

Верхняя кромка аномальной зоны 5 расположена на глубине 280 м, продолжением повышенных значений поля поляризуемости на глубину более 600м. Зона характеризуется средними значениями поляризуемости – 14-25мВ/В и сопротивлений 300-400 Ом. Зона 5 ярко проявлена в поле проводимости (желтый цвет) на разрезе удельного электрического сопротивления (УЭС), полученного по данным аудиоманнитотеллурического зондирования. Поле проводимости (пикеты 300-400) имеет столбообразную форму и оконтуривается полем высоких значений УЭС. Низкие значения УЭС косвенно указывают на наличие в разрезе проводящих тел (сульфидов). Изучение зоны рекомендуется буровыми работами с проектной скважиной G-pr-18-6.

### *Профиль 18а*

По результатам электроразведочных исследований ДЭЗ-ВП и АМТ на профиле 18 выделены 2 аномальные зоны поляризуемости (Таблица 5.12).

Таблица 5.12 – Параметры аномальных зон поляризуемости по профилю 18а

№пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектных скважин
1	Аном зона-1	450-1000	14-30 мВ/В	В градиентной зоне	50-600 м	Номер - G-pr-18a-1 Пикет – 500 Н=600м Угол – 45 гр.
1	Аном зона-2	1170-1470	6-10 мВ/В	В максимальных значениях	50-600 м	Номер - G-pr-18a-2 Пикет – 1420 Н=600м Угол – -70 гр.

Аномальная зона 1, расположенная на пикетах 450-100 (Рис. 5.32), находится в приконтактной области интрузивного массива с вмещающими породами, в зоне тектонического разлома. Аномалия характеризуется повышенными значениями поля поляризуемости 14-30 мВ/В, с двумя ярко выраженными максимумами. Перспективность зоны подтверждается в поле УЭС (АМТ) наличием зон проводимости по краям аномальной зоны. Для

заверки зоны рекомендуется к бурению проектная скважина G-pr-18a-1, проходящая через оба максимума поляризуемости.

Зона 2 находится в зоне высоких сопротивлений (интрузивный массив) и описывается невысокими значениями поля поляризуемости 6-10 мВ/В. Значения поляризуемости указывает на халькопиритовую минерализацию. Зона расположена в интервале глубин 50-600м и рекомендуется к бурению проектной скважиной G-pr-18a-2.

### *Профиль 19а*

По результатам электроразведочных исследований ДЭЗ-ВП и АМТ на профиле 18а выделены 2 аномальные зоны поляризуемости (Таблица 5.13).

Таблица 5.13 – Параметры аномальных зон поляризуемости по профилю 19

№пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектных скважин
1	Аном зона-1	1150-1300	22-42 мВ/В	В зоне градиента от 600 до 2000 Омм	50-150м	Номер - G-pr-19a-1 Пикет – 1240 Н=200м Угол –70 гр.
1	Аном зона-2	600-950	22-46 мВ/В	В зоне градиента от 600 до 2000 Омм	200-600 м	Номер - G-pr-19a-2 Пикет – 600 Н=600м Угол – -65 гр.

Зона 1 прослеживается на глубинах от 50 до 100м. и характеризуется довольно высокими значениями поля поляризуемости от 22 до 42 мВ/В.

Характерной особенностью зоны является ее расположение в зоне градиента поля сопротивлений. Для изучения зоны рекомендуется заложение неглубокой скважины до 200 м на пикете 1240 номер – G-pr-19a-1.

Особенностью аномальной зоны 2 является ее расположение между двумя аномалиями высоких сопротивлений, порядка до 2000 Омм. При этом высокие значения поляризуемости порядка 22-46 мВ/В, лежат в зоне градиента поля сопротивлений, с переходом в зону низких (до 400 Омм). Расположение зоны подтверждается наличием зоны проводимости в поле УЭС по данным магнитотеллурического зондирования. Глубина верхней кромки зоны наблюдается на глубине на 200м. с ярко выраженной тенденцией сужения поляризуемого тела на глубину. Для заверки зоны рекомендована проектная скважина G-pr-19a-2 с устьем на пикете 600.

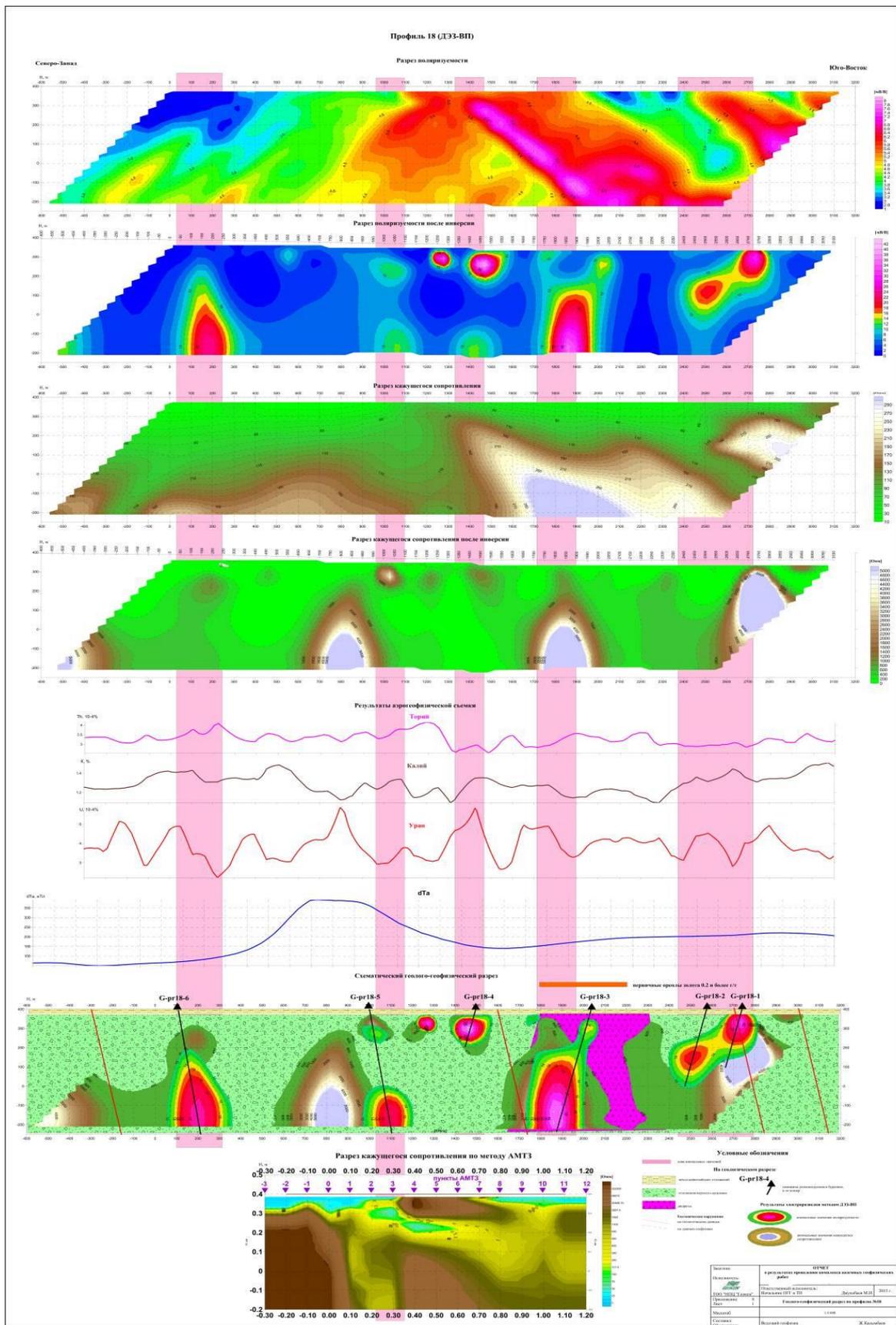


Рисунок 5.31 – Результаты геофизических исследований по профилю 18

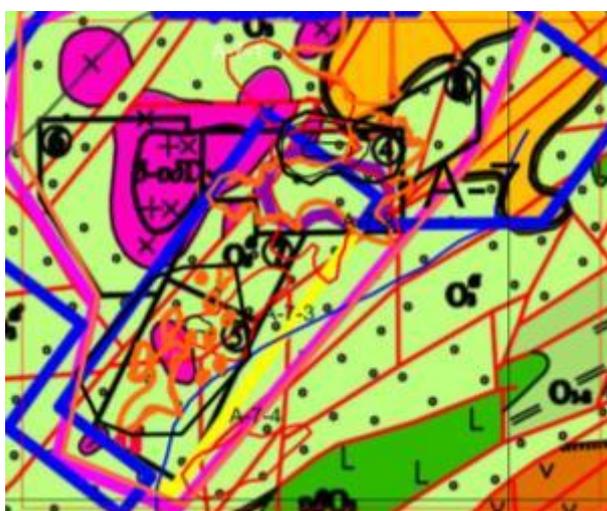




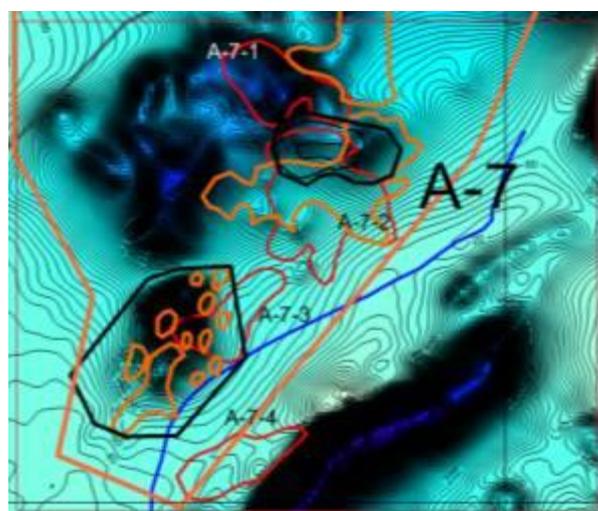


### Профили 13 и 16

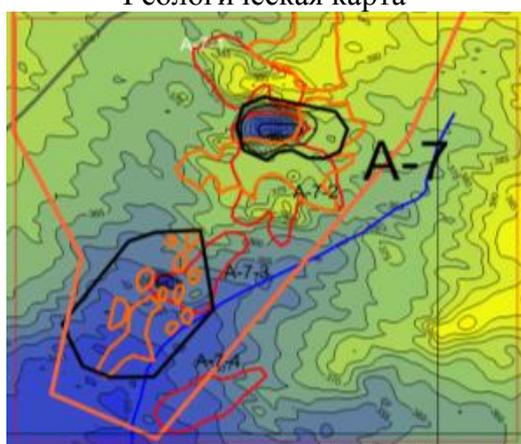
По результатам аэрогеофизических работ 2014г. над отвалом пустых пород была выделена аномалия А-7-1, характеризующаяся незначительным повышением содержаний урана, тория, и выносом калия (Рис. 5.35).



Геологическая карта



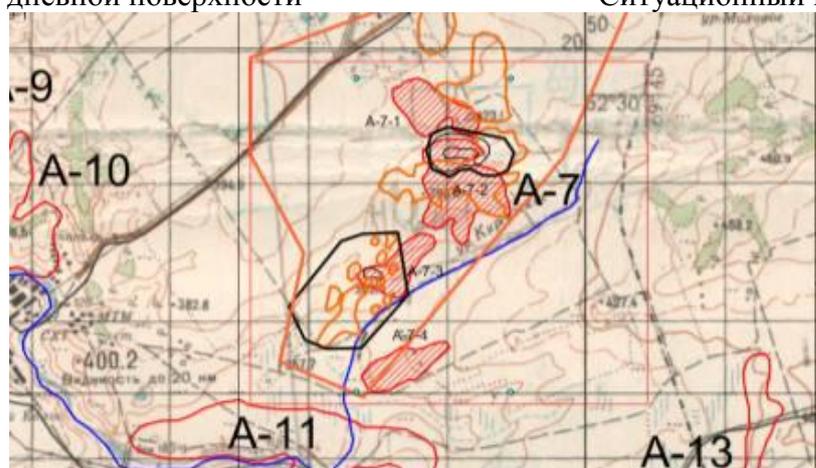
Магнитное поле



Рельеф дневной поверхности



Ситуационный план



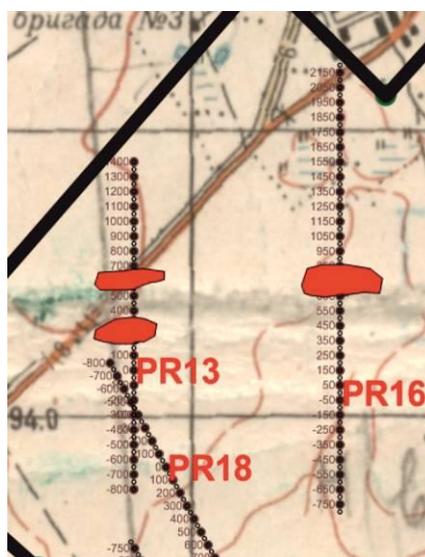
Местоположение на топокарте

Рисунок 5.35 – Геологическая, магнитометрическая и геоморфологическая

### характеристика АГС аномалии А-7-1

При интерпретации результатов аэрогеофизических работ особое внимание было уделено факту некоторого смещения аномалии гаммаспектрометрии к западу относительно контура карьера (Рис. 5.35). Аномалия наблюдалась на западном борту карьера. Был сделан вывод о том, что такое смещение аномалии произошло из-за увеличения интенсивности околорудных изменений пород в западном направлении от карьера и является благоприятным признаком возможного увеличения рудоносности в западном направлении от карьера.

Для дальнейшего изучения данной перспективной зоны было рекомендовано проведение электроразведочных работ ДЭЗ-ВП. Схема расположения профилей 13 и 16 на топооснове и геологической карте представлена на Рис. 5.36 и 5.37.



*красным цветом обозначена аномальная зона поляризуемости*  
Рисунок 5.36 – Схема расположения 13 и 16 профилей ДЭЗ-ВП

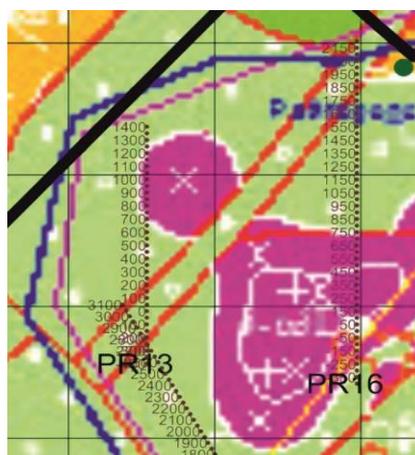


Рисунок 5.37 – Схема расположения 13 и 16 профилей ДЭЗ-ВП на геологической карте

### Профиль 13

По результатам электроразведочных исследований ДЭЗ-ВП на 13 профиле выделены 2 аномальные зоны поляризуемости (Таблица 5.14).

Таблица 5.14 – Параметры аномальных зон поляризуемости на профиле 13

№пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектных скважин
1	Аном зона-1	550-750	10-40 мВ/В	В зоне градиента от 250 до 400 Ом	50-400м	Номер - G-pr-13-1 Пикет – 700 Н=350-400м Угол – -70 гр.
1	Аном зона-2	200-350	20-50 мВ/В	В зоне градиента от 600 до 2000 Ом	Глубинная от 350 до 600 м	Номер - G-pr-13-2 Пикет – 600 Н=420м Угол – -70 гр.

Зона 1 (пикеты 550-700) (Рис. 5.38) расположена на периферии области высоких сопротивлений, наблюдается на небольшой глубине (50-400м) и характеризуется довольно высокими значениями поля поляризуемости от 10 до 40 мВ/В. Зона, выделенная по геофизическим данным, находится в седловине свода интрузивного массива. Для изучения зоны рекомендована проектная скважина G-pr-13-1 с глубиной исследования до 350-400 м.

Глубинная аномальная зона 2 (Рис. 5.38), расположенная на пикетах 200-350, примыкает к интрузии, картирующейся высокими сопротивлениями (более 2800 Ом). Значения поля поляризуемости зоны варьируются в пределах от 20 до 50 мВ/В. Заверка глубинной аномалии поляризуемости рекомендуется буровыми работами на пикете 600, скважиной G-pr-13-2.

### Профиль 16

По результатам электроразведочных исследований ДЭЗ-ВП на профиле №11 выделена аномальная зона поляризуемости (Таблица 5.15).

Таблица 5.15 – Параметры аномальных зон поляризуемости на профиле 16

№пп	Название	Пикеты	Поляризуемость	Сопротивление	Глубина Аномалии	Параметры проектных скважин
1	Аном зона-1	600-850	10-20 мВ/В	В зоне градиента до 2800 Ом	50-600м	Номер - G-pr-16-1 Пикет – 800 Н=400м Угол – -70 гр.

Зона характеризуется повышенными значениями поля поляризуемости порядка 10-20 мВ/В (Рис. 5.38). Наблюдается на контакте интрузивного массива



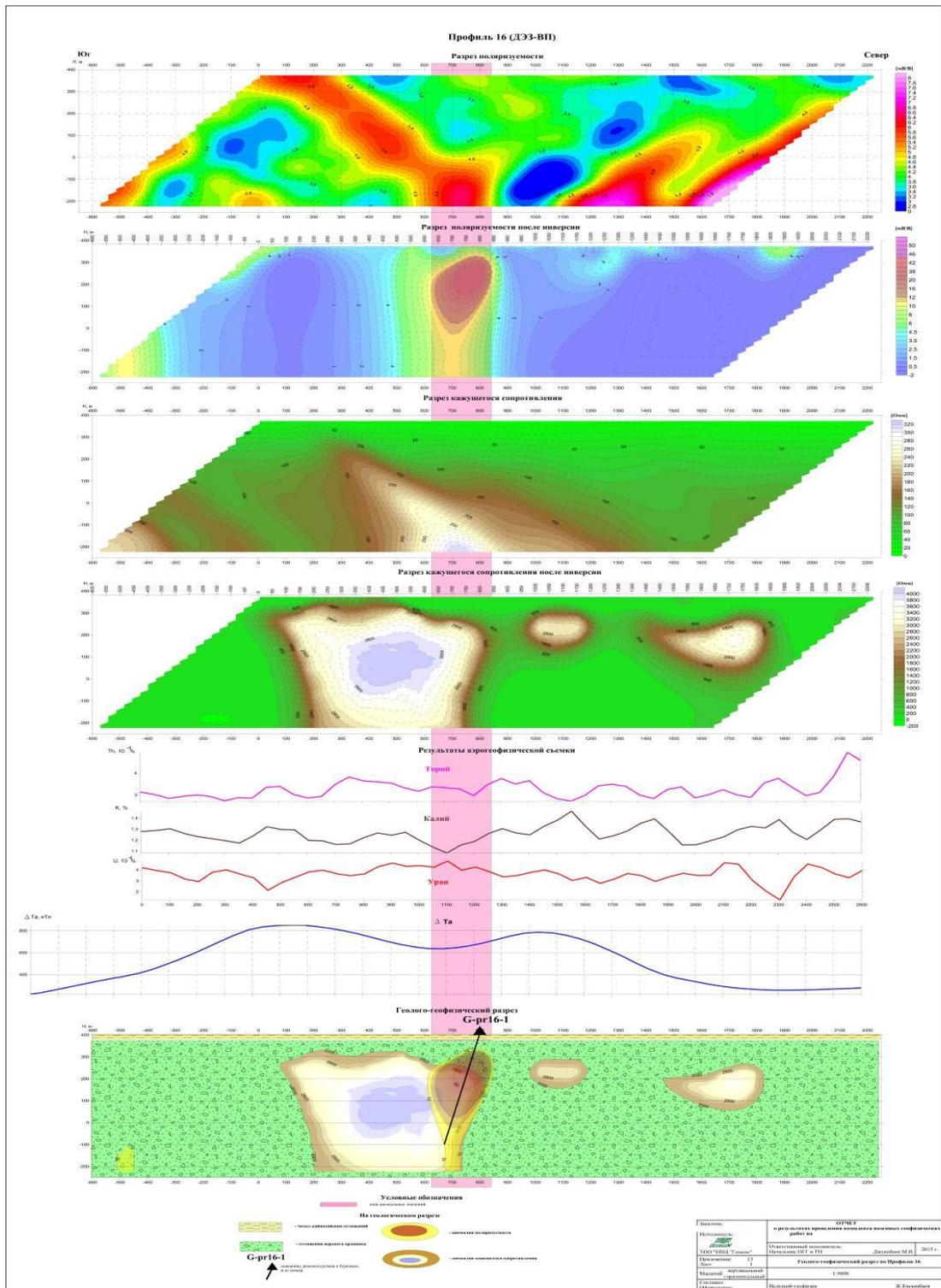


Рисунок 5.39 – Результаты геофизических исследований по профилю 16

### 5.3 Результаты гравиметрических работ

Процедуры анализа гравиметрических материалов, полученных по площади месторождения Райгородок рудного поля, включали в себя следующее:

- вычисление гравитационных аномалий Буге с редуцированием за влияние рельефа дневной поверхности;
- вычисление локальных аномалий поля силы тяжести;
- корреляционный и статистический анализ поля силы тяжести;
- вычисление градиентных характеристик (вертикальная и горизонтальная производные, аналитический сигнал);
- вычисление объемной геоплотностной модели методом интерпретационной томографии.

Обработка и интерпретация проведена с использованием современных специализированных комплексов программ GeosoftOasisMontaj™, GM-SYS 3D, COSCAD 3D, SIGMA-3D и других.

Исходные гравиметрические данные и наиболее информативные их трансформанты, включая результаты моделирования, представлены в виде графических приложений и рисунков к отчету: локальные аномалии силы тяжести, вертикальная и горизонтальная производные, горизонтальные срезы и вертикальные сечения объемной плотностной модели.

На Рис. 5.40 представлена карта локальных аномалий поля силы тяжести, вычисленных с учетом влияния рельефа дневной поверхности.

Локальные элементы поля, находят более яркое проявление в трансформанте – вертикальной производной аномалий силы тяжести (Рис. 5.41).

Вертикальная производная усиливает высокочастотную компоненту спектра, обусловленную локальными относительно неглубокозалегающими особенностями плотностной модели, подавляет низкочастотную составляющую, более контрастно, чем исходное поле локализует верхние кромки возмущающих объектов. Расчеты вертикальной производной выполнены средствами программы GeosoftOasisMontaj™.

На Рис. 5.42 представлена карта полного горизонтального градиента гравитационных аномалий. Вычисленные характеристики горизонтального градиента позволяют получить более точную локализацию границ аномалиеобразующих объектов, выявить детали их внутреннего строения. Градиентные характеристики поля свободны от линейного фона – влияния крупных региональных аномалий и «нормального» градиента. В полях горизонтального градиента, экстремумами отмечаются границы аномалий различных амплитуд, что позволяет при визуализации увидеть одновременно контуры аномалий различной интенсивности. Зоны максимальных значений горизонтального градиента оконтуривают аномальные области, подчеркивают геологические границы.

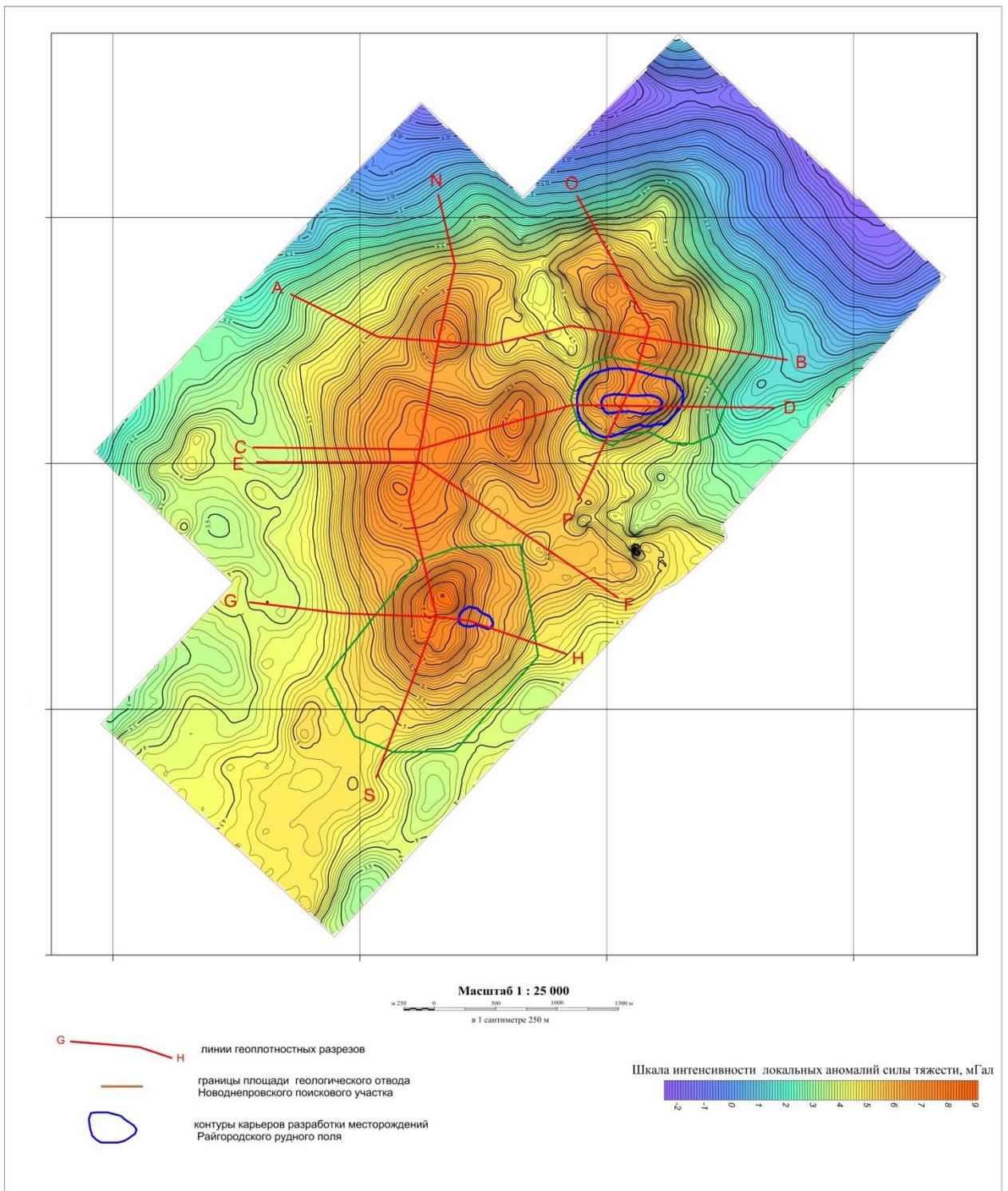


Рисунок 5.40 – Локальные аномалии силы тяжести Райгородского рудного поля

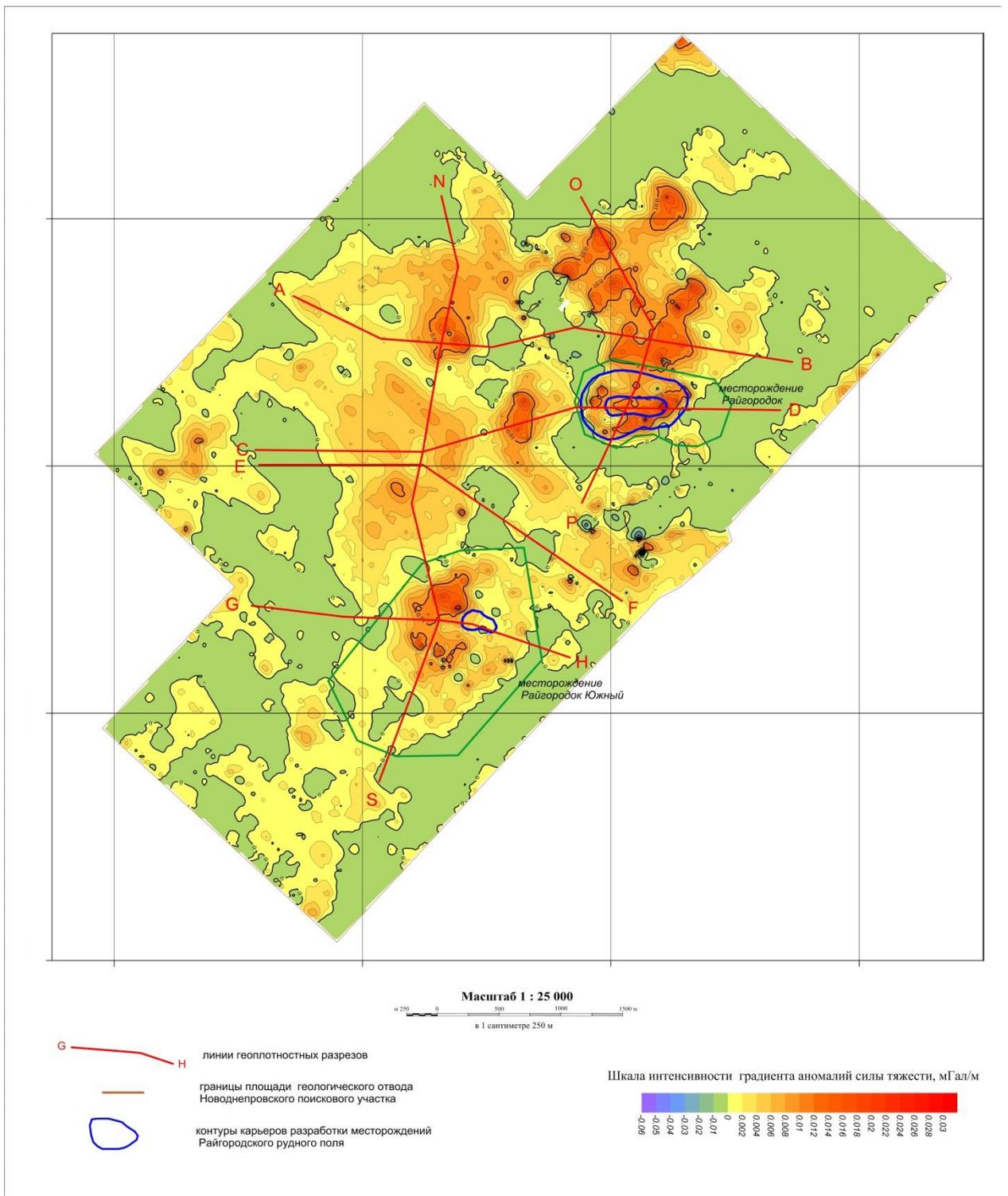


Рисунок 5.41 – Вертикальная производная аномалий силы тяжести

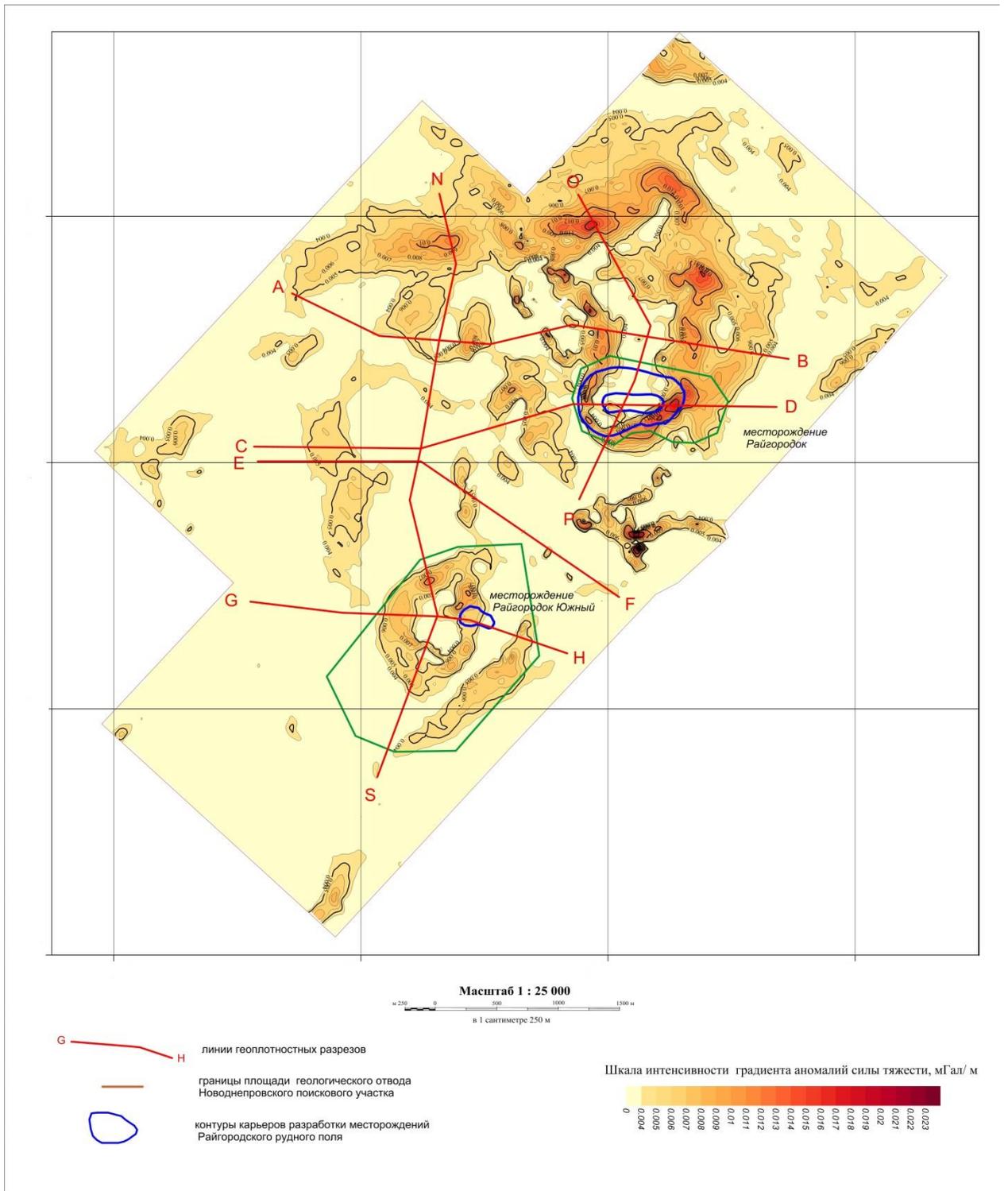


Рисунок 5.42 – Полный горизонтальный градиент аномалий силы тяжести

При проведении гравиметрических исследований попутно получены данные о геоморфологии рельефа дневной поверхности участка работ (Рис. 5.43). По мнению авторов отчета, эти данные представляют интерес не только для ввода поправок при вычислении гравитационных аномалий, определения ландшафтных условий проведения дальнейших геологоразведочных работ, но могут быть использованы как дополнительный интерпретационный параметр при расшифровке геологического строения изучаемого района, особенно в части неотектоники.

Для построения геоплотностной и геомагнитной моделей применена технология интерпретационной томографии (модуль DVOP пакета программ SIGMA 3D), основанная на аппроксимационных алгоритмах. В отличие от методов прямого физико-математического моделирования, когда достоверность интерпретации на прямую зависит от объема и качества имеющейся априорной информации, методы интерпретационной томографии не требуют априорных знаний об объекте исследования. Аппроксимационная технология построения модели сводится к последовательному подбору распределения изучаемых физических свойств в каждом из слоев, начиная снизу, размеры элементов аппроксимации в плане для каждого из слоев выбираются равными глубине его верхней кромки. Технология интерпретационной томографии позволила вычислить модель эквивалентного распределения плотности и магнитных масс в объеме. Программа выполняет вычисления погоризонтных планов плотности, которые затем сводятся в единую 3-х мерную модель. В результате вычислительных процедур получен куб данных, в каждой точке которого содержится относительная плотность и относительная намагниченность геологических образований.

При вычислении модели глубина подошвы нижнего слоя принята равной 2000 м, толщина каждого слоя одинакова и составляет 25м. В качестве элементарной ячейки модели выбрана пятигранная призма с треугольными верхним и нижним основаниями и вертикальными боковыми гранями. Самый верхний слой ограничен сверху горизонтальной плоскостью, отождествляемой с дневной поверхностью. Результат вычислений представлен в виде прямоугольного параллелепипеда значений плотности и намагниченности (в условных единицах) с возможностью извлечения их горизонтальных срезов и вертикальных сечений по любой заданной линии.

Объемные геоплотностные и геомагнитные модели, полученные на основе вероятностно-статистических методов имеют качественный характер, однако комплексный анализ всей совокупности полученных решений, способствует построению наиболее вероятной геолого-геофизической модели строения объекта.

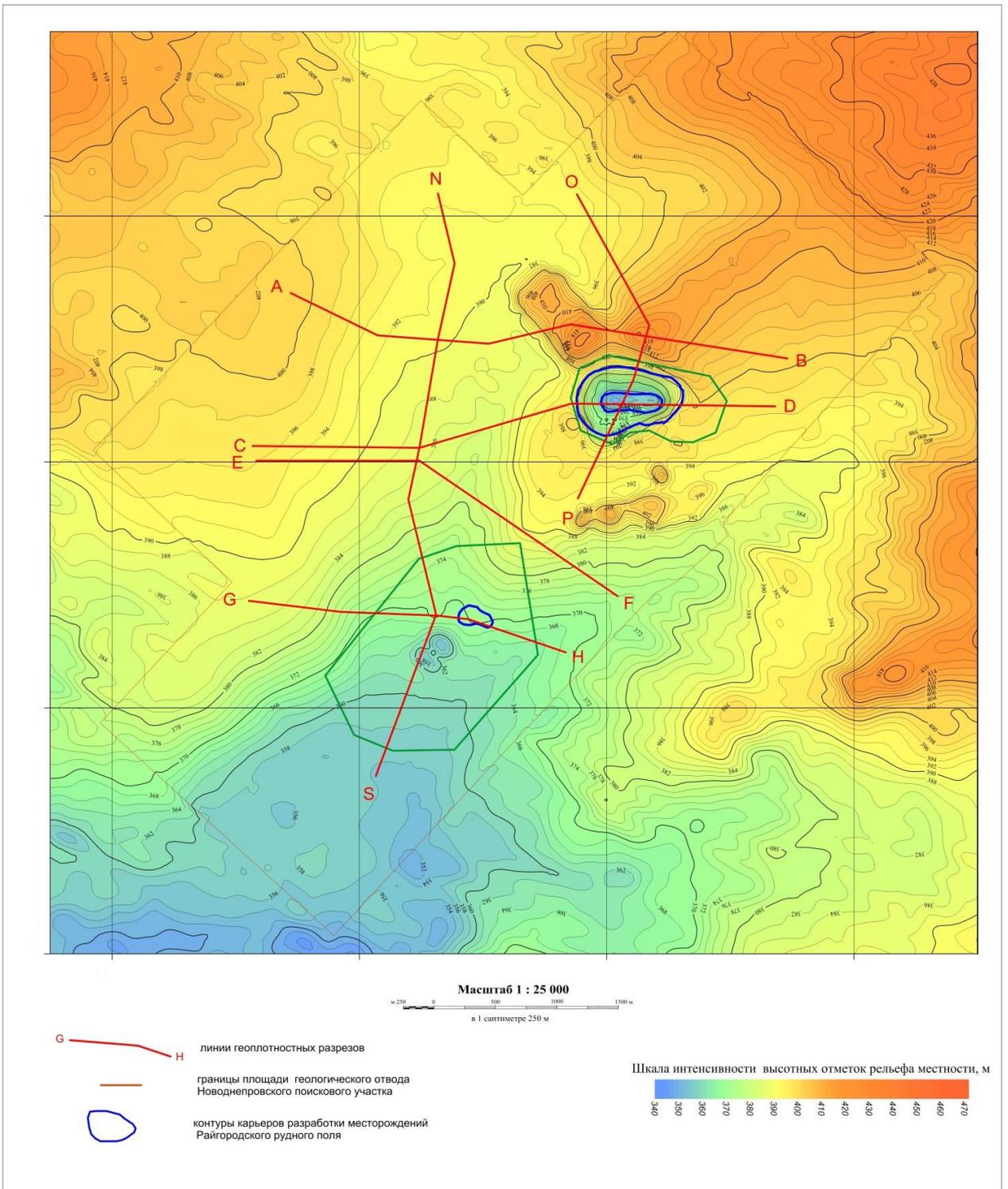


Рисунок 5.43 – Рельеф дневной поверхности территории Райгородского рудного поля

Габбро-диорит-монцонитовый массив, к зонам экзо- и эндо- контактов которого тяготеют месторождения золота Райгородок Северный и Южный, а также рудопроявление Райгородок Центральный, в гравитационном поле отображается сложнопостроенной положительной аномалией интенсивностью 7-8 мГал. Геометрическая форма аномальной области овальная, вытянутая в субмеридиональном направлении, линейные размеры составляют 3x5 км. В пределах аномальной области локализуются 5 самостоятельных гравитационных максимума, четко разделяющихся между собой седловинами относительного (до 1.5-2 мГал) понижения поля. Сложное строение аномальной области отображает морфологию рельефа поверхности интрузивного массива, его многофазный литологический состав.

Месторождение Райгородок приурочено к южной периферии северо-восточного гравитационного максимума, соответствующий ему интрузивный массив в магнитном поле не находит отражения. Аналогичным образом в северо западной части области гравиметрических положительных аномалий проявляет себя малая интрузия. Картирующему ее гравитационному максимуму соответствует относительно пониженный уровень магнитного поля. Западный экзо-эндо-контакт интрузии отмечается высокими значениями магнитного поля, вероятно связанными с процессами ороговикования и скарнирования.

Месторождение Райгородок Южный тяготеет к восточному, юго-восточному склонам южной гравитационной аномалии.

Полученные объемные модели плотностной и магнитной характеристик габбро-диорит-монцонитовый массива требуют специального сопоставительного анализа с имеющимися у Заказчика геологическими материалами бурения и опробования, что в итоге позволит сформировать обновленную модель геологического строения изучаемой территории, наметить новые рудоперспективные участки.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для повышения эффективности геологических исследований изучаемой территории, степени обоснованности и надежности прогнозных оценок применяемый комплекс геофизических работ был расширен за счет привлечения гравиразведки и электроразведки;

2. В результате выполненных исследований по изучаемой территории и прилегающей площади создана современная цифровая гравиметрическая и электрометрическая основы для проведения последующих геологоразведочных работ. Результаты наземной геофизической съемки представлены в виде цифровой базы профильных и площадных (сеток 25x25 м) данных, комплекта разрезов и графиков масштаба 1:5000 и 1:10000;

3. Для детального изучения особенностей распределения сульфидной минерализации в объеме и подготовки объектов к бурению поисково-оценочных скважин на площади исследования были выполнены электроразведочные работы методом вызванной поляризации (ВП) в модификации срединного градиента и электротомографии (ДЭЗ-ВП). Применение метода ВП в модификации срединного градиента позволило при относительно небольших затратах и в короткие сроки изучить перспективные площади на глубину до 300-500 м. В пределах выявленных аномалий поляризуемости для изучения объемного распределения минерализации были выполнены детализационные работы по технологии электротомографии.

4. Результаты анализа данных электроразведки ВП-СГ представлены в виде сопоставления графиков кажущегося сопротивления, поляризуемости с результатами аэроспектрогеофизических работ;

5. Профили ВП-СГ были проведены в зонах, выделенных аэрогеофизическими работами 2014г, как перспективные. Работами ВП-СГ эти аномальные зоны были доизучены и была проведена оценка перспективности данных участков. Так, на профиле 8 (в интервале пикетов 500-600) при пониженных значениях поля сопротивлений (до 500 Ом) была обнаружена аномалия поляризуемости интенсивностью 3.2 мВ/В. Интенсивность поля поляризуемости указывает на перспективность зоны на содержание халькопиритовой минерализации;

6. Работами ДЭЗ-ВП и АМТЗ всего было выделено 27 аномальных зон поляризуемости. По интенсивности поляризуемости выделенные зоны можно разделить на высокие (30-50 мВ/В), средние (14-30 мВ/В) и низкие.

7. Высокие значения поляризуемости выделены на профилях 3, 4, 5. При наличии высоких значений поляризуемости, здесь отмечены низкие значения сопротивления (до 100 Ом). Все зоны находятся в отрицательном магнитном поле и отмечены вторичными ореолами мышьяка, свинца и цинка. Высокая интенсивность поляризуемости на всех зонах указывает, что горные породы, имеют в своем составе углистую и частично сульфидную минерализацию. Низкие сопротивления связаны, вероятно, с повышенной трещиноватостью или скрытыми тектоническими нарушениями.

Наличие в разрезе аномальных зон поляризуемости с высокими значениями может быть связано с золотосульфидными месторождениями с дисперсным типом золота, характерным для углеродосодержащих толщ.

8. Аномальные зоны со средними значениями поляризуемости выделены на профилях 18, 18а, 19а, 13, 16, 11, 11а и 12. Все эти зоны характеризуются небольшой глубиной слежения (200-400м.), и расположением в градиентной зоне сопротивлений. Кажущееся сопротивление характеризуются очень высокими значениями до 1800 Ом, картирующими, вероятно, интрузивный массив.

9. С целью выделения и объемного картирования зон низких значений удельного сопротивления, связанных с сульфидсодержащими породами, оценки глубины распространения рудной зоны была применена электроразведка методом аудиомагнитотеллурических зондирований (АМТЗ). Для оценки эффективности применения АМТЗ на месторождении Северный Райгородок, как на эталонном объекте, были выполнены опытно-методические работы. По результатам опытных работ поисково-разведочные возможности технологии АМТЗ были оценены как хорошие, с высокой информативностью;

10. Зоны средних значений поляризуемости очень хорошо были подтверждены разрезами АМТЗ. На разрезах по профилям 18, 18а, 19а поле проводимости характеризуется столбообразной формой (желтый цвет) и оконтуривается полем высоких значений УЭС.

11. Низкие значения кажущегося сопротивления косвенно указывают на наличие в разрезе проводящих тел (сульфидов), поэтому все рассмотренные зоны рекомендуются к доизучению буровыми скважинами. Всего рекомендовано к бурению 27 скважин.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные наземные геофизические работы по объекту проведены с применением самых современных, наиболее передовых в мировой практике специализированных технологий и программных комплексов обработки и интерпретации гравиразведки и электроразведки.

В результате выполненных работ, по всей исследованной территории создана современная цифровая гравиметрическая и электроразведочная основа для проведения последующих геологоразведочных работ. Методика и техника выполненных исследований, программные средства обработки и интерпретации данных соответствуют наиболее передовым в мировой практике специализированным технологиям.

В результате выполненных работ на месторождении Райгородок были выполнены и построены:

1. Карты графиков по результатам работ ВП-СГ.
2. Рассчитаны и построены модели поляризуемости и сопротивлений по результатам ДЭЗ-ВП.
3. Построены геоэлектрические разрезы по результатам аудиомагнитотеллурического зондирования.
4. Определены аномальные зоны, представляющие промышленный интерес.
5. Рекомендованы проектные скважины по заверке аномальных зон, обнаруженных геофизическими методами.

Выполненные исследования в целом повышают эффективность геологоразведочных работ, сокращают сроки и стоимость геологических исследований.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Даукеев С.Ж. Золоторудный потенциал Казахстана // Минеральные ресурсы Казахстана. 1994. - № 1. - С. 79-98.

2 Абдулкабирова М.А., Анкинович О.С., Гришин В.М., Каюпов А.К., Кудайбергенова Н.К. Золоторудные поля Северного Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1979. - 198 с.

3 Мурсалимов Х.И. Геология и разведка золоторудных месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1970. - 111 с.

4 Бегаев И. В., Степаненко Н. И. Золотоносные коры выветривания Северного Казахстана и Семипалатинского Прииртышья // Геология и разведка недр Казахстана. 1995. - №5. - С. 29-34.