

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И.САТПАЕВА»

Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова

Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

Қален Ералы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

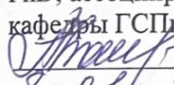
На соискание академической степени магистра

Название диссертации: «Эффективность геофизических методов при решении
геологических задачи на площади Южного полуострова Мангыстау»

Направление подготовки: 7M07206 – Геология и разведка месторождений твердых
полезных ископаемых

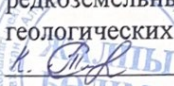
Научный руководитель

PhD, ассоциированный профессор
кафедры ГСПиРМПИ

 Амралинова Б.Б.
«8» 01 2025 г.

Рецензент

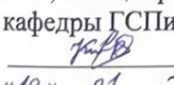
PhD, ассоциированный профессор,
Заведующий лабораторией редких и
редкоземельных металлов, Институт
геологических наук имени К.И. Сатпаева

 Тогизов К.С.

«13» 01 2025 г.

Нормоконтроль

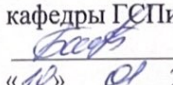
PhD, ассоциированный профессор
кафедры ГСПиРМПИ

 Кембаев М.К.
«10» 01 2025 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

PhD, ассоциированный профессор
кафедры ГСПиРМПИ

 Байсалова А.О.
«10» 01 2025 г.

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И.САТПАЕВА»

Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турсыова

Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

7М07206 – Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Доктор PhD, ассоциированный профессор
кафедры ГСПиРМПИ

Байсалова А.О.

«10» 01 2025 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение диссертационной работы

Магистранту Кален Ералы

Тема диссертационной работы: Эффективность геофизических методов при решении
геологических задачи на площади Южного полуострова Мангыстау

Утверждена приказом по университету №145 – П/О «04» апреля 2023г.

Срок сдачи законченного проекта (работы) « 14 » января 2025 г.

Исходные данные к диссертационной работе: научная литература, статьи
и публикации

Краткое содержание дипломной работы:

Изучение общих сведений, характеристика геологического строения района, физических
свойств пород, аэрогеофизической, гравиметрической и электроразведочной изученности
района работ, методики и техники выполнения полевых и камеральных работ, а также
комплексного анализа геолого-геофизических данных.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

1. Общие и геологические сведения о регионе, геолого-геофизическая изученность района исследований;
2. Обработка, анализ полученных данных, построение модели по разным методам;
3. Подготовка геологических данных и сопоставление с геофизическими материалами;
4. Анализ и интерпретация геолого-геофизических данных.

Нормативные ссылки

В настоящей магистерской диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

1 Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27.07.2007 г. № 319-III;

2 Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 604 «Об утверждении государственных общеобязательных стандартов образования всех уровней образования»;

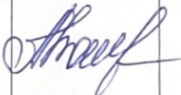
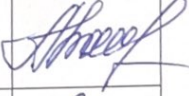
3 Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 20 апреля 2011 года № 152 «Об утверждении Правил организации учебного процесса по кредитной технологии обучения».

4. Стандарт организации соответствует СТ РК 1.5 – 2019 ГСТР РК. «Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов», СТ РК 1.2 – 2021 ГСТР РК. Порядок разработки государственных стандартов и стандартов организации, МС ИСО серии 9000

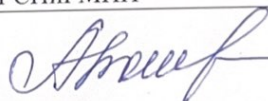
ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Срок представления научному руководителю	Примечание
Общие и геологические сведения о регионе, геолого-геофизическая изученность района исследований	12.09.2024	
Обработка, анализ полученных данных, построение модели по разным методам	25.09.2024	
Подготовка геологических данных и сопоставление с геофизическими материалами	15.11.2024	
Анализ и интерпретация геолого-геофизических данных	02.12.2024	

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект

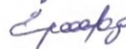
Наименования разделов	Научный руководитель, консультант, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общие и геологические сведения о регионе, геолого-геофизическая изученность района исследований	Амралинова Б.Б. PhD, ассоциированный профессор	12.09.2024	
Обработка, анализ полученных данных, построение модели по разным методам	Амралинова Б.Б. PhD, ассоциированный профессор	25.09.2024	
Подготовка геологических данных и сопоставление с геофизическими материалами	Амралинова Б.Б. PhD, ассоциированный профессор	15.11.2024	
Анализ и интерпретация геолого-геофизических данных	Амралинова Б.Б. PhD, ассоциированный профессор	02.12.2024	
Нормоконтролер	Кембаев М.К., PhD, ассоциированный профессор кафедры ГСПиРМПИ		

Научный руководитель



Амралинова Б.Б.

Задание принял к исполнению обучающийся



Кален Е.

Дата

«__» _____ 20__ г.

Определения, обозначения и сокращения

В настоящей магистерской диссертации применяются следующие термины с соответствующими определениями, обозначениями и сокращениями:

Аббревиатура (обозначение)	Расшифровка
K	Калий
Th	Торий
U	Уран
UTM, 39N	Система координат Universal Transverse Mercator, с указанием зоны – 39, север
WGS84	Система координат 1984 года – World Geodetic System
АГСМ	Аэрогамма-спектрометрическая съемка
АМС	Аэромагнитная съемка
ВП-СГ (СГВП)	Вызванная поляризация в модификации срединного градиента (электроразведка)
ВС	Воздушное судно
ВСЗ	Вертикальное сейсмическое зондирование (сейсморазведка)
ВЧР	Верхняя часть разреза
ВЭЗ	Вертикальное электрическое зондирование (электроразведка)
ВЭЗ-ВП	Вертикальное электрическое зондирование методом вызванной поляризации (электроразведка)
ГА	Гражданская авиация
ГГС	Государственная гравиметрическая сеть
ГДП	Геологическое доизучение площадей
ГФО	Опережающая геофизическая основа
ЕП	Метод естественного поля (электроразведка)
з. к.	Земная кора
ЗМС	Зона малых скоростей (сейсморазведка)
МВС	Магнитовариационная станция
МОГТ	Метод общей глубинной точки (сейсморазведка)
МТЗ	Магнитотеллурическое зондирование (электроразведка)
МЭД (или ОК)	Мощность экспозиционной дозы (или общий канал)
ОГ	Отражающий горизонт
ОГП	Опорный гравиметрический пункт
РГП	Рядовой гравиметрический пункт
СГВП	Метод срединного градиента сопротивления и вызванной поляризации (электроразведка)
УВ, УВС	Углеводороды, углеводородное сырье
ЧЗ	Частотное зондирование (электроразведка)
ЧЭЗ	Частотное электромагнитное зондирование (электроразведка)
ЭМП	Электромагнитное поле

АҢДАТПА

Бұл жұмыс Оңтүстік Маңғыстау өңірінде геофизикалық әдістердің геологиялық мәселелерді шешудегі тиімділігін зерттеуге арналған.

Магистрлік диссертацияның негізгі мақсаты – алынған геофизикалық мәліметтерді тексеру, геофизикалық өрістердің егжей-тегжейлілігін анықтау, геофизикалық зерттеу жұмыстарының сенімді нәтижелеріне қол жеткізу, сол арқылы геофизикалық әдістердің геологиялық мәселелерді шешудегі қолданылуын талдау және олардың тиімділігін бағалау, сондай-ақ әртүрлі кен орындары немесе жекелеген геологиялық құрылымдарды анықтау кезінде қандай геофизикалық зерттеу әдістерін қолдануға болатынын талдау.

Жұмыс барысында цифрлық геофизикалық деректер массивтері дайындалып, олар негізінде геофизикалық модельдер жасалып, геологиялық мәліметтерді талдау және салыстыру жүргізілді. Арнайы назар гравитациялық, магниттік және геоэлектрлік геофизикалық зерттеу әдістері бойынша цифрлық деректер массивтерін құруға аударылды, бұл осы зерделеніп жатқан шөгінді аймақтың біз білмейтін кейбір тұстарын ашып көрсетуге үлкен мүмкіндік берді.

АННОТАЦИЯ

Данная работа направлена на исследование эффективности геофизических методов в решении геологических задач на территории Южного Мангистау.

Основной целью магистерской диссертации является проверка полученных геофизических материалов, детальность геофизических полей, после получение надежного основы геофизических полей, выполнять анализ применения геофизических методов для решения геологических задач и оценка их эффективности, так же какие методы работает на какой тип месторождений или структуры.

В ходе работы были подготовлены массивы цифровых геофизических данных, на основе которых созданы геофизические модели для анализа и сопоставления геологических материалов.

Особое внимание было уделено созданию цифровых массивов данных для гравитационного, магнитного и геоэлектрического полей, что позволило для комплексного анализа осадочного бассейна.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1.ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ.....	9
Состав и объем выполненных работ по объекту	9
Физико-географическая характеристика района работ	9
2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА	12
Аэрогеофизическая изученность	12
Гравиметрическая изученность.....	13
Изученность территории электроразведочными работами	14
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАЙОНА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД.....	16
4 КОМПЛЕКСНАЯ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА	19
Аэрогамма-спектрометрия.....	21
Система навигации и сбора данных NAVDAT.....	22
Калибровки аэрогеофизического комплекса	23
Наземное сопровождение геофизических работ	25
Контроль качества съемки	26
Обработка материалов аэрогеофизической съемки	26
5 ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА.....	27
Аппаратура, метрологическое обеспечение, калибровки.....	27
Методика гравиметрической съемки.....	31
6 ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ.....	36
Тестирование и калибровка аппаратуры	38
Методика полевых работ	41
Оценка качества полевого материала	42
Обработка данных	42
7 КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	91
Список использованных источников.....	93

ВВЕДЕНИЕ

Данная магистерская работа посвящена анализу выполненного комплекса геофизических работ, опережающих геологическое доизучение территорий масштаба 1:200 000. Целевым назначением магистерских работ является изучить эффективность геофизических методов при решении геологических задач, и анализировать полученный геофизической основы.

В результате опережающих региональных геофизических исследований масштаба 1:50 000, проведенных в период с 2021 по 2023 год на территориях листов L-39-XXXIV, L-39-XXV, K-39-V, K-39-VI и K-40-VII, был собран материал для написания данной магистерской диссертации. Эти работы были направлены на создание качественной геофизической основы для успешного проведения региональных геологических исследований. Для анализа использовались сводные числовые модели аномалий силы тяжести, аномальных магнитных полей, результаты аэрогаммаспектрометрии и электроразведочных исследований.

Полнота и качество собранных данных были проанализированы в масштабе съемки, после чего результаты каждого метода были сопоставлены с геологическими и тектоническими картами. Также был проведен анализ эффективности методов при решении геологических задач.

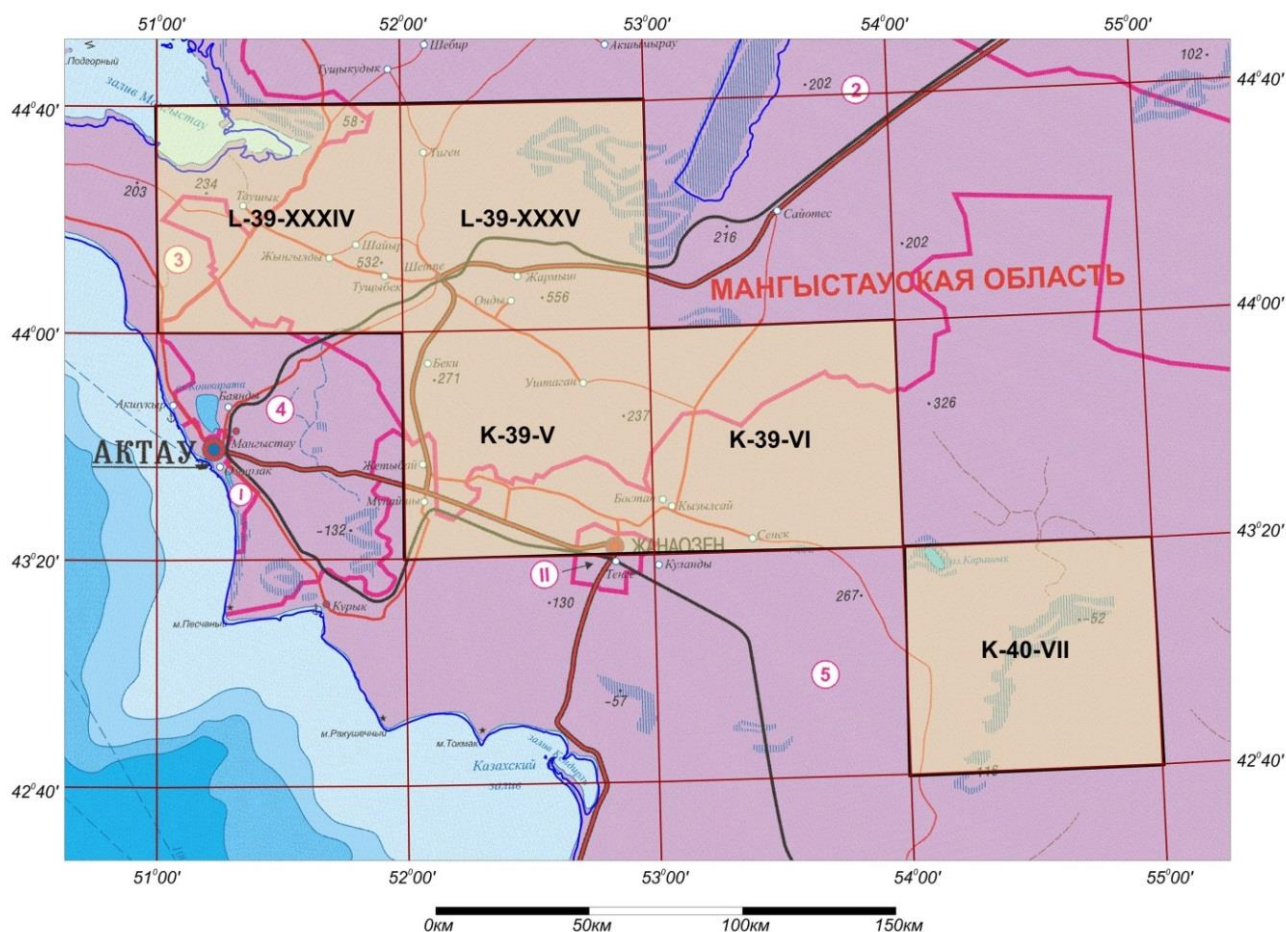
Целесообразность и эффективность комплексных исследований, включающих опережающие аэрогеофизические магнито и гамма-спектрометрические исследования, а также наземную гравиразведку и электроразведку, подтверждаются успешным многолетним опытом геологоразведочных работ в Казахстане, России и других странах. Высокая информативность этих исследований была продемонстрирована при изучении осадочных бассейнов Казахстана, включая Мангышлакский и Устюрт-Бозашинский, где расположены листы планируемого ГМК-200. Основной целью комплексных исследований было выделение объектов разных уровней (региональных и локальных) для дальнейшей оценки перспективности и планирования глубокого поискового бурения.

Эффективность использования материалов опережающих геофизических работ напрямую зависит от своевременной передачи этих данных геологам – до начала полевых геолого-съемочных работ, а в идеале – на этапе проектирования, чтобы геофизическая основа могла эффективно участвовать в получении окончательных результатов ГМК-200. Основными исходными данными для составления цифровых моделей компонентов ГФО-200 являются материалы гравиметрических, магнитометрических и радиометрических съемок, а также сводные карты геофизических полей.

1.ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ СОСТАВ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ ПО ОБЪЕКТУ

Виды работ – аэромагниторазведка в комплексе с аэрогамма-спектрометрией, наземная гравиразведка, электроразведка методом магнитотеллурических зондирований, формирование сводных массивов геофизических полей, геологическая интерпретация геофизических данных.

Номенклатура трапечий в пределах листов международной разграфки топографических карт масштаба 1:200 000– L-39-XXXIV, L-39-XXXV, K-39-V, K-39-VI, K-40-VII (Рис. 1.1).



административно-территориальные районы: 2 - Мангистауский, 3- Тупкараганский,
4 - Мунайлынский, 5 – Каракиянский

Рис. 1.1 – Схема расположения листов международной разграфки масштаба 1:200 000 опережающих геофизических работ.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ

Исследуемая территория (Южный полуостров Мангыстау) находится на юго-западе Казахстана и охватывает значительную часть Мангышлакского

полуострова, который простирается вдоль восточного побережья Каспийского моря. Этот район отличается разнообразием рельефа, климатических условий и природных ресурсов, что делает его уникальным для проведения геофизических и геологических исследований.

Рельеф района включает в себя чередование плато, впадин и возвышенностей. Основными географическими объектами являются плато Устюрт на востоке, Мангыстауское плато с системой гряд и хребтов, таких как Каратау и Актау, а также понижения, например, Карагие, которое является одной из самых глубоких впадин на планете.

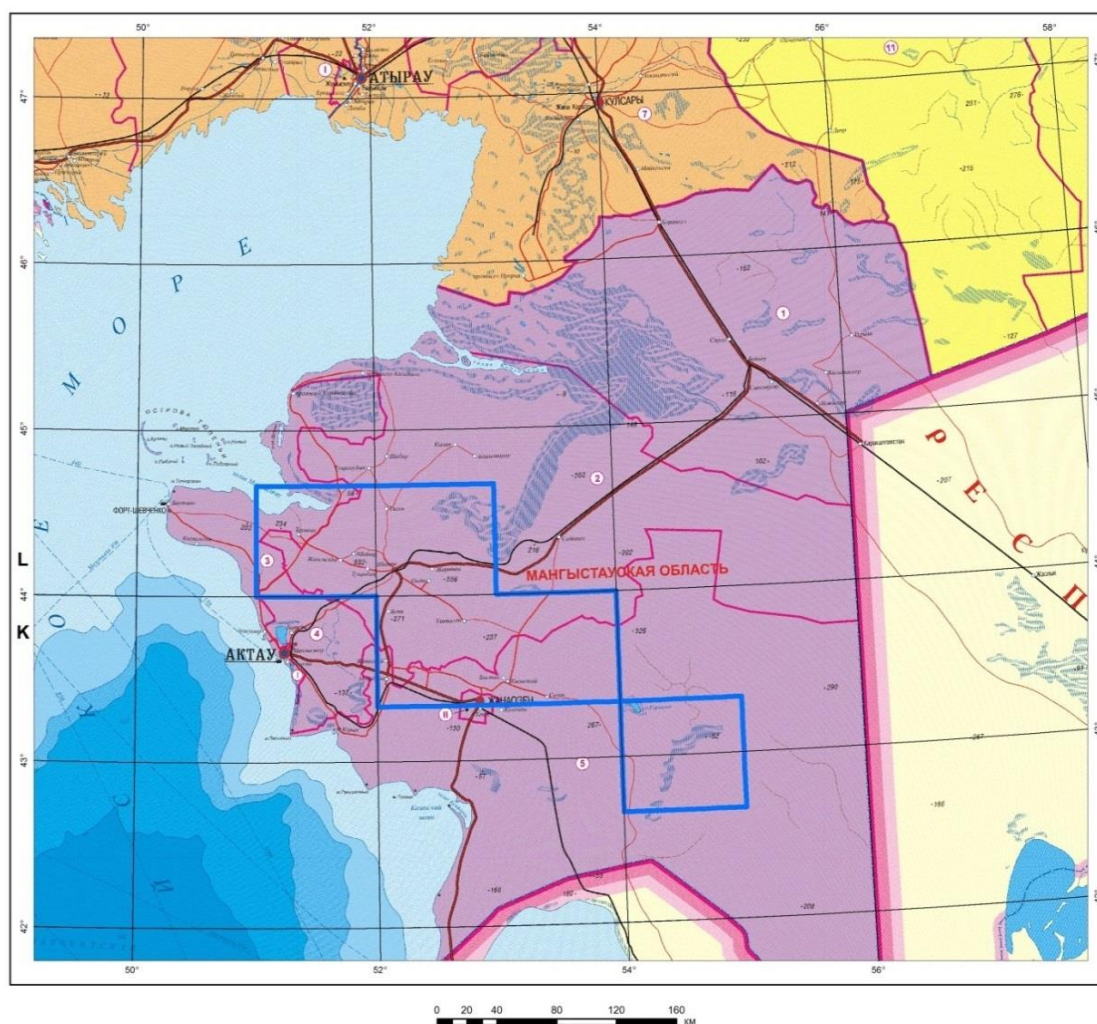
Климат региона резко континентальный, с жарким летом и холодной зимой. Летние температуры часто достигают $+35^{\circ}\text{C}$ и выше, в то время как зимой они могут опускаться до -10°C и ниже. Осадки крайне редки — менее 150 мм в год, что делает район засушливым.

Водных потоков в регионе нет, и основные источники воды — это редкие подземные источники, а также искусственные сооружения для сбора и хранения воды.

Растительность представлена пустынными и полупустынными видами, такими как саксаул, полынь и джужгун, адаптированными к суровым условиям региона. Животный мир включает сайгаков, степных волков, зайцев, грызунов и различные виды пресмыкающихся.

Экономика региона основана на богатых природных ресурсах, таких как нефть, газ, фосфориты и строительные материалы. Географическое положение и природные условия делают этот район стратегически важным для добывающих отраслей и перспективным для геофизических исследований.

Административно территория разделена на Мангистауский, Тупкараганский, Мунайлынский и Каракиянский районы Мангистауской области Республики Казахстан (Рис. 1.2).



Условные обозначения:

Наименование административно-территориальных единиц Мангыстауской области:

- ① Актау городской акимат
- ② Жанаозен городской акимат
- ③ Бейнеуский район

- ④ Мангыстауский район
- ⑤ Тупкараганский район
- ⑥ Мунайлынский район
- ⑦ Каракиянский район

Наименование административно-территориальных единиц Атырауской области:

- ⑧ Атырау городской акимат
- ⑨ Жылыойский район

Площадь ГДП-200

Рис. 1.2 – Обзорная схема района работ.

2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Аэрогеофизические исследования на площади работ проводятся с конца 50-х годов.

Аэромагнитная съемка в масштабе 1:200 000 была выполнена в 1957 году Новосибирским трестом Главгеологии РСФСР. В ходе работы была исследована обширная территория, включая юго-восточный склон Прикаспийской впадины, полуостров Мангышлак, Бузачи, плато Устюрт и восточную часть, вплоть до Аральского моря. Съемка проводилась с использованием магнитометра АЭМ-49 с визуальной привязкой на высоте полетов 300–500 м.

В 2010–2011 годах в рамках республиканской бюджетной программы ТОО «НПЦ «ГЕОКЕН» выполнило морские магнитометрические съемки на блоках В и С с масштабом 1:100 000 на севере и блоке D с масштабом 1:200 000 на юге Казахстанского сектора Каспийского моря. Съемка проводилась с использованием морских цезиевых магнитометров G-882 фирмы Geometrics и дифференциальных спутниковых систем позиционирования (DGPS). Расстояние между рядами профилей составило 1 км (2 км для масштаба 1:200 000), а между связующими профилями – 4 км (8 км для масштаба 1:200 000). Время дискретизации – 0,5 секунды, что соответствует расстоянию между измерениями 1,5–2 метра. Точность магнитометрической съемки составила ± 1.05 – 2.4 нТл, точность плановой привязки – ± 0.26 м. В результате обработки данных был составлен каталог магнитометрических пунктов и построены карты аномального магнитного поля для блоков В и С (1:100 000) и блока D (1:200 000) с сечением 5 нТл.

В 2019 году, по заказу ТОО «Meridian Central Asia Services», с целью создания качественной геофизической основы для проведения сейсморазведочных работ и дальнейшей комплексной интерпретации данных на участке Самтыр в Мангистауской области, ТОО «НПЦ «ГЕОКЕН», под руководством Коврижных П.Н., провело аэромагнитную съемку на самолете АН-2. Съемка была выполнена по сетке ортогональных прямолинейных маршрутов 1 x 10 км (контур 5751) на высоте 100 м. Использовался высокочувствительный квантовый цезиевый аэромагнитометр CS-3 с частотой 100 замеров в секунду. Для плановой привязки применялись двухчастотные спутниковые геодезические системы. Погрешность магнитных измерений составила ± 0.2 нТл, а погрешность позиционирования – ± 3 м. По результатам съемки были созданы карты аномального магнитного поля участка Самтыр в масштабе 1:100 000 с сечением 2.5 нТл. Также была подготовлена сводная цифровая модель аномального магнитного поля для участка Самтыр и прилегающей территории.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Гравиметрические исследования региона, включая территорию проектируемых работ, начались съемками в масштабе 1:200 000, выполненными в 1951 году Всесоюзным научно-исследовательским геолого-разведочным институтом (отчет 0188, Храмов А. К.), и продолжались в 1952 году (отчеты 0199, 0200, Лапшов В. А.; отчет 0208, Храмов А. К.), 1953 году (отчет 0219, Лапшов В. А.; отчет 0225, Тушканов Л. Я.; отчет 0214, Биркган И. Б.). Затем работы продолжались Устьюртской партией в 1954 году (отчет 0233, Биркган И. Б., Комарова Г. М.), и проводилась рекогносцировочная съемка в районе Прорвы силами конторы «Казахстаннефтегеофизика» (отчет 0247, Тушканов Л. Я.). Всесоюзный научно-исследовательский геолого-разведочный институт продолжил работы в 1956 году (отчет 266а, Лапшов В. А.) с целью изучения глубинного строения и выявления перспективных объектов для нефти и газа. В результате проведенных гравиметрических работ были составлены структурно-тектонические схемы, выявлены тектонические нарушения, выделены участки для дальнейших детальных исследований.

В 2010-2011 годах ТОО «НПЦ «ГЕОКЕН» выполнило морские гравимагниторазведочные работы на севере в масштабе 1:100 000 и на юге в масштабе 1:200 000 на заказ МД «Запказнедра» Комитета геологии и недропользования Республики Казахстан. В результате была создана единая цифровая гравиметрическая база данных для всего казахстанского сектора Каспийского моря. Магнитное поле измерялось с помощью квантового магнитометра G-882, а гравиметрические измерения проводились с использованием набортных гравиметров LaCoste&Romberg, Чекан АМ и GT-2АМ. Для навигации использовались двухчастотные спутниковые системы DGPS-NAV 2050R и C-NAV 3050 в дифференциальном режиме.

Погрешности измерений магнитного поля составили ± 1.15 нТл, а гравитационных аномалий – ± 0.24 мГал.

Подводя итог гравиметрической изученности, можно отметить следующие моменты:

1. Территория проектируемых работ полностью охвачена съемками масштаба 1:200 000. Съемки проводились по сетке 5х(4-3) км, 3х2 км с точностью интерполяции от 0.22 до 0.47 мГал. По результатам съемок были составлены карты гравиметрических аномалий в редукции Буге с плотностью промежуточного слоя 2.00 и 2.30 г/см³, с сечением изоаномалий 2 мГал. Однако разряженная сеть точек и невысокая точность наблюдений ограничивают использование этих данных для интерпретации с применением современных цифровых технологий.
2. В настоящее время 46% территории проектируемых работ покрыто съемками масштаба 1:50 000 и более детализированными съемками. Съемки масштаба 1:50 000 проводились по сетке 1х(0.2-0.5) км, а масштаба 1:25 000

- по сетке 0.5х(0.1-0.2) км. Погрешности измерений составили $\pm(0.15-0.23)$ мГал. Для составления отчетных карт были использованы данные о гравиметрических аномалиях в редукции Буге, сечением изоаномалий 0.2-0.5 мГал и сводные карты масштаба 1:200 000 с сечением 2 мГал.

3. Результаты гравиметрических исследований масштаба 1:50 000 и более детализированные показывают высокую эффективность применения гравиметрии совместно с сейсморазведкой для решения задач нефтяной геологии. Эти исследования существенно дополняют знания о структурно-тектоническом строении региона и позволяют расширить интерпретацию сейсмических данных, уточнить геологическое строение, а также повысить точность прогнозов

ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫМИ РАБОТАМИ

Электроразведочные исследования различных масштабов на полуострове Мангышлак начали проводиться с конца 1950-х годов с целью изучения глубинного строения, поиска месторождений меди, свинца и других полезных ископаемых, а также для изысканий источников воды для питьевого и хозяйственного использования, а также поиска месторождений нефти и газа.

В 1960 году специалисты конторы «Спецгеофизика» провели теллурическую съемку масштаба 1:500 000 на площади 25 кв. км в Южном Мангышлаке, чтобы изучить глубинное строение Южно-Мангышлакского прогиба и прилегающих территорий (35-VII, Романенко В. П., Бавыкина Ю. Б.). В результате работы были уточнены контуры Южно-Мангышлакского прогиба и его связь с Ассакеауданским прогибом и Туаркыр-Кумсебшенской складчатой зоной. Также был прослежен Южно-Мангышлакский уступ, который образует северную границу прогиба, и на его приподнятой части выявлены локальные нефтеносные или нефтеперспективные структуры. Отмечены участки с мощными слоями низкого сопротивления (1-10 Ом), толщиной 2-3 км, которые связываются с нефтеносными юрско-меловыми отложениями.

В 1993 году Аэрогеофизическая экспедиция провела опытно-методические аэроэлектроразведочные работы методом дипольного индуктивного профилирования (ДИП-АМЧ) на месторождениях нефти и газа (Кумколь, Узень, Каражанбас и другие), чтобы проверить эффективность этого метода для прямых поисков аномальных толщ газов. Работы были выполнены с использованием трехчастотного оборудования ДИП-АМЧ. Среднеквадратичные погрешности измерений составили: для канала 78 Гц – $\pm 0.047\%$, для канала 312 Гц – $\pm 0.057\%$, для канала 1250 Гц – $\pm 0.049\%$. Результаты аэроэлектроразведки позволили выделить 7 структурно-формационных зон и уточнить расположение меридиональных и северо-западных разломов. Было выявлено 36 аномалий, которые, вероятно, соответствуют локальным поднятиям в складчатом фундаменте и структурным особенностям платформенного чехла,

представляющим интерес для поиска углеводородных месторождений. Также были отмечены 4 магнитные аномалии, которые, вероятно, связаны с метасоматическими магнетитовыми оруденениями. На основе этих данных были определены участки, перспективные для поиска месторождений нефти и газа в верхнепалеозойских осадочных отложениях.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАЙОНА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД

Литолого–стратиграфическая характеристика

В геологическом строении исследуемого района выделяют три структурных этажа: складчатый фундамент, относящийся к допалеозойскому или нижнепалеозойскому возрасту, промежуточный слой домезозойского возраста и платформенный чехол, состоящий из мезо-кайнозойских отложений.

Складчатый фундамент на территории, охватываемой геофизическими исследованиями, не выходит на поверхность и не вскрыт скважинами. На соседних участках одиночными скважинами были выявлены метаморфизированные и дислоцированные осадочные и осадочно-эффузивные породы, гранитоиды, а также трещиноватые зоны, пропитанные нефтью (например, на площади Оймаша).

Результаты интерпретации аэромагнитных съемок предполагают наличие магматических образований в фундаменте, варьирующих от среднего до ультраосновного состава. По данным сейсморазведки, глубина залегания фундамента варьирует от 5 до 9 км.

Схемы структурно-тектонического районирования данного региона были разработаны рядом исследователей, среди которых наиболее часто используются работы А. Боранбаева, Ю. А. Воложа, Х. Б. Абилхасимова и других.

Полезные ископаемые

Для изучения полезных ископаемых использовались различные источники, включая карту полезных ископаемых Республики Казахстан в масштабе 1:1 000 000, Атлас нефтяных и газовых месторождений, а также материалы о глубинном строении и минеральных ресурсах Казахстана.

Основными полезными ископаемыми в области исследования являются нефть и газ. Именно на Мангышлаке началась добыча крупного объема нефти в Казахстане.

В пределах исследуемого участка было выявлено 21 месторождение углеводородов, включая чисто нефтяные и газовые, газоконденсатные и смешанные типы. Размеры месторождений варьируются от крупных до малых, и они систематизированы по величине, как показано в таблице 3.1.

Одним из самых значимых месторождений является уникальное Узень-Карамандыбас, которое было открыто в 1961 году и введено в эксплуатацию в 1965 году. Месторождение расположено на 12 км южнее города Жана Озен (Новый Узень). Оно связано с крупной брахиантиклинальной складкой размером 45 на 9 км. Продуктивность установлена для меловых и среднеюрских отложений (с ааленского по келловейский ярусы), продуктивные горизонты находятся в пределах XIII-XXIV слоев. Продуктивный этаж составляет до 1500 м. В разрезе продуктивных горизонтов встречаются переслаивающиеся

песчаники, алевролиты и глины. Толщина слоев варьируется от нескольких сантиметров до десятков метров. В меловом комплексе выделено 12 газовых горизонтов, а в юрской толще – 13 нефтяных и нефтегазовых. Залежи пластовые и сводовые, а коллекторы представлены песчаниками и алевролитами. Покрышками продуктивных горизонтов служат глины толщиной от 2 до 60 м. Извлекаемые запасы составляют около 500 млн тонн нефти.

Среди нефтегазоконденсатных месторождений выделяется Жетыбай, с запасами около 150 млн тонн. Оно расположено на слабонарушенной брахиантиклинальной складке с северо-западной ориентировкой. Нефтегазоносность приурочена к верхне и среднеюрским отложениям. Продуктивный этаж достигает 700 м. В юрской толще выделено 13 продуктивных горизонтов, представленных переслаиванием песчаников, алевролитов и глин. Залежи могут быть пластовыми, сводовыми, массивно-пластовыми или литологически экранированными. Из всех залежей одна газоконденсатная, остальные газонефтяные и нефтяные.

Таблица 3.1 – Систематизация месторождений углеводородов по типам и размерам

Виды полезных ископаемых	Размеры месторождений				Всего
	Очень крупное	Крупное	Среднее	Малое	
Нефть				Бурмаша (30)*, Карамандыбас С. (43), Каменистое (44), Шинжир (46)	4
<i>Количество</i>				4	
Газ				Консу (1), Пионерское (56), Узень В. (57)	3
<i>Количество</i>				3	
Газоконденсатное				Бектурлы Ю.В. (45), Актас З. (49)	2
<i>Количество</i>				2	
Нефтяные битумы			Беке (25)		1
<i>Количество</i>			1		
Нефтегазовое	Узень (51)		Асар (35), Дунга-Еспелисай (95)	Туркменой (36), Жетыбай В. (48)	5

<i>Количество</i>	1		2	2	
Нефтегазо-конденсатное		Жетыбай (38)	Тасбулат (53), Тенге 3. (54)	41, 47, Актас (50)	6
<i>Количество</i>		1	2	3	
Всего					21

Кроме месторождений нефти и газа на исследуемый территории имеются месторождения железа, меди, марганца и бурого угля. Район богат каменными строительными материалами (известняки-ракушечники), а также мелом, и глинами.

Твердые полезные ископаемые

Железо (лимонитовые руды). Месторождение Бес-Кемпир (L-39-XXXV) расположено в центральной части хребта Восточный Каратау. Железные руды находятся в подошве нижней акмышской подсвиты и залегают отдельными линзами в почти вертикальных пластах. Общая длина выходов рудных тел составляет 7 740 м, при средней мощности 7.8 м. Запасы месторождения оцениваются в 500 млн т железной руды, со средним содержанием железа в 44.73%.

Марганец. Месторождение Айт-Кок-Че (L-39-XXXIV-94) связано с верхней частью песчаной толщи среднего олигоцена урочища Джарып-Тускен. Рудные минералы включают браунит, псиломелан, манганит и лимонит, среди которых наиболее распространен псиломелан. Руды прослеживаются узкой полосой вдоль северного борта Чакырганской синклинали на протяжении 35 км. Оруденение носит линзовидный характер.

Медь. Месторождение меди Жездебассай (L-39-XXXV-99) расположено в северо-западной части Бесчокинской антиклинали (джиздебасовская толща). Оруденение представлено конкрециями в пластах песчаника, которые находятся в зеленовато-серых сланцах восточно-каратауской серии, а также в кварцево-карбонатных жилах, приуроченных к разрывам в осевой части антиклинали. Мощность оруденения составляет 30-35 м. Содержание меди в конкрециях варьируется от 1.82 до 2.36%, а среднее содержание меди в зоне оруденения составляет 0.5-0.7%. Помимо меди, встречаются самородное серебро и прослои кобальта (эритрин). Рудные пласты простираются на 700-1000 м. Расположение меднорудных проявлений определяется сетью разрывов, в основном продольных. Оруденение часто сопровождается кварцево-сульфидными жилами. Минералы, встречающиеся в медных рудах: борнит, халькозин, халькопирит и блеклые руды.

4 КОМПЛЕКСНАЯ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Комплексная аэрогеофизическая съемка представлена магнитометрией и гамма-спектрометрией, выполненными с борта воздушного судна на высоте 100 метров (в среднем).

Методика проведения комплексных аэрогеофизических исследований, а также используемое геофизическое и навигационное оборудование, по своему типу и техническим характеристикам, в полном объеме соответствует современным требованиям передовых технологий в области геофизики.

Таблица 4.1 - Применяемое аэрогеофизическое и навигационное оборудование, программные комплексы

Наименование и модель оборудования, программных средств	Фирма производитель
<i>Аэрогеофизическое оборудование</i>	
Аэрогеофизический комплекс сбора навигационных данных GT-MAG 2, включая: Netbook IBM, GPS Антенна G5Ant-42AT-1, индикатор пилота.	ООО «Геотехнологии», РФ
Цезиевый магнитометр CS-3.	Scintrex Ltd, Canada
Феррозондовый магнитометр FL3-100.	Billingsley Magnetics
Радарный высотомер TRA-3000.	Free Flight Systems, USA
Бортовая навигационная система GPS/ГЛОНАСС GPS/ГЛОНАСС L1/L2 приемник Topcon.	Topcon Positioning Systems, Inc. USA
Гамма-спектрометр, модель RSX-5 включает детектор объемом 16 литров (1024 куб. дюйма) NaI (Tl) (для нижнего полупространства) плюс детектор объемом 4 литра (256 куб. дюймов) для верхнего полупространства.	Radiation Solutions, Inc., Canada
Блок интерфейса сбора гамма-спектрометрических данных, модель RS 501.	Radiation Solutions, Inc., Canada
Комбинированный датчик давления и температуры Honeywell PPT.	Honeywell International Inc. USA
Базовая наземная DGPS станция TRIMBLE R12 GNSS .	Trimble Navigation, USA
Базовая наземная станция регистрации вариаций геомагнитного поля, квантовый магнитометр NuBase.	Nuvia Dynamics, Canada
Базовая наземная станция регистрации вариаций геомагнитного поля, протонный магнитометр MB-07.	ТОО «Геомер», Казахстан
<i>Программы регистрации, обработки и анализа аэрогеофизических данных</i>	
NavDat - бортовая программа управления сбором данных: навигационное обеспечение, визуальный контроль качества .	ООО «Геотехнологии», РФ
NavDatMagTools - программа интеграции аэромагнитных и навигационных данных, конвертации из формата NavDat в формат Geosoft XYZ.	ООО «Геотехнологии», РФ
ReinMag - программа для расчета набора коэффициентов, который используется для компенсации влияния поля самолета-носителя на показания скалярного магнитометра, измеряющего модуль вектора магнитной индукции.	ООО «Геотехнологии», РФ
CSAZ - программа для ориентирования направления	Geometrics, Inc., USA

магнитометра.	
RadAssist - программа управления сбором радиометрических данных, контроль качества и запись данных, конвертация из формата RSX в формат Geosoft XYZ.	Radiation Solutions, Inc., Canada
GrafNav – программа для дифференциальной коррекции навигационных данных.	NovAtel Inc., Canada
Oasis Montaj Geosoft – программное обеспечение для обработки, картосоставления и интерпретации геофизических данных, включая модули: Airborne Quality Control; Geophysics; Geophysics Leveling; Microlevelling; MagMap Filtering.	Geosoft Inc., Canada

Аэрогеофизическая съемка проводилась по системе прямолинейных маршрутов, ориентированных меридионально, в соответствии с главным направлением простираения геологических структур. Расстояние между основными маршрутами составило 500 м. Для обеспечения согласования измерений магнитного поля вдоль рядовых маршрутов, были пройдены опорные связующие маршруты, ориентированные перпендикулярно основным маршрутам, с расстоянием между ними 5 км.



Рис. 4.1 - Самолеты АН-2.

Сбор аэромагнитных данных и решение навигационных задач выполнены с использованием аэрогеофизического комплекса сбора магнитометрических данных GT-MAG-2.

К управляющему блоку GT-MAG-2 подключаются:

- бортовой компьютер с программой NAVDAT;
- квантовый магнитометр CS-3 для измерения магнитного поля;
- радиовысотомер TRA-3000 для измерения высоты самолета относительно поверхности земли;

-внешняя антенна GPS-приемника (Topcon/Javad OEM), встроенного в управляющий блок GT-MAG-2.



Рис. 4.2 - Внешний вид управляющего блока системы GT-MAG-2.

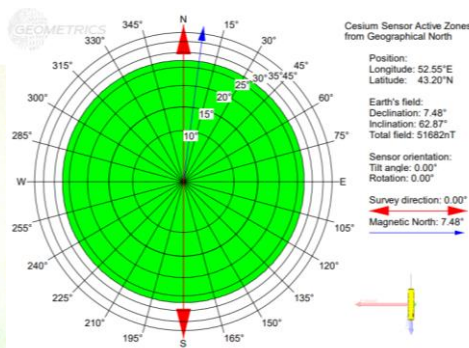


Рис. 4.3 - Внешний вид и пример расчета ориентации магнитометра CS-3.

АЭРОГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЯ

Для проведения аэрогамма-спектрометрической съемки использовался цифровой 1024-канальный спектрометр RSX-5 производства компании Radiation Solution Inc., оснащенный двумя блоками полициновых детекторов NaJ (Tl) RSX-5 общей емкостью 32 литра.

Для оценки концентрации атмосферного радона в системе предусмотрен отдельный детектор емкостью 4 литра, экранированный от излучения нижнего полупространства. Суммарное энергетическое разрешение спектрометра по линии 0.662 МэВ (Cs137) составляет не хуже 7.7%. Диапазон регистрации гамма-излучения охватывает энергии от 0.38 до 3.0 МэВ, при этом шаг

регистрации спектра по энергетической шкале составляет около 3 кэВ. Частота регистрации данных – 1 секунда.



Рис. 4.4 - Блок детекторов аэрогамма-спектрометра RSX-5.

СИСТЕМА НАВИГАЦИИ И СБОРА ДАННЫХ NAVDAT

Система NAVDAT используется для сбора магнитометрических данных и решения навигационных задач, включая обеспечение качества пилотирования, необходимого для выполнения съемки заданного масштаба.

С помощью NAVDAT осуществляется:

- контроль и визуальный мониторинг всех измеряемых величин;
- автоматическая работа в режиме проводки воздушного судна;
- интеграция всех устройств, датчиков и сигналов.

Вся информация, получаемая в процессе съемки, отображается на экране бортового компьютера в режиме реального времени.

Программное обеспечение NAVDAT автоматически анализирует структуру и качество поступающей геофизической и навигационной информации, а также контролирует работу всего оборудования.

На экране бортового компьютера размещены панели, отображающие: полетное задание, карты маршрутов с основной информацией о полете, индикации используемых GPS-спутников и измеряемые параметры с графиками магнитного поля.

Вся информация, собранная во время полета, записывается на жесткий диск бортового компьютера и по приземлении передается для оперативного контроля и обработки на полевой обрабатывающий комплекс.

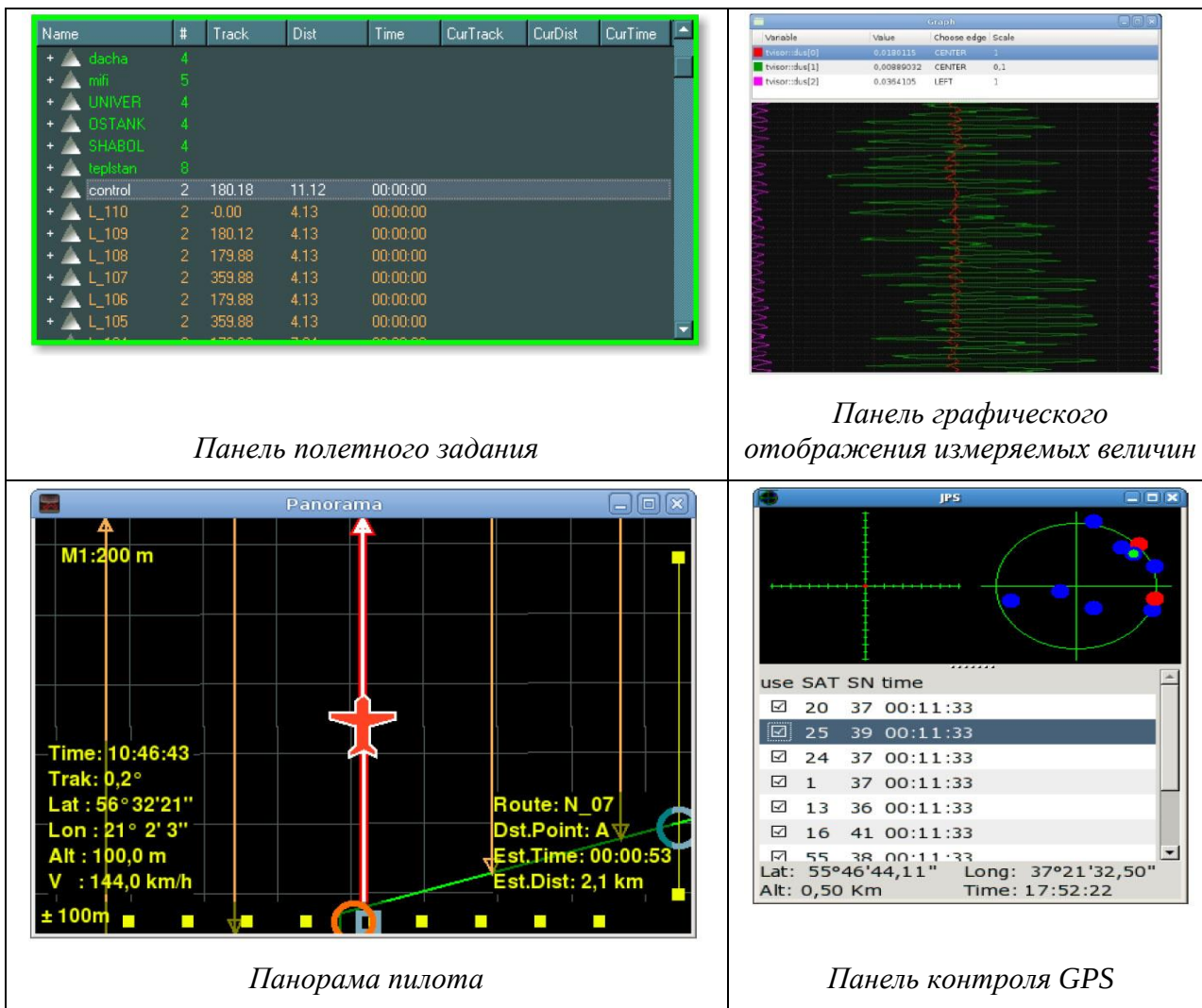


Рис. 4.5 - Информационные панели программы NAVDAT.

КАЛИБРОВКИ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В соответствии с методикой выполнения аэромагнитной и гамма-спектрометрической съемки, были проведены калибровочные работы аэрогеофизического оборудования. Эти работы включали определение гамма-фона борта, чувствительности оборудования, коэффициентов поглощения и другие параметры, включая тарировку высотомера и оценку девиации. Калибровка проводилась в три этапа:

1. Тестовые полеты в Актюбинской области для определения концентрационных чувствительностей над полигоном Алтынды (Юбилейное) и Актюбинским водохранилищем, а также калибровка радарного высотомера на взлетно-посадочной полосе аэропорта города Актобе.
2. Калибровка магнитометра "Звезда" непосредственно на участке работ.
3. Калибровка спектрометрии для учета космического излучения и фона борта, проведенная над прибрежной частью Каспийского моря.

Для калибровки спектрометра использовался тестовый профиль Алтынды, расположенный в 40 км к востоку от населенного пункта Эмба (ст. Жем), рядом с месторождением Юбилейное. Этот профиль был использован для тестовой проверки спектрометрического оборудования, и его результаты были полезны для калибровки на основе фоновых, средних и аномальных значений в стандартных окнах спектрометра.

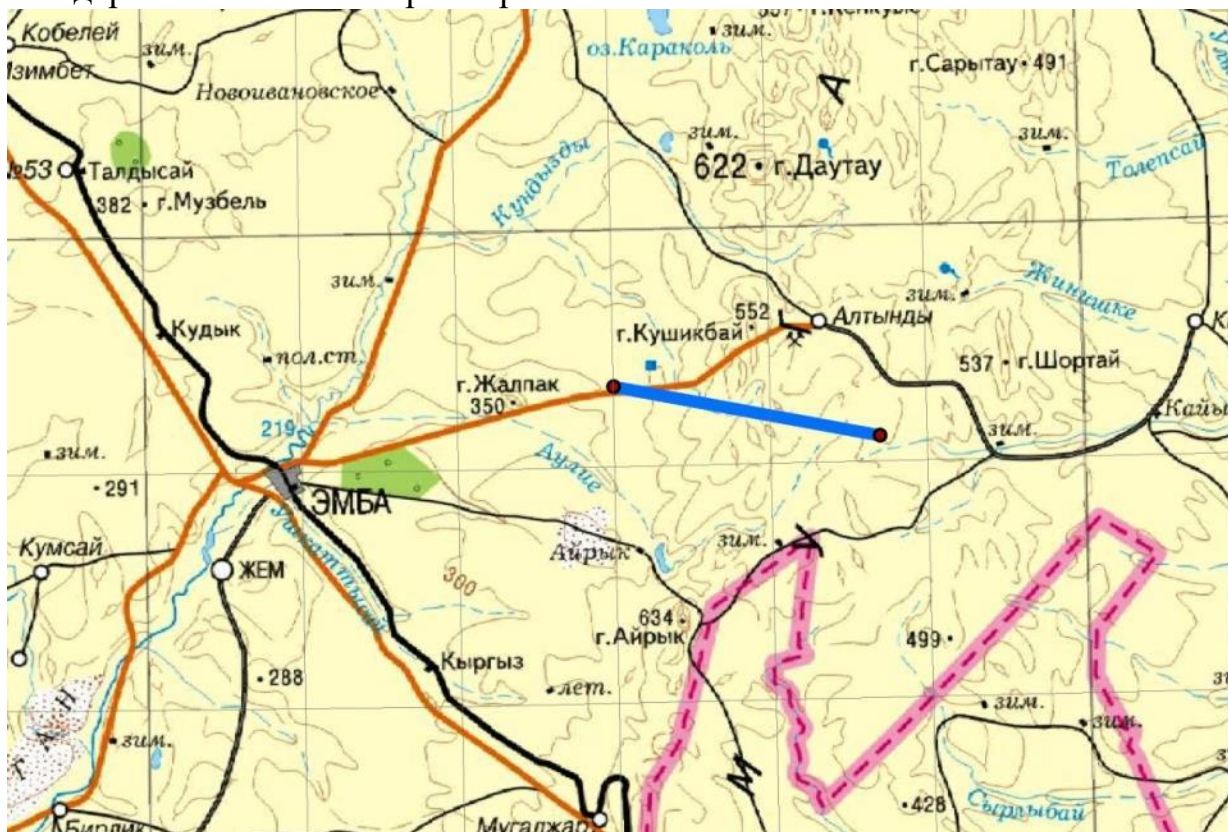


Рис. 4.6 - Расположение тестово-калибровочного профиля Алтынды.

Эффективность системы компенсации девиации самолета иллюстрируют диаграммы исходных значений магнитного поля, осложненные влиянием эволюций самолета (крен, тангаж) и исправленные по результатам калибровки «Звезда».

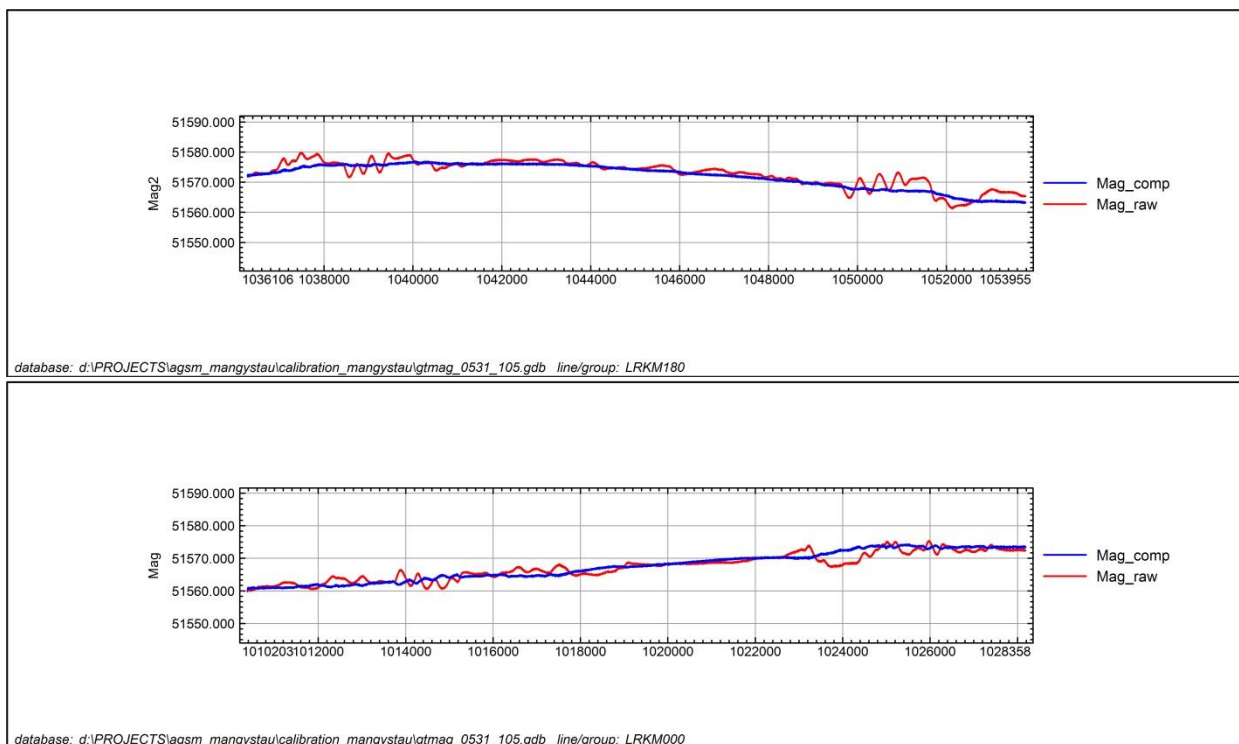


Рис. 4.7 - Примеры компенсации магнитного поля по основным направлениям съемки.

НАЗЕМНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Съемочные полеты сопровождались постоянной регистрацией вариаций геомагнитного поля с использованием современных квантовых магнитометров NuBase CS3, которые записывали данные с периодичностью не менее 0.1 секунды.

Для обеспечения дифференциального режима GPS также велась запись данных на двух базовых станциях GPS Trimble R12, которые были установлены вблизи стоянки самолета. Это позволяло значительно повысить точность навигации и регистрации магнитных вариаций, что было особенно важно для проведения геофизической съемки на заданной территории.

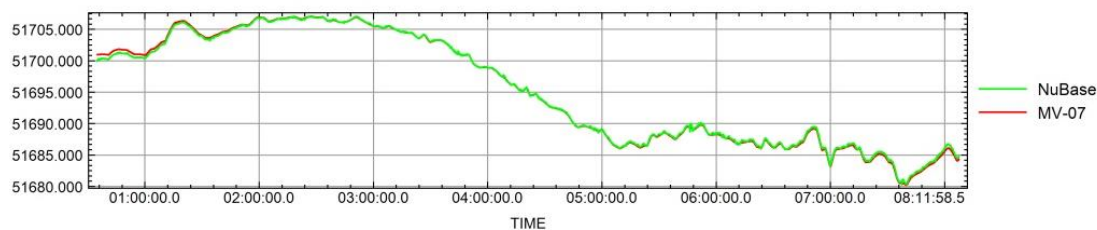


Рис. 4.8 - Пример синхронной записи вариаций геомагнитного поля магнитовариационными станциями MB-07 и NuBase.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СЪЕМКИ

Оперативная оценка качества съемки проводилась ежедневно с использованием тестового маршрута протяженностью 10 км, что позволяло своевременно выявлять и устранять возможные погрешности в данных. Контроль качества аэромагнитной съемки осуществлялся двумя способами:

1. Ежедневная съемка по линии тестового маршрута.
2. Повторные измерения по линиям пройденных профилей.

Для подтверждения нормальной работоспособности всего съемочного комплекса, измерения на тестовом маршруте выполнялись в начале и в конце каждого полета на номинальной высоте съемки (100 метров). Это обеспечивало своевременную проверку состояния оборудования и надежность получаемых данных.

ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Полевая обработка данных включает в себя сбор и первичную обработку информации, полученной во время аэрогеофизической съемки. На этом этапе проводится обработка данных ежедневно и оценка качества полевых данных, а также подготовка их к дальнейшему анализу. Полевая обработка может включать устранение ошибок, связанных с условиями съемки (например, воздействием внешних факторов, технических неисправностей оборудования).

Камеральная обработка данных включает более детальную обработку и анализ собранных данных. На этом этапе проводится комплексная интерпретация информации с использованием специализированных программных средств, построение моделей геофизических полей, а также создание физико-геологических моделей, необходимых для получения надежную геофизическую основу.

5 ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

В ходе выполнения гравиразведочных работ производственные бригады перемещались, преимущественно, по бездорожью, используя автотранспортные средства с повышенной проходимостью. Для транспортировки бригад от базовых лагерей к участкам исследований использовалась сеть асфальтированных и грунтовых дорог, по которым движение было возможно только в сухую погоду и не более 30 км/ч. В местах с повышенной сложностью проходимости, таких как горные участки и незакрепленные пески эоловых равнин, съемка проводилась пешим способом.

Перед началом работ была проведена калибровка гравиметров на Гравиметрическом полигоне «Жетыген», а аналогичная процедура была выполнена по завершении работ в сентябре 2021 года. Результаты калибровки подтвердили стабильность чувствительности гравиметров в течение всего периода проведения съемки.

Методика проведения гравиразведочных работ и используемое оборудование соответствуют требованиям Методического руководства по проведению гравиметрических исследований, утвержденных Комитетом геологии и недропользования МЭМР РК в 2008 году.

АППАРАТУРА, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, КАЛИБРОВКИ

Для проведения гравиметрических наблюдений использовались автоматизированные гравиметры Scintrex Autograv CG-5, которые являются признанными и широко применяемыми в мировой практике для высокоточных наземных гравиметрических съемок, а также CG-6 гравиметр нового поколения, оснащенный современным и удобным пользовательским интерфейсом. Он оборудован кварцевым датчиком, который признан за свою точность и надежность, и помещен в прочный и легкий корпус. Технические характеристики гравиметров Scintrex CG-5 и CG-6 Autograv приведены в Таблице 5.1.



а)



б)

Рис. 5.1 – Внешний вид гравиметров CG-5 и CG-6 AutoGrav Scintrex.

Таблица 5.1 – Технические характеристики гравиметров Scintrex CG-5 и CG-6 Autograv

Характеристика	Scintrex CG-5 Autograv	Scintrex CG-6 Autograv
Тип датчика	плавленный кварц с электростатической компенсацией	плавленный кварц с электростатической компенсацией
Дискретность измерения	1 мкГал	0.1 мкГал
Стандартное отклонение	< 5 мкГал	< 5 мкГал
Рабочий диапазон	8000 мГал, без переустановки	8000 мГал, без переустановки
Остаточный долговременный дрейф (статический)	менее 0.02 мГал в день	менее 0.02 мГал в день
Диапазон автоматической компенсации наклона	±200 угловых секунд (арксекунд)	±200 угловых секунд (арксекунд)
Скачок измерений	типично - меньше 5 мкГал для удара в 20 g	< 5 мкГал для удара в 20 g
Автоматическая коррекция	лунно-солнечные приливы, наклон прибора, температура, шумоподавление, сейсмический фильтр	лунно-солнечные приливы, наклон прибора, температура, выборочный фильтр шумов, сейсмический фильтр, дрейф
Размеры	30 x 21 x 22 см	21.5 x 21 x 24 см
Вес с аккумуляторами	8 кг	5.5 кг
Емкость батарей	2x 6АЧ (10.8 В) литиевые аккумуляторы	перезаряжаемые литиевые аккумуляторные батареи

Характеристика	<i>Scintrex CG-5 Autograv</i>	<i>Scintrex CG-6 Autograv</i>
		со встроенной логикой: 2 x 6.8 АЧ (10.8 В)
Потребление	4.5 Вт при 25 градусах	5.2 Вт при 25 градусах
Рабочая температура	от -40 °С до +45°С	от -40 °С до +45°С. Высокотемпературная версия – до +55°С
Память	<i>Flash</i> технология, 1 МБ (стандартно) - расширяется до 12 МБ	<i>Flash</i> технология, до 4 ГБ
Часы реального времени	день, месяц, год, часы, минуты, секунды	день, месяц, год, часы, минуты, секунды
Цифровой выход	последовательный интерфейс RS-232 и USB	USB и <i>Bluetooth</i>
Формат данных	Scintrex, text, xyz	*dat (ASCII)

Аппаратура топографо-геодезического обеспечения

Для выноса в натуру точек гравиметрических наблюдений и выполнения их геодезической привязки применялись двухчастотные многосистемные спутниковые системы позиционирования *Trimble R8s, R9s и R12* укомплектованные для работы в режимах Static, Post Processing Kinematic и Real Time Kinematic. Геодезические измерения выполнялись одновременно с гравиметрическими.



a)



б)

Рис. 5.2 – Спутниковые системы позиционирования *TRIMBLE R8s* (а) и *TRIMBLE R9s* (б).

Таблица 5.2 – Точность измерений приемника *Trimble R8s* GNSS

Характеристика	Значения
Статические GNSS измерения Высокоточная статика В плане: По высоте:	3 мм+ 0,1 мм/км 3,5 мм + 0,4 мм/км
Кинематическая GNSS съемка с постобработкой (PPK) В плане: По высоте:	8 мм + 1 мм/км 15 мм + 1 мм/км
Кинематическая съемка в реальном времени (RTK) От одиночной базы не далее 30 км В плане: По высоте:	8 мм+ 1 мм/км 15 мм + 1 мм/км
Сетевой RTK В плане: По высоте:	8 мм+ 0,5 мм/км 15 мм + 0,5 мм/км
Время инициализации	обычно <8 секунд
Надежность инициализации	обычно >99.9%

Технические характеристики системы *Trimble R9s* приводятся ниже, в Таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Общая характеристика и точность измерений приемника *Trimble R9s* GNSS

Измерения	2 усовершенствованные платы Trimble Maxwell 6 с 440 каналами Измерения фаз несущих частот GNSS с очень низким уровнем шумов и точностью Отношение сигнал-шум указывается в дБ-Гц Технология Trimble EVEREST для отражения сигналов многолучевости
Частота измерений	1Гц, 2Гц, 5Гц, 10Гц, 20Гц
Дифференциальная кодовая GPS съемка	в плане: 0,25 м + 1 ppm RMS по высоте: 0,50 м + 1 ppm RMS
Статическая GPS съемка	в плане: 3 мм + 0,1 ppm RMS по высоте: 3.5 мм + 0,4 ppm RMS
Кинематическая съемка	Одиночная базовая станция < 30 км в плане: 8 мм + 1 ppm RMS по высоте: 15 мм + 1 ppm RMS
	Сетевой RTK в плане: 8 мм + 0.5 ppm RMS по высоте: 15 мм + 0.5 ppm RMS время инициализации: 2-8 секунд
	Trimble CenterPoint RTX в плане: 4 см по высоте: 9 см.
	Trimble xFill в плане: RTK + 10 мм/мин RMS по высоте: RTK + 20 мм/мин RMS

Таблица 5.4 – Общая характеристика приемника *Trimble R12* GNSS

Одновременно отслеживаемые сигналы спутников:	GPS: L1C/A, L2C, L2E, L5 ГЛОНАСС: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3 SBAS: L1C/A, L5 (Для спутников SBAS, поддерживающих L5) Galileo: E1, E5A, E5B, E5 AltBOC, E6 BeiDou: B1, B2, B3 QZSS: L1C/A, L1C, L2C, L2E, L5 NavIC (IRNSS): L5 L-диапазон: CenterPoint RTX
Службы поправок	CenterPoint RTX, OmniSTAR HP, XP, G2, VBS
Частота измерений:	1 Гц, 2 Гц, 5 Гц, 10 Гц и 20Гц

МЕТОДИКА ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Методика полевых работ, точность наблюдений, а также технологии обработки и анализа данных гравиразведки полностью соответствуют требованиям отраслевых инструкций и методических рекомендаций.

Для приведения результатов гравиметрической съемки к уровню Государственной Гравиметрической Сети, а также для учета смещения нуля-пункта приборов в процессе выполнения рейсов, на территории съемки была установлена полевая опорная гравиметрическая сеть, состоящая из двух пунктов.

Для дополнительного контроля стабильности работы гравиметров и их ввода в рабочий режим ежедневно выполнялись измерения на контрольном пункте, установленном вблизи каждого полевого лагеря.

Рядовые гравиметрические измерения проводились по однократной методике, рейсы начинались и заканчивались на полевых опорных пунктах.



Рис. 5.3 – рабочий процесс.

Последовательность выполнения гравиметрических работ была следующей. После прибытия бригады к проектной точке наблюдений, в радиусе не более 5–10 м от ее заданного положения устанавливалась антенна DGPS на вешке или крыше транспортного средства с зафиксированной высотой. В режиме РРК (кинематический метод постобработки) определялись точные координаты и высота пункта измерений. На данной точке устанавливался гравиметр Scintrex CG-5 или CG-6 Autograv, после чего выполнялись гравиметрические измерения. В случае наличия природных препятствий местоположение проектной точки корректировалось оператором на месте.

Длительность каждого рейса определялась линейностью смещения нуля-пункта гравиметров и, как правило, не превышала 10-12 часов..





Рис. 5.4 – Гравиразведка с применением автотранспорта.





Рис. 5.5 – Гравirazведка пешим ходом.

Контроль качества рядовой съемки осуществлялся с использованием независимых комплексных измерений, включающих гравirazведочные и геодезические данные, в регулярном режиме.

Пункты контрольных наблюдений были равномерно распределены по всей площади съемки, что позволило проконтролировать большинство выполненных рейсов. Контрольные гравиметрические и геодезические измерения проводились одновременно, обеспечивая их согласованность и точность.

Обработка данных гравirazведки выполнялась в два этапа: оперативном и камеральном, с созданием итоговой цифровой модели гравитационного поля, интегрирующей актуальные и исторические данные.

На этапе оперативной обработки, которая осуществлялась ежедневно в полевой партии параллельно с полевыми работами, выполнялись:

- анализ данных гравиметрических и топографо-геодезических наблюдений;
- вычисление наблюденных значений силы тяжести;
- учет нормального гравитационного поля;

Для обработки применялись стандартные и специализированные программы, включая Trimble Business Center и Geosoft Oasis Montaj™/Gravity and Terrain Correction.

6 ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

При проведении полевых измерений использовалось оборудование от ведущих производителей: станции MTU-5A компании *Phoenix Geophysics* (Канада) и станции NORD компании *ООО «Северо-Запад»* (Россия). Данные станции предназначены для регистрации пяти компонент магнитотеллурического (MT) поля (E_x , E_y , H_x , H_y , H_z) в частотном диапазоне от 0.0001 Гц до 400 Гц.

Оборудование MTU-5A и NORD представляет собой автономные регистраторы с встроенными системами GPS, которые обеспечивают высокую точность синхронизации измерений. Комплектация включает индукционные магнитные датчики IMS-10 (для станции NORD) и MTC-50H (для станции MTU-5A), а также электрические диполи с использованием неполяризующихся электродов.



Рис. 6.1 – Измерительный модуль MTU-5A.



Рис. 6.2 – Измерительный модуль *NORD*.

Одним из ключевых условий работы станций является обеспечение точного времени. В полевых исследованиях одновременно использовались несколько станций *MTU-5A* и *NORD*, разнесенных на определенные расстояния. Для обработки данных применялся режим синхронной записи, при котором записи, полученные разными станциями, обрабатывались совместно. Это требует высокой точности синхронизации времени между станциями.

Точное время и координаты для каждой записи определялись с помощью встроенных GPS-систем. После получения сигнала спутников время устанавливалось на станции и поддерживалось кварцевым генератором. В течение работы синхронизация времени автоматически корректировалась при наличии стабильной связи со спутниками. Этот процесс обеспечивал необходимую точность для анализа и интерпретации данных. Технические характеристики регистраторов *MTU-5A* и *NORD* приведены в таблицах 6.1 и 6.2 соответственно.

Таблица 6.1 – Технические характеристики *MTU-5A*

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 ± 500 наносекунд; синхронизированный с GPS
Вес	4 кг
Размер	230 мм х 225 мм х 110 мм
Питание	9W
Температурный диапазон	Действие: от минус 20°C до плюс 50°C

Таблица 6.2 – Технические характеристики *NORD*

Частотный диапазон измерений: <i>NORD</i>	DC - 1000 Гц
АЦП на каждом канале: <i>NORD</i> Частоты дискретизации: 32-бит АЦП	32 бит 2400, 150 и 15 Гц
Входное сопротивление	10 МОм
Управление и передача данных	Wi-Fi 802.11n
Точность определения координат по GPS, BeiDou и/или ГЛОНАСС	+/- 1 м при синхронизации по 12 и более спутникам
Точность синхронизации по времени	+/- 100 нс (среднеквадратичное отклонение)
Встроенный твердотельный накопитель	32 Гбайт Industrial Grade (опционально до 256 Гбайт)
Вес измерителя	1.8 кг
Габариты	20x10x13 см
Напряжение внешнего питания	12 В
Потребляемая мощность: <i>NORD</i>	6 Вт
Рабочая температура	-40 ... + 85 °С

ТЕСТИРОВАНИЕ И КАЛИБРОВКА АППАРАТУРЫ

Согласно требованиям «Инструкции по электроразведке», поверка аппаратуры и оборудования проводилась в полевых условиях. Тестирование и калибровка оборудования, включая регламентные работы, были выполнены в строгом соответствии с инструктивными требованиями для станций MTU-5A производства Phoenix Geophysics и *NORD* компании Северо-Запад. Перечень выполненных процедур включал:

1. Калибровка регистрирующих каналов станций MTU-5A и *NORD*, включая снятие частотных характеристик.
 - Калибровка проводилась перед началом записи вариаций МТ-поля и проверки магнитных датчиков.
 - Процедура занимала около 10 минут.
 - Условиями для калибровки являлись отсутствие значительных техногенных электромагнитных помех и синхронизация времени с использованием встроенной GPS-системы.
2. Стабильность характеристик оборудования:
 - Станции MTU-5A и *NORD* термостабилизированы, что обеспечивает устойчивость их частотных характеристик.

- Изменения характеристик со временем составляют не более 1% за 5 лет.

Пример частотной характеристики каналов станций приведен на рисунке 6.4.

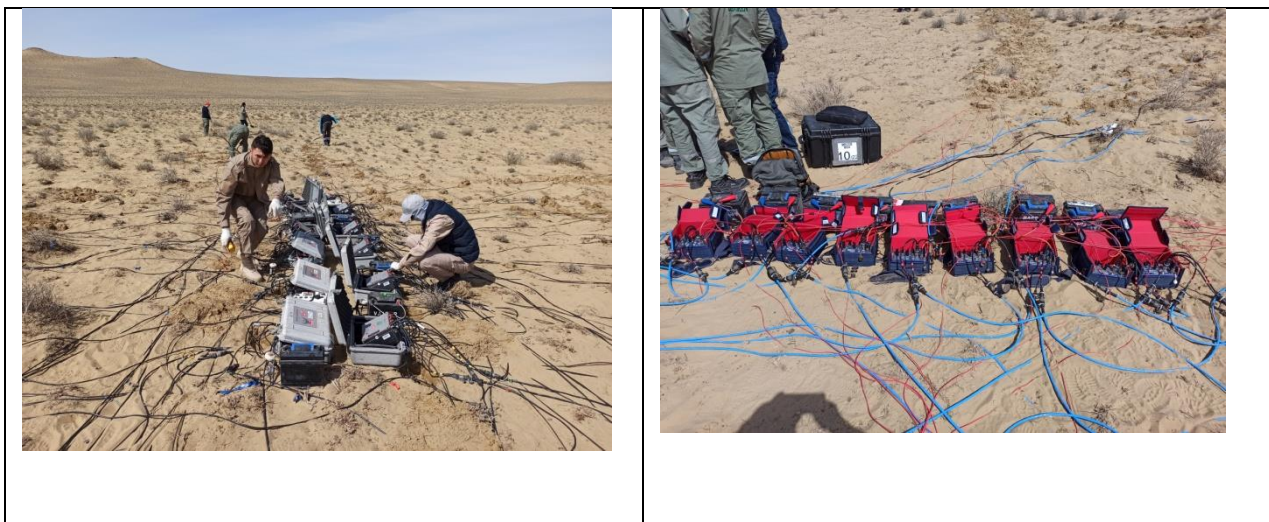


Рис. 6.3 – Процесс проведения калибровки и записи на идентичность на участке работ.

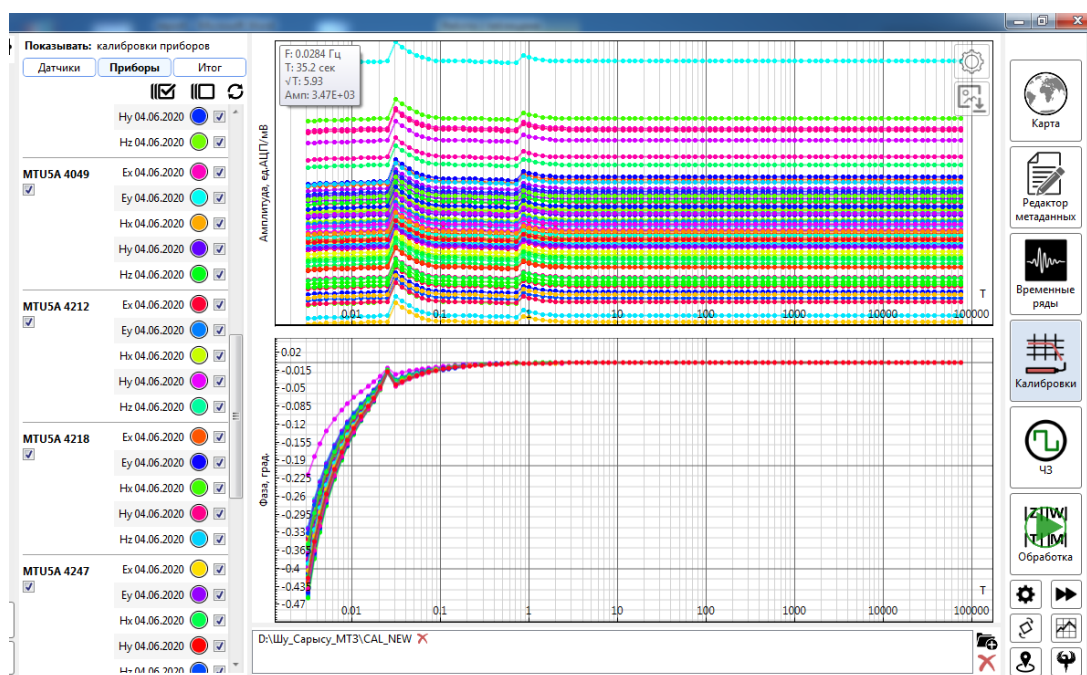
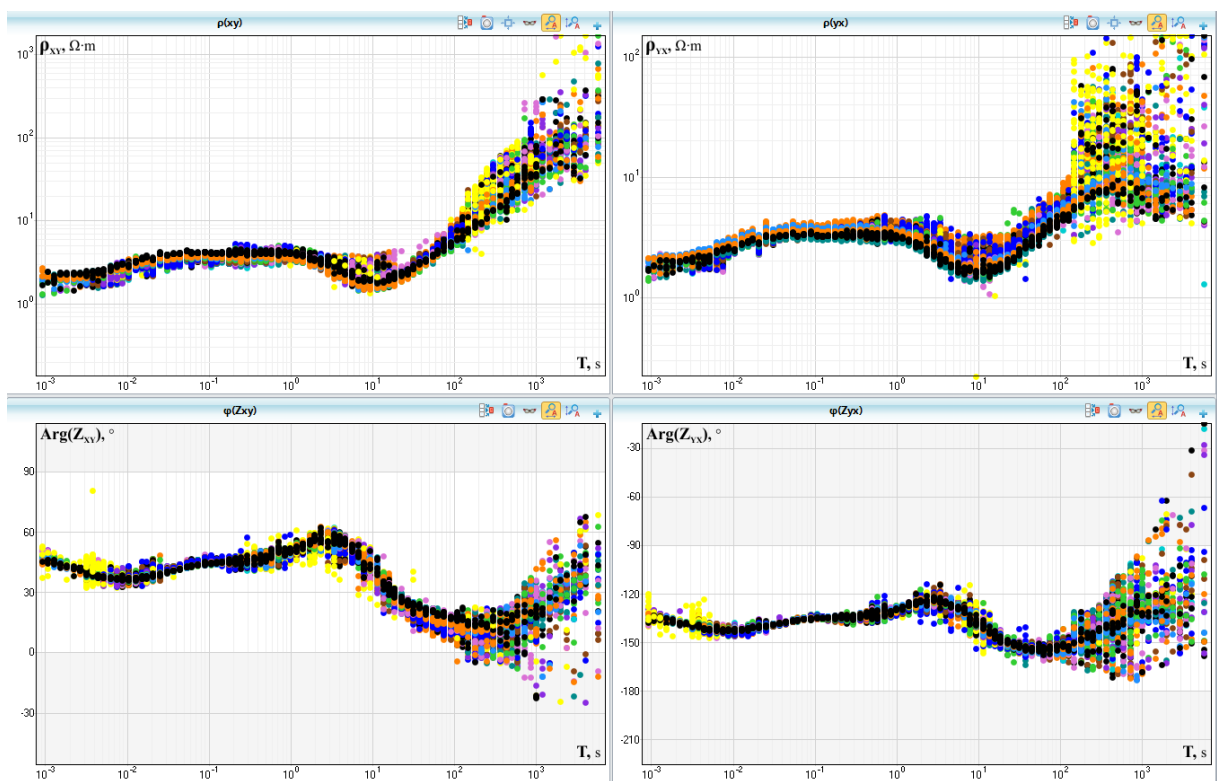
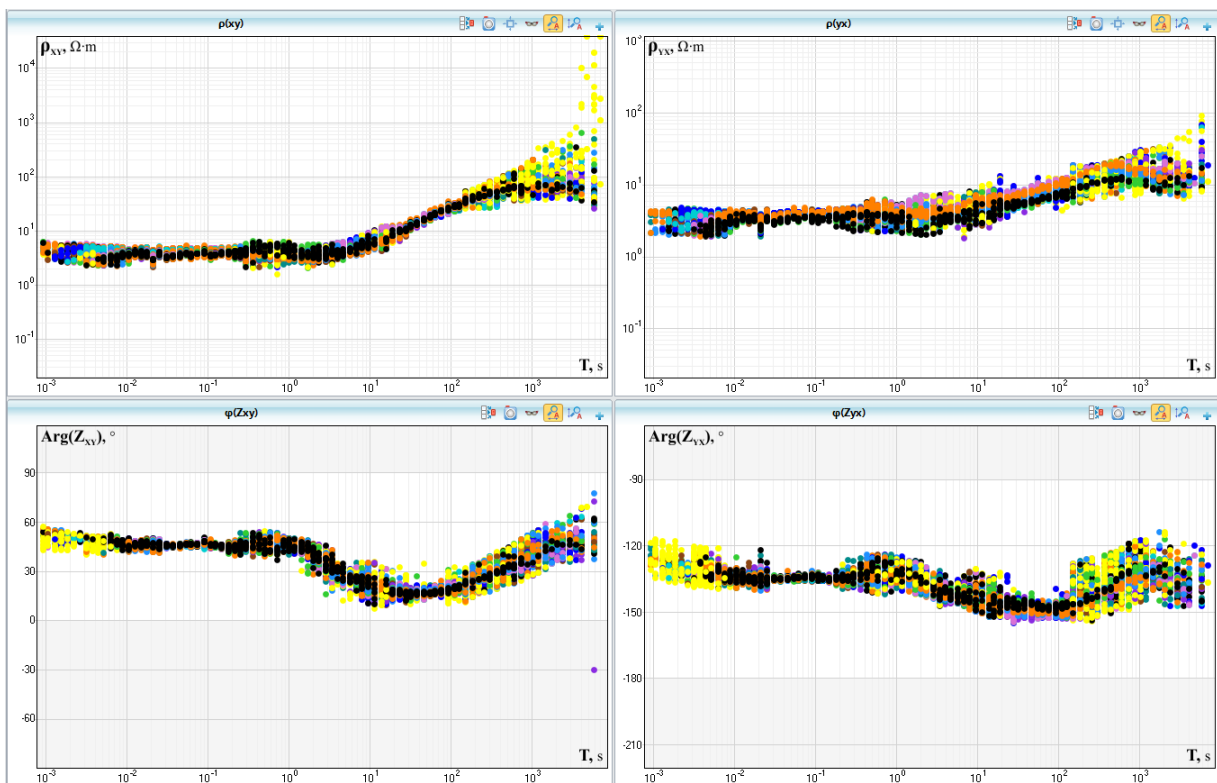


Рис. 6.4 – Пример частотной характеристики каналов станции MTU-5A.



A)



B)

Рис. 6.5 – Пример результатов записи на идентичность до начала съемок (А) и после завершения съемок (Б).

Методика полевых работ

Для проведения работ использовалась пятиэлектродная крестообразная электрическая измерительная установка, заземленная слабополяризуемыми электродами. Ориентация установки осуществлялась с помощью буссоли **БГ-1** и компаса.

Основные параметры установки:

- Электрические линии длиной 100 м (по два плеча по 50 м) ориентировались на магнитные азимуты 0° (E_x) и 90° (E_y).
- Определение координат точек магнитотеллурических зондирований (МТЗ) выполнялось автоматически с использованием встроенных GPS-приемников.
- Привязка контролировалась автономными GPS-приемниками GARMIN.

Для обеспечения низкого сопротивления заземления и стабильности электродов, их устанавливали в ямы.

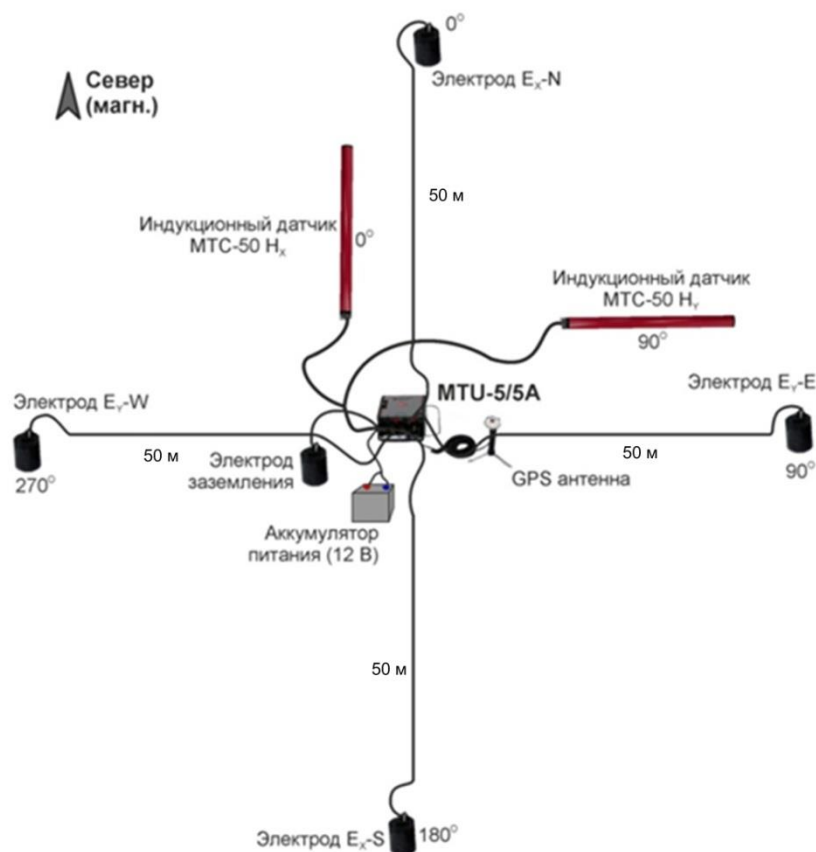


Рис. 6.6 – Схема расстановки станции *MTU-5A*.

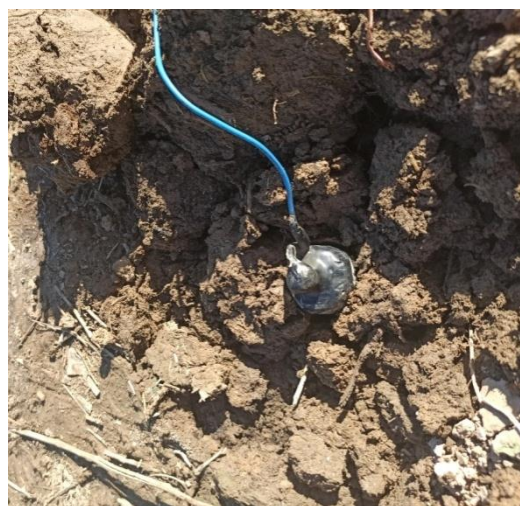


Рис. 6.7 – Неполяризуемые электроды.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛЕВОГО МАТЕРИАЛА

Для первичной обработки использовалась программа обработки *EPI-Kit* (ООО «Северо-Запад»). Она позволяет просматривать временные ряды (записи поля) и производить первичную обработку данных.

Оценка качества проводилась по результатам первичной обработки (файлы *EDI*) визуально в программе *MT-Corrector* (ООО «Северо-Запад»), а также в программе *QC-QA* (ООО «Северо-Запад»). При необходимости измерения на точке проводились повторно.

По окончании полевых работ для всего массива полевых данных проведена оценка качества посредством программы «QC-QA» (ООО «Северо-Запад»).

ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Для обработки и текущего контроля качества электроразведочных работ использовались такие пакеты программ, как *Geosoft Oasis MontajTM*, *SSMT2000*, *Golden SoftWare*, также комплекс программ, разработанный компанией ООО «Северо-Запад».

7 КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Для выполнения анализа изучен собранный материал по выполненным геофизическим и фондовым материалам.

Был проведен детальный анализ цифровых моделей геофизических полей, включая аномалии силы тяжести, магнитного поля, радиометрические поля и геоэлектрические разрезы. Эти модели были сформированы на основе новых данных, полученных в рамках реализации проекта, и дополнены материалами из ранее выполненных исследований.

По итогам анализа разработана схема районирования территории, основанная на параметрах аномалий силы тяжести и магнитного поля. Для классификации использован алгоритм разделения многомерных нормальных смесей, предложенный Петровым А.В. и реализованный в программном комплексе COSCAD 3D. В качестве признаков классификации (Табл. 7.1) использовались значения аномального магнитного поля, приведенного к полюсу, а также локальные аномалии силы тяжести в редукции Буге с плотностью 2.0 г/см^3 . Локальные аномалии силы тяжести определялись как разность между исходным полем аномалий Буге и пересчитанным значением на высоте 5 км.

Результаты классификации представлены в виде карты, разделяющей исследуемую территорию на однородные области (классы) по статистическим характеристикам признаков классификации, включая аномалии силы тяжести и магнитного поля.

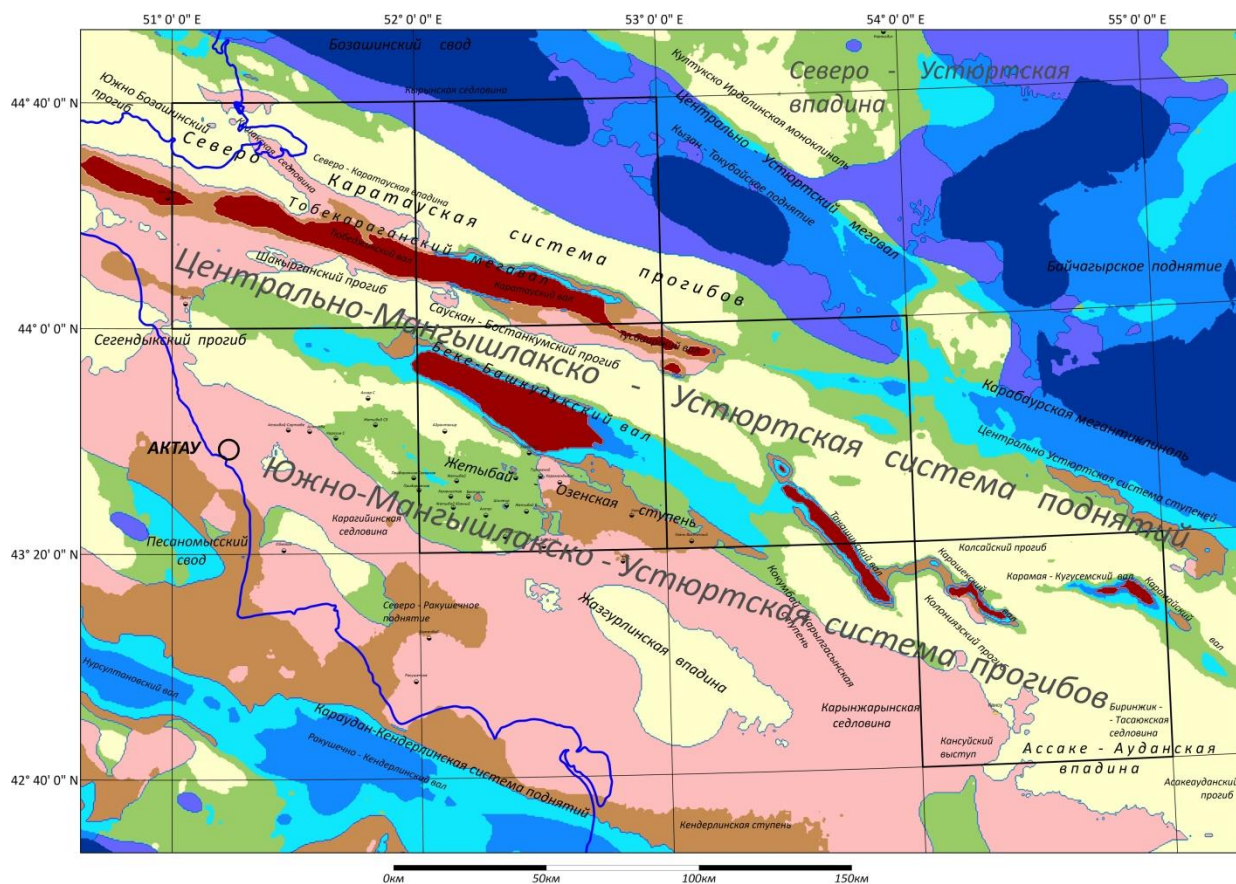


Рис. 7.1 – Районирование по комплексу параметров аномалий силы тяжести и магнитного поля.

Таблица 7.1 – Классы и признаки классификации по параметрам аномалий силы тяжести и магнитного поля.

Номер класса	Шкала раскраски	Процент площади, %	Аномальное магнитное поле, приведенное к полюсу *		Локальные аномалии силы тяжести**	
			Среднее, нТл	Ср. кв. откл., нТл	Среднее, мГал	Ср. кв. откл., мГал
1		19.7	22.9	21.5	-0.92	1.06
2		8.5	42.2	27.3	1.94	0.74
3		2.5	60.4	22.5	9.96	3.70
4		26.1	81.8	34.6	-3.51	1.55
5		12.0	106.5	29.0	-0.09	0.57
6		7.4	118.9	24.3	2.46	0.98
7		9.8	186.2	33.2	3.47	1.77
8		6.5	196.7	20.4	-0.28	0.91
9		7.6	283.6	46.8	1.32	1.40
Качество классификации 0.789						

В данном исследовании под классом понимается совокупность геологических образований, объединенных на основе общих параметров аномалий силы тяжести и магнитного поля, отличающих их от других классов. Для геологической интерпретации выделенных классов (структурно-вещественных комплексов) была проведена корреляция полученных данных с существующими схемами структурно-тектонического районирования осадочного плитного комплекса, палеозоя и кристаллического фундамента.

При анализе учитывалось, что магнитное поле осадочного бассейна Мангистау в значительной степени (до 80-90%) определяется влиянием кристаллического фундамента. В то же время локальные аномалии силы тяжести связаны в основном с морфологией кровли складчатого фундамента, глубиной его залегания, а также структурно-тектоническими особенностями осадочного комплекса. Влияние кристаллического фундамента на локальные гравитационные аномалии менее выражено.

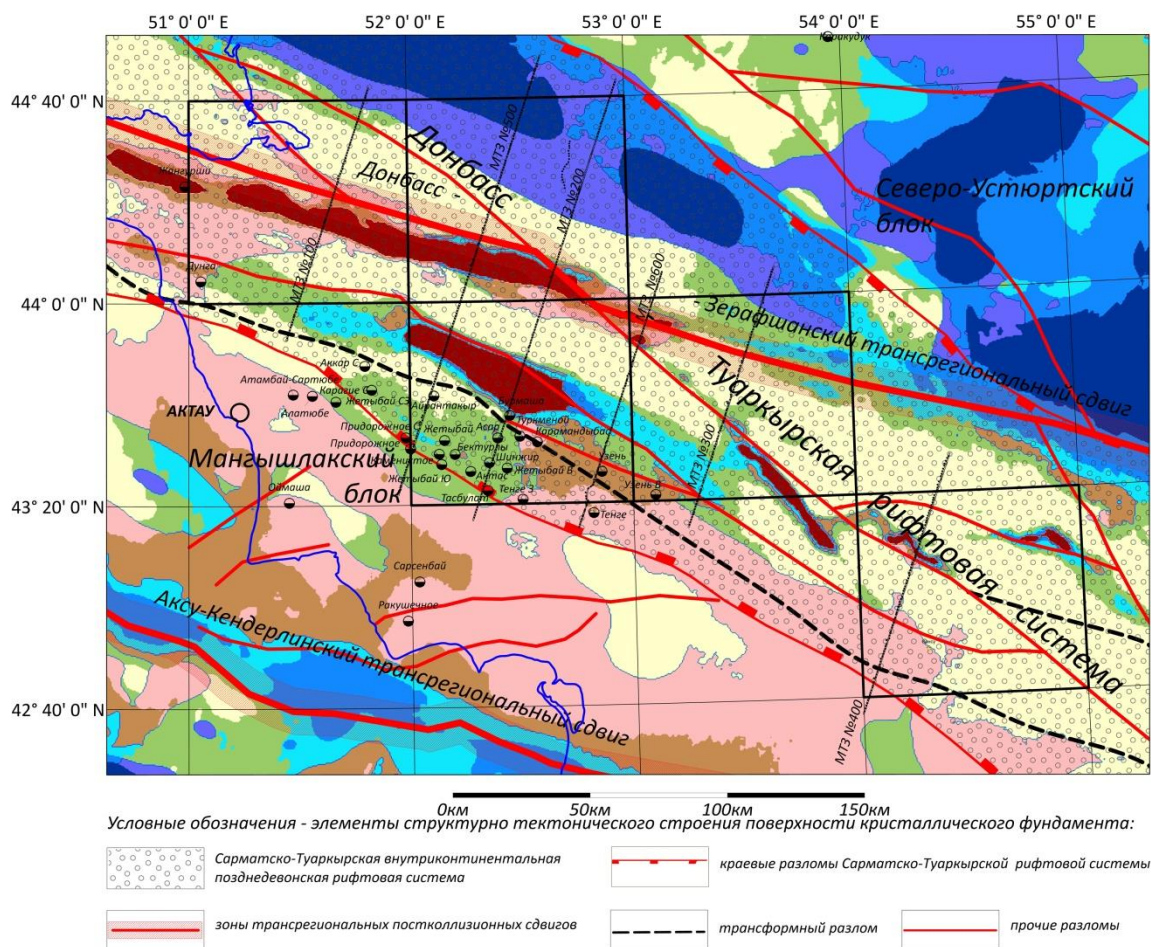


Рис. 7.2 – Сопоставление схемы районирования по данным грави – магниторазведки с элементами строения консолидированной коры.

На Рис. 7.2 показаны элементы структурно-тектонической карты консолидированной коры Каспийского региона, м-б 1:2 500 000. Составители: Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А. и др. 2007 г.

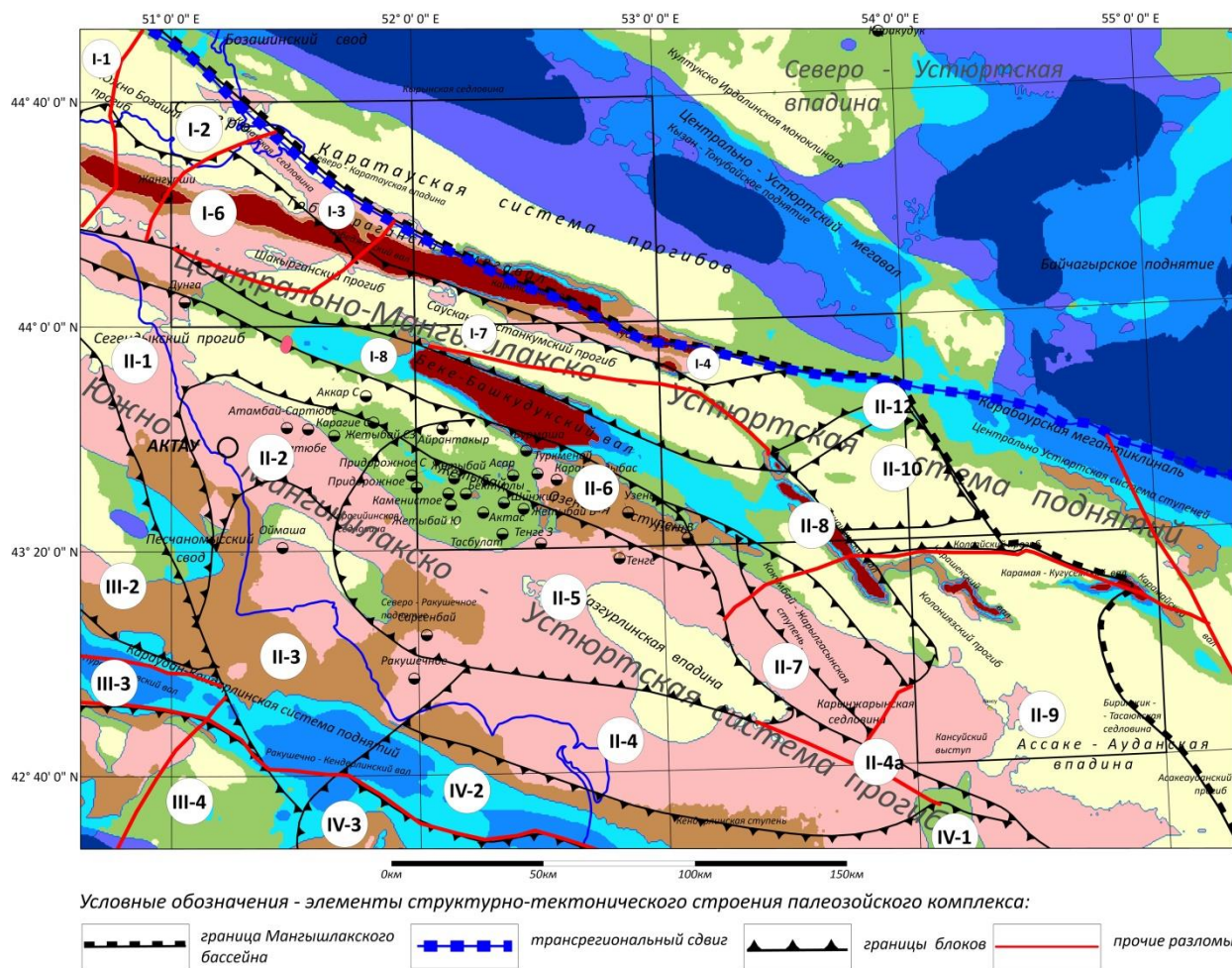


Рис. 7.3 – Сопоставление схемы районирования по данным грави – магниторазведки с элементами схемы районирования палеозоя.

На рис. 7.3 границы блокового строения палеозоя приводятся по материалам Абилхасимова Х.Б. 2015 г.

Элементы структурно-тектонического районирования палеозоя:

I Центрально-Мангышлакский блок: I-1 Тюбкараганский вал, I-2 Тюбеджикский вал, I-3 Каратауский вал, I-4 Тусбаирский вал, I-5 Тюбкараганский прогиб, I-6 Таушиковский прогиб, I-7 Шапырганский прогиб, I-8 Беке-Башкудукский вал

II Сегендык – Жазгурлинский блок: II-1 Сегендыкский прогиб, II-2 Карагинская ступень, II-3 Ракушечное поднятие, II-4 Караудан-Кендерлинская система поднятий, II-5 Жазгурлинский прогиб, II-6 Жетыбай-Озенская ступень, II-7 Кокумбай-Жарылгасынская ступень, II-8 Танашинский вал, II-9 Уштобинский прогиб, II-10 Колониязский прогиб, II-11 Биринжакский вал, II-12 Чонкольская седловина

III Самурско-Песчаномысский блок: III-1 Самурская ступень, III-2 Песчаномысский прогиб, III-3 Нурсултановский вал, III-4 Северо-Апшеронская система прогибов

IV Карабогаз – Туаркырский блок: IV-1 Южно-Туаркырское поднятие, IV-2 Северо-Карабогазская моноκлиналь.

Жетыбай-Озенская и Кокумбайская тектонические ступени, где сосредоточена основная часть месторождений нефти и газа Южно-Мангышлакской нефтегазоносной области, отнесены к 5 классу согласно схеме районирования, построенной на основе данных грави-магниторазведки. Восточная часть Жетыбай-Озенской ступени выделена в 2 класс.

Сегендыкский прогиб, Жазгурлинская впадина, Шагырганский прогиб и Ассаке-Ауданская впадина соответствуют 4 классу на схеме классификации. Песчаномысский свод, Северо-Ракушечное поднятие, а также приподнятые области, примыкающие к северной стороне Караудан-Кендерлинской системы поднятий, отнесены к 2 классу.

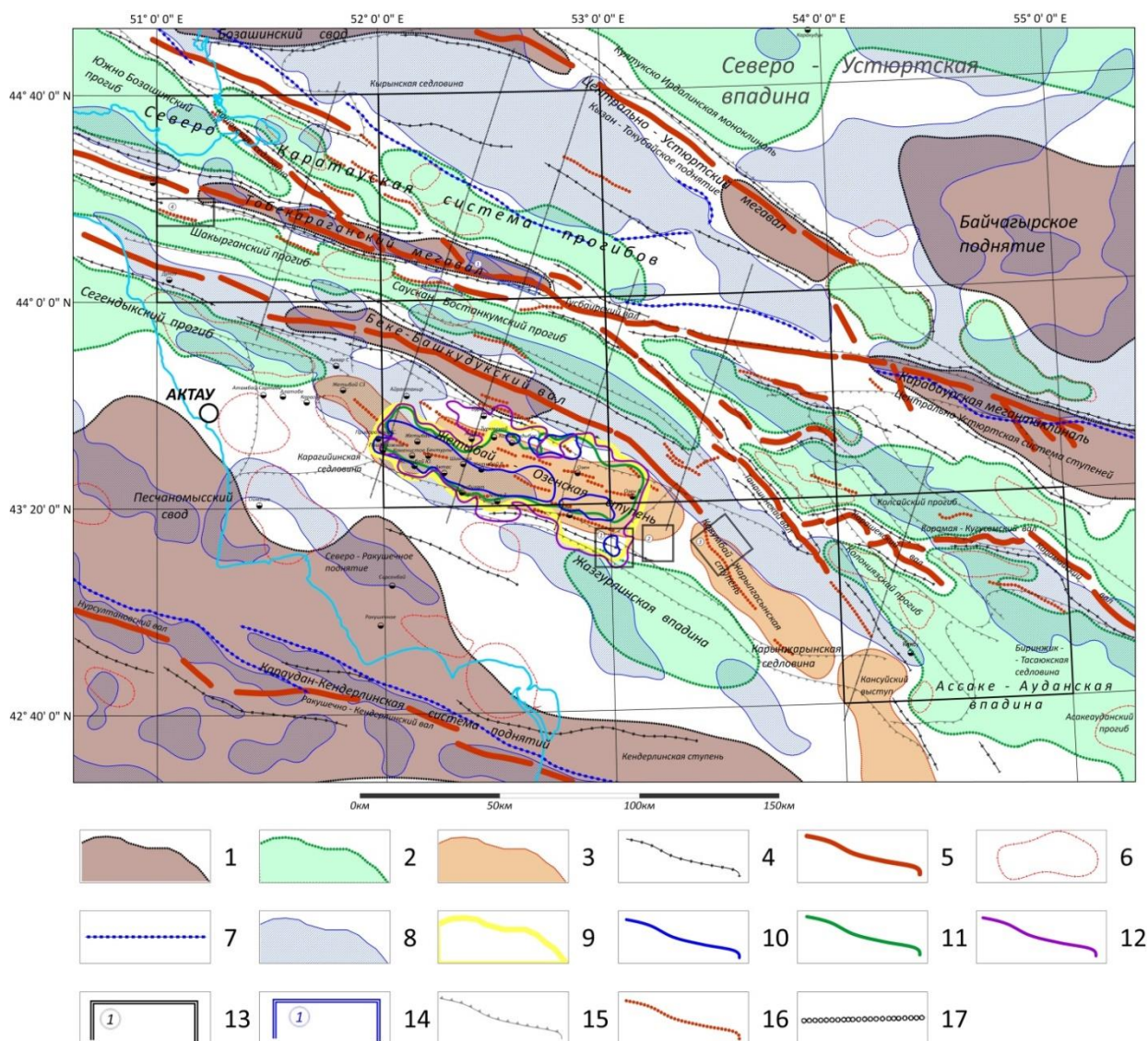


Рис. 7.4 - Схема комплексной интерпретации данных гравиразведки, магниторазведки и гамма-спектрометрии.

Пояснения к условным обозначениям схемы комплексной интерпретации:

1 - Контуры положительных аномалий региональной составляющей силы тяжести, интерпретируемые как крупные поднятия кровли фундамента, крупные линейные антиклинали (мегавалы) Mz-Kz с плотными дислоцированными образованиями перм-триаса в ядре складки.

2 - Контуры отрицательных аномалий региональной составляющей силы тяжести, интерпретируемые как прогибы кровли фундамента, заполненные образованиями среднего палеозоя - триаса, отложениями платформенного чехла.

3 - Малоградиентные зоны положительных аномалий силы тяжести, отождествляемые с тектоническими ступенями (Жетыбай-Озенская, Кокумбай-Жарылгасынская и др.).

4 - Осевые линии зон максимальных горизонтальных градиентов аномалий силы тяжести, отождествляемые с границами структурно-тектонических элементов платформенного чехла.

5 - Осевые линии положительных аномалий силы тяжести, отождествляемые с антиклинальными линейно-вытянутыми структурами (валами) платформенных отложений юры и мела.

6 - Контуры отрицательных аномалий силы тяжести, отождествляемые с гранитными массивами в составе фундамента.

7 - Осевые линии зон максимальных (> 5 нТл/км) горизонтальных градиентов магнитного поля.

8 - Контуры положительных аномалий магнитного поля.

9-12 Жетыбай – Озенский площадной гамма-спектрометрический минимум, интерпретируемый как радиометрический признак нефтегазоперспективности площади

9 - Контур области пониженных значений МЭД гамма-излучения (< 30 нГр/час).

10 - Контур области пониженных содержаний урана ($< 6 \cdot 10^{-4}\%$).

11 - Контур области пониженных содержаний тория ($< 15 \cdot 10^{-4}\%$).

12 - Контур области пониженных содержаний калия ($< 4\%$).

13 – Участки, рекомендуемые для изучения природы локальных АГС аномалий и оценки перспектив на углеводороды.

14 – Участок, рекомендуемый для изучения природы локальной магнитной аномалии, оценки перспектив на железные руды.

15 - Контуры основных элементов структурно-тектонического районирования осадочного чехла.

16 - Осевые линии слабовыраженных положительных аномалий силы тяжести, отождествляемые с малоамплитудными (или погруженными на большую глубину) антиклинальными линейно-вытянутыми структурами (валами) платформенных отложений юры и мела.

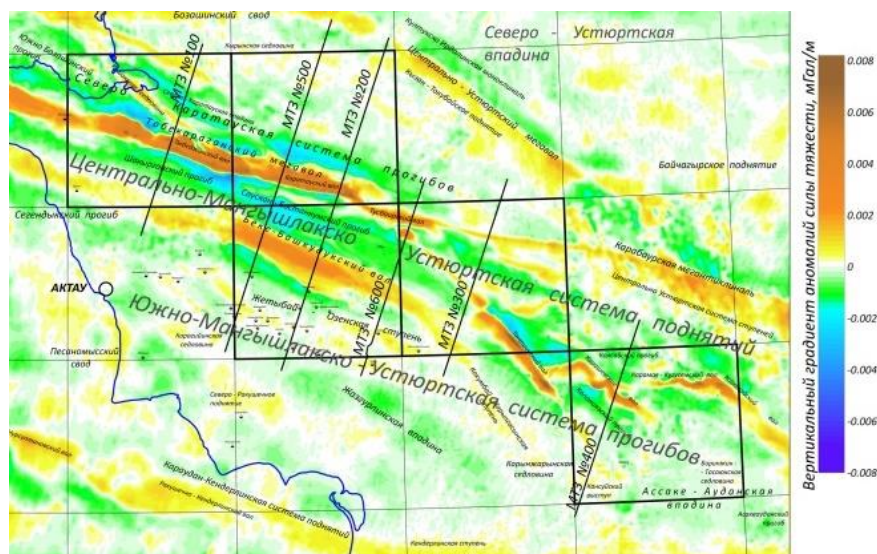
17 - Линий профилей электроразведки МТЗ (опорных геолого-геофизических разрезов).

Проведенный комплексный анализ подтвердил, что аномалии силы тяжести и магнитного поля взаимосвязаны и дополняют друг друга. Низкочастотная составляющая магнитного поля в основном отражает особенности строения кристаллического фундамента и промежуточного этажа, тогда как высокочастотная компонента указывает на структурно-тектонические особенности платформенного осадочного чехла.

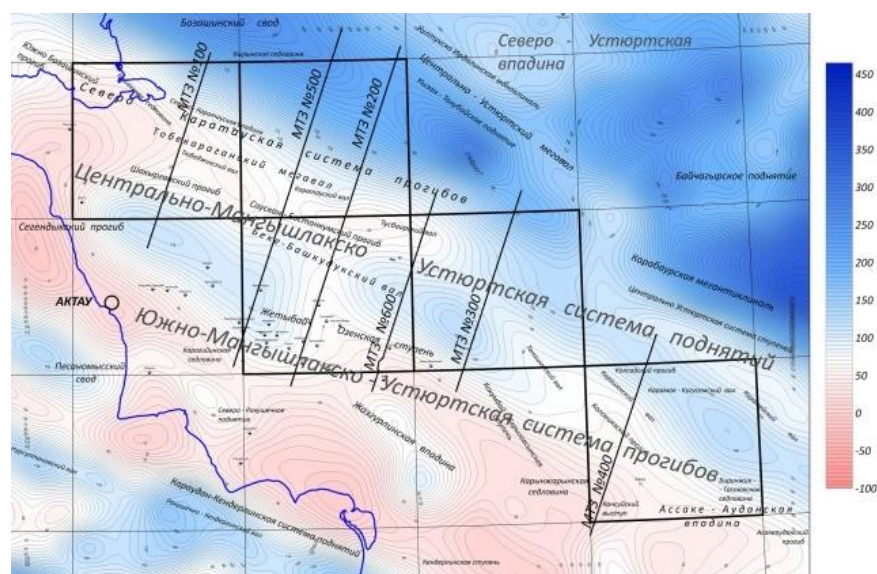
Данные гамма-спектрометрии имеют важное значение для геологического картирования. Локальные аномалии урановой природы могут быть

перспективны для поисков крупных скоплений фосфоритов. На участке L-39-XXXIV (Уланакский кряж), согласно геологическим данным, обнаружены мелкие непромышленные месторождения фосфоритов, связанные с отложениями сеноманского яруса верхнего мела. Эти месторождения характеризуются линейными аномалиями содержания урана.

Далее по опорным профилям которые выполнялись МТЗ построены комплексные геолого-геофизические разрезы, содержащие информацию об электрических, магнитных и плотностных свойствах геологического разреза. Глубинные геоэлектрические разрезы, а также вертикальные сечения объемных моделей плотностных и магнитных свойств представлены на рисунках 7.8-7.13.



Подложка – вертикальный градиент аномалий силы тяжести



Подложка – региональная составляющая магнитного поля

Рис. 7.5 - Схема расположения опорных геолого-геофизических профилей.

Комплект данных для каждого опорного профиля включает:

- Графики аномального магнитного поля и аномалий силы тяжести.
- Геомагнитный и геоплотностной разрезы, вычисленные с использованием технологии объемной интерпретационной томографии.
- Геоэлектрический разрез, построенный на основе двумерной инверсии данных МТЗ.
- Обобщенную комплексную геолого-геофизическую модель разреза.

Условные обозначения для интерпретации опорных геолого-геофизических разрезов приведены на Рис. 7.12.

На геолого-геофизических разрезах выделяются центральные структурные элементы регионального масштаба, такие как Тюбкараганская и Беке-Башкудукская мегантиклинали, входящие в состав Центрально-Мангышлакско-Устюртской системы поднятий. Антиклинальные поднятия четко выражены субвертикальными зонами максимальных значений сопротивлений и плотности. Разрезы дают детальное представление о поперечном строении структур, включая Тюбеджикскую, Каратаускую, Тусбаирскую, Беке-Башкудукскую и другие менее выраженные структуры.

- Профиль №100, в юго-западной части, пересекает северо-западное продолжение Беке-Башкудукского вала и завершается на северном склоне Сегендыкского прогиба.
- Профили №500, №200, №600 и №300, в южной части, проходят через Жетыбай-Озенскую структурную ступень и заканчиваются на северном склоне Жазгурлинской впадины, принадлежащей Южно-Мангышлакско-Устюртской системе прогибов.
- Профиль №400, расположенный в крайней восточной части (лист К-40-VII), в центральной части пересекает Карашекский вал, на северо-востоке завершается в пределах Колсайского прогиба, а на юго-западе пересекает Колониязский прогиб, юго-восточное продолжение Танашинского вала и завершается на Карынжарыкской седловине.

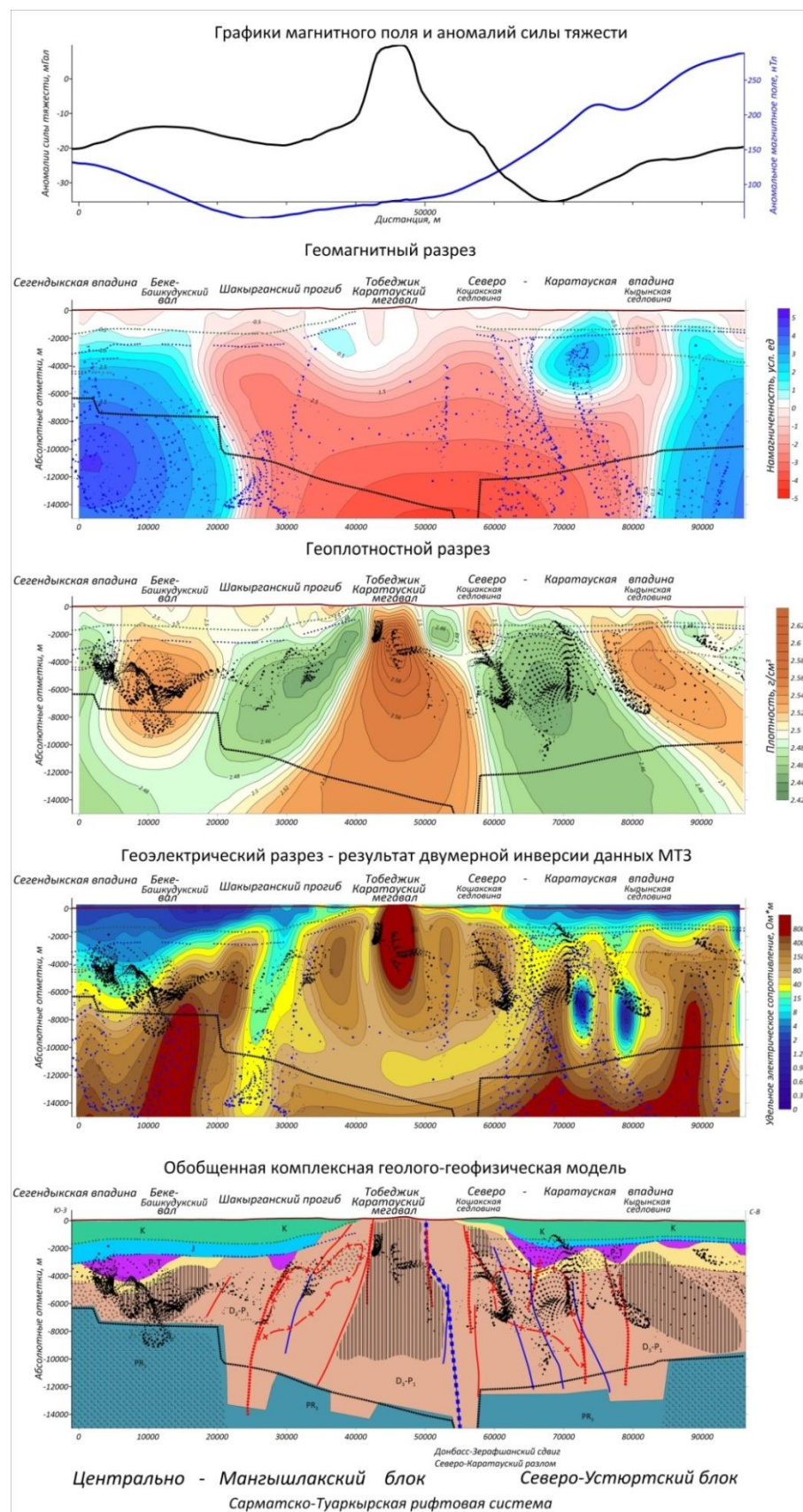


Рис. 7.6 - Геолого-геофизический разрез, профиль 100.

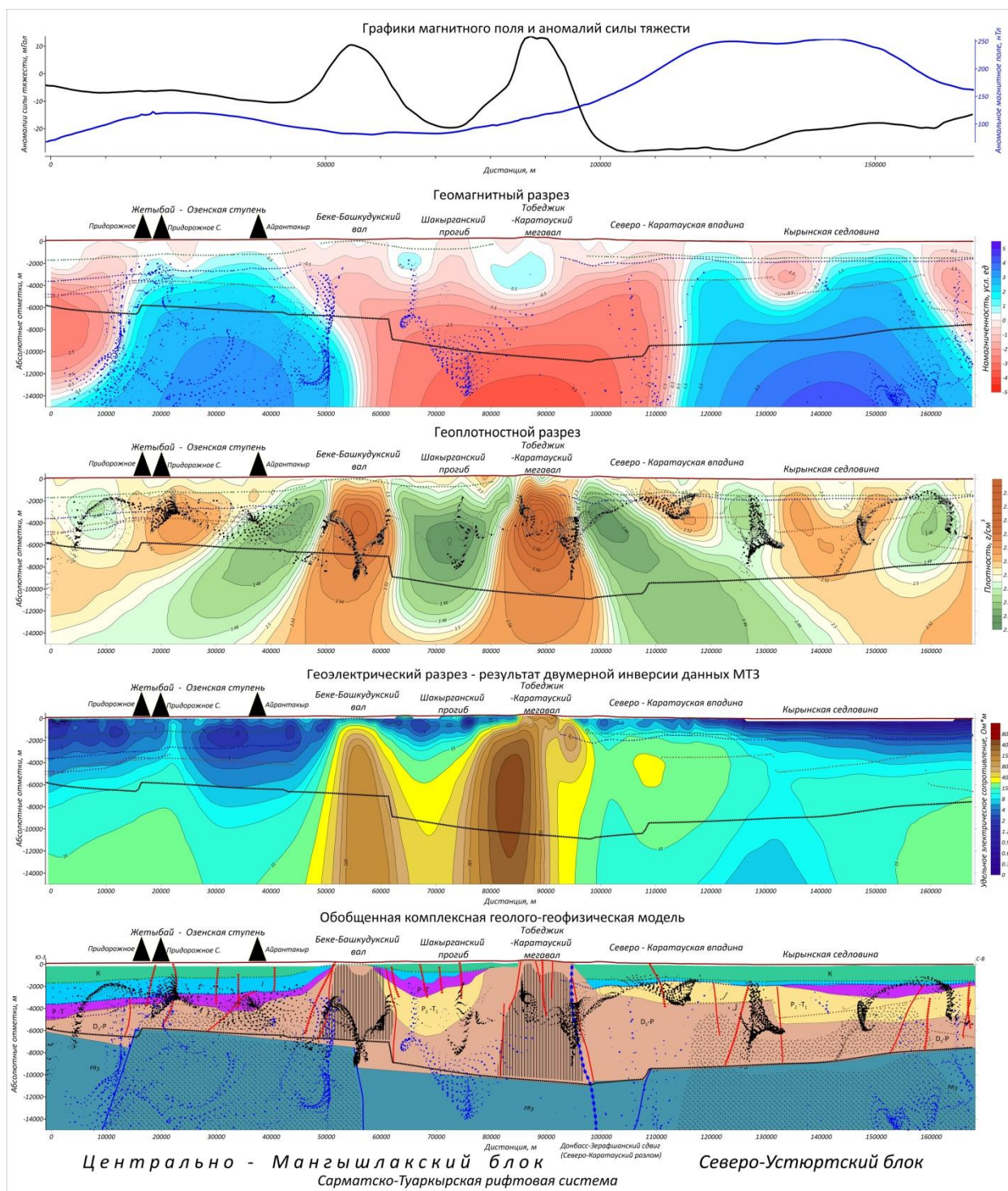


Рис. 7.7 - Геолого-геофизический разрез, профиль 500.

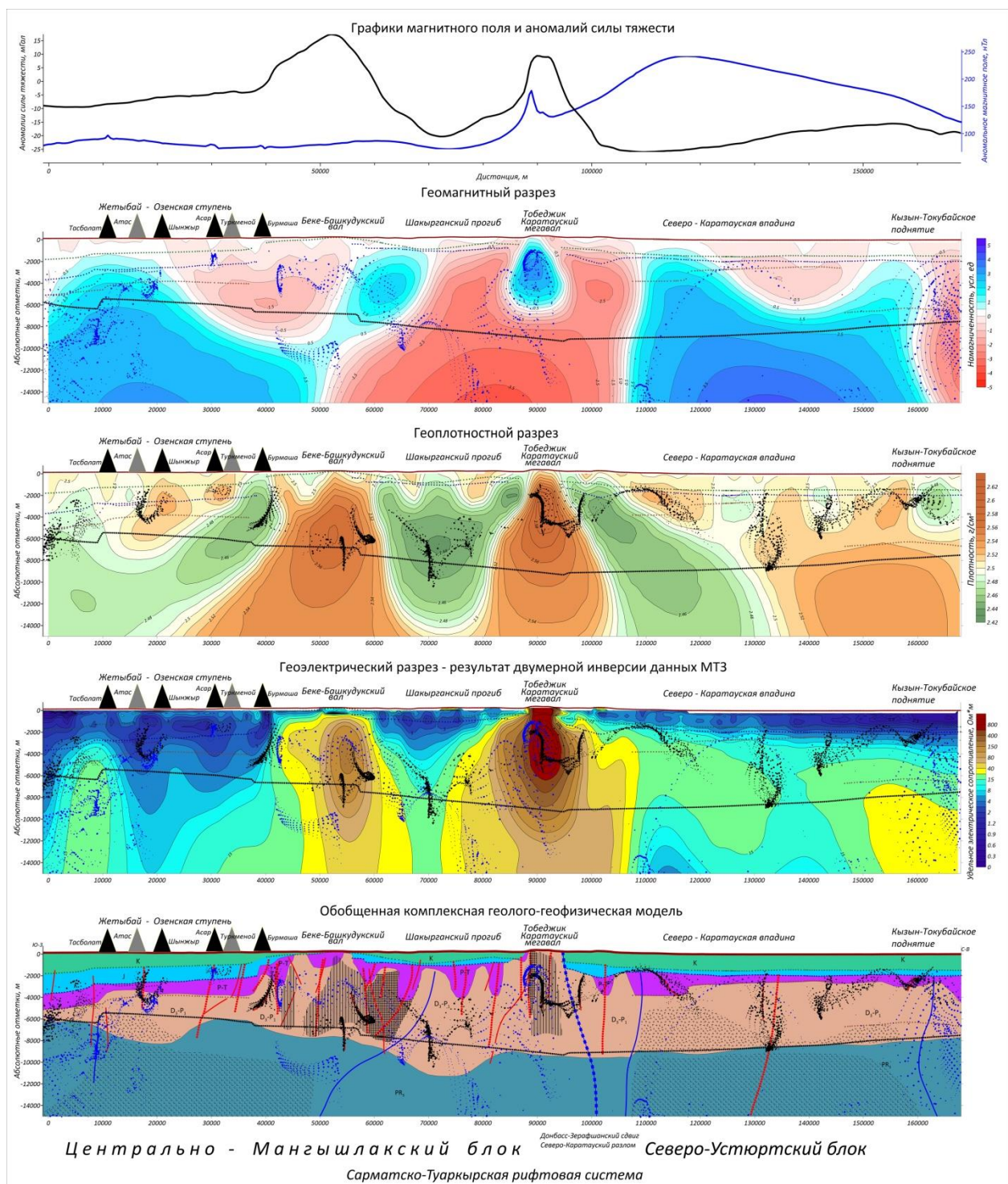


Рис. 7.8 - Геолого-геофизический разрез, профиль 200.

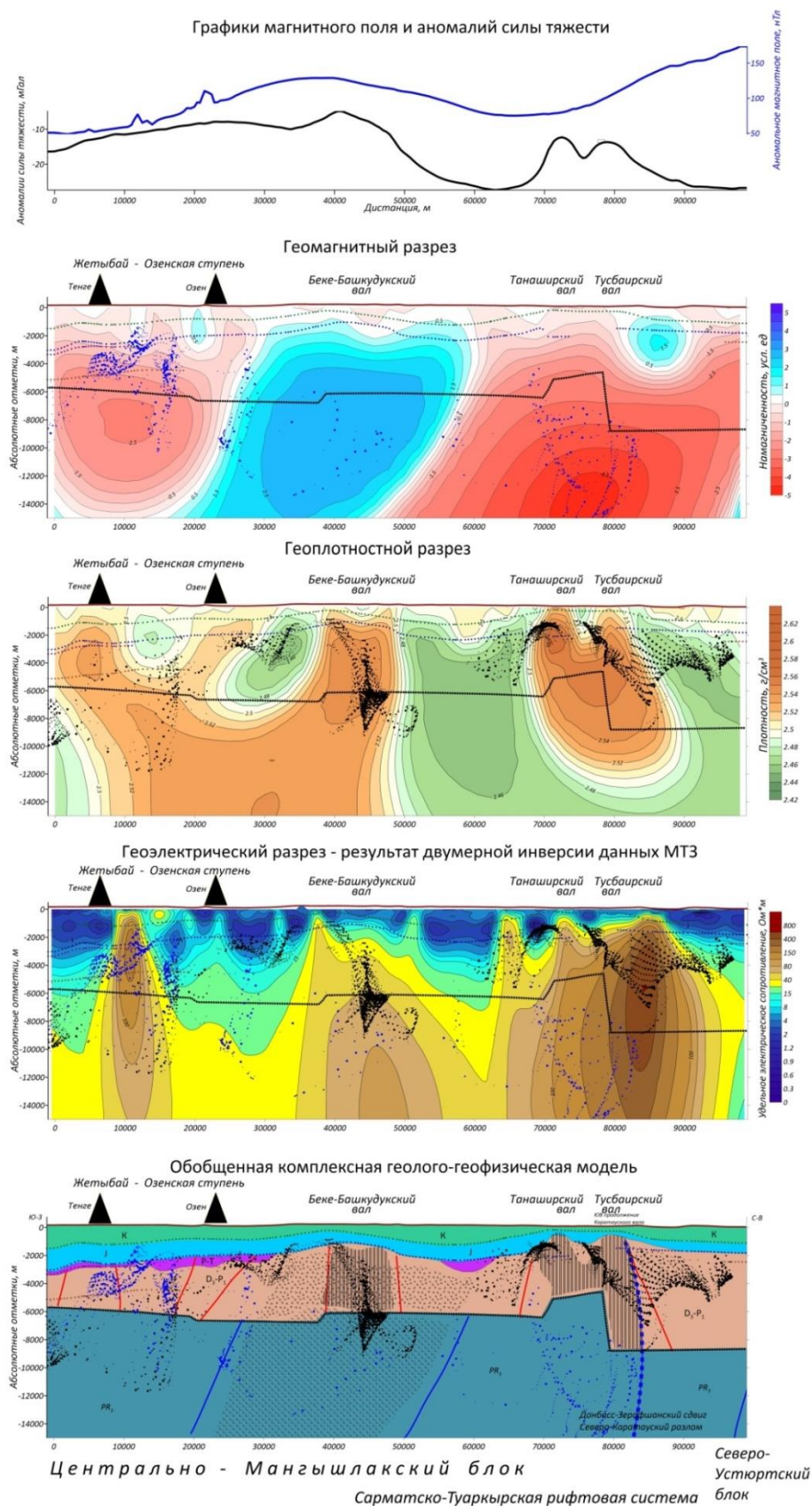


Рис. 7.9 - Геолого-геофизический разрез, профиль 600.

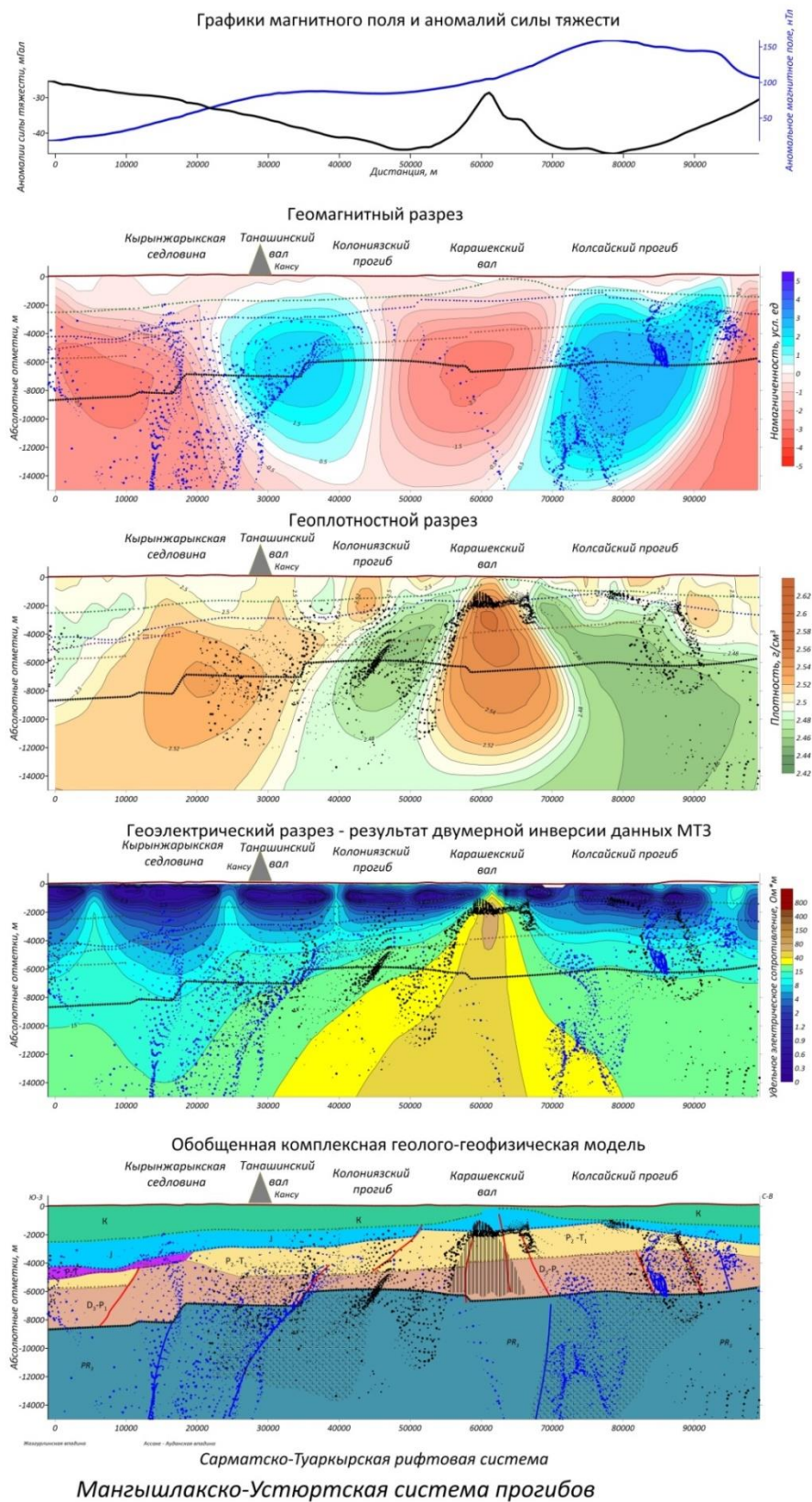


Рис. 7.10 - Геолого-геофизический разрез, профиль 400.

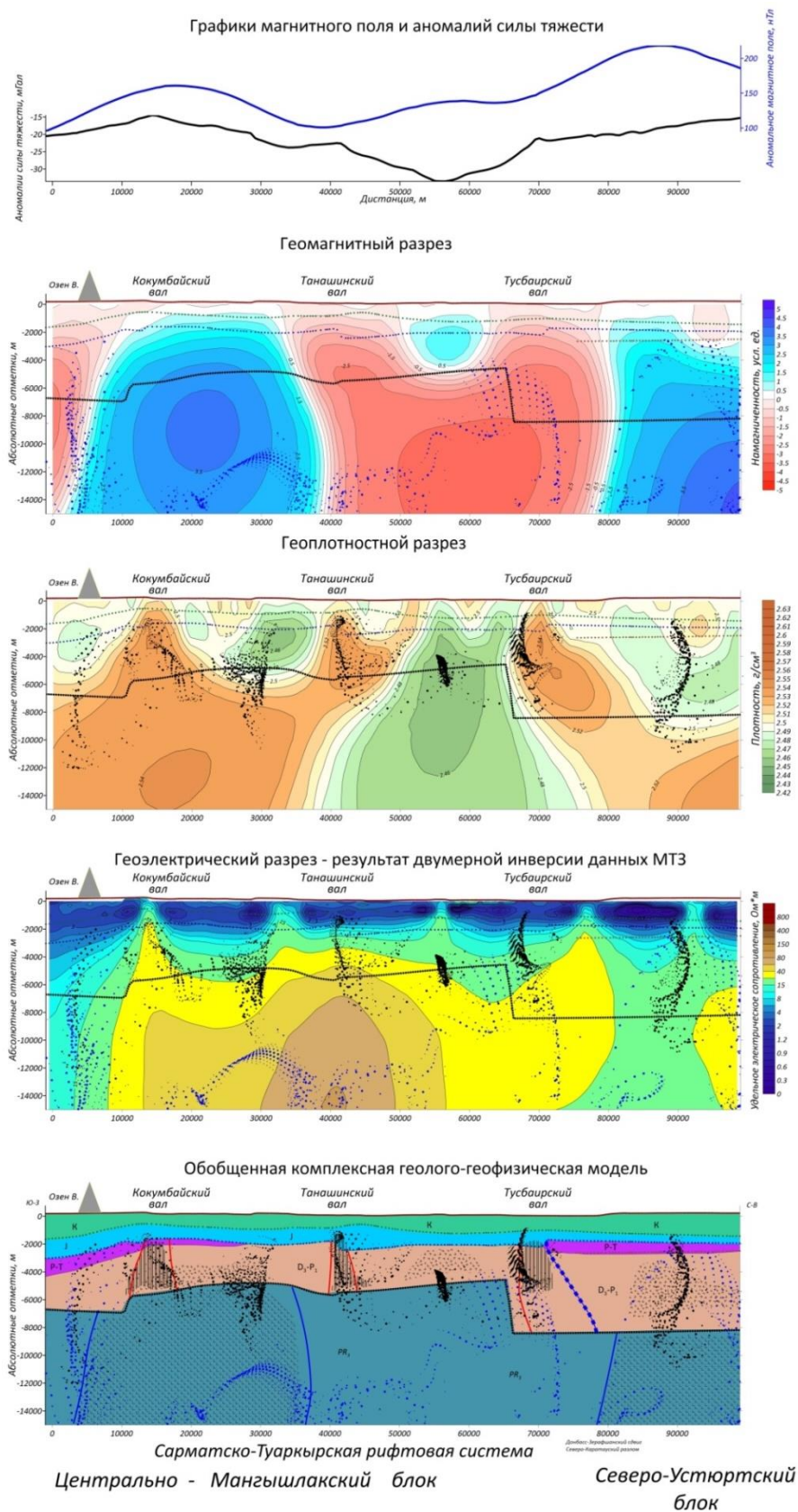
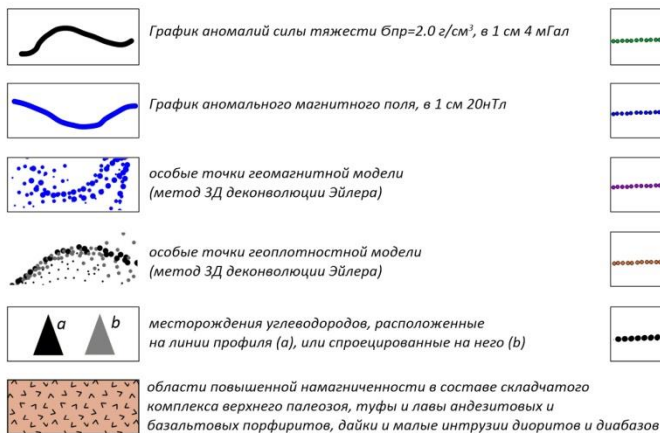


Рис. 7.11 - Геолого-геофизический разрез, профиль 300.

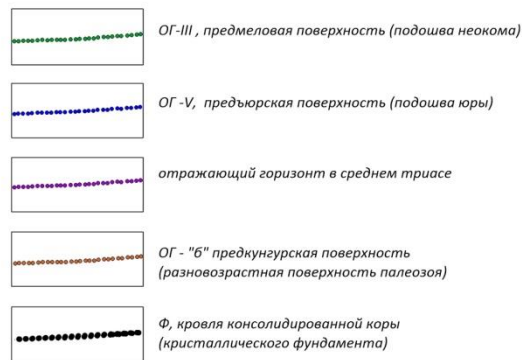
Условные обозначения:



Геолого-геофизические комплексы по данным комплексной интерпретации гравиметрии, магнитотеллурии, электротеллурии



Опорные отражающие горизонты по данным сейсморазведки:



Разломы, предполагаемые по геофизическим данным:

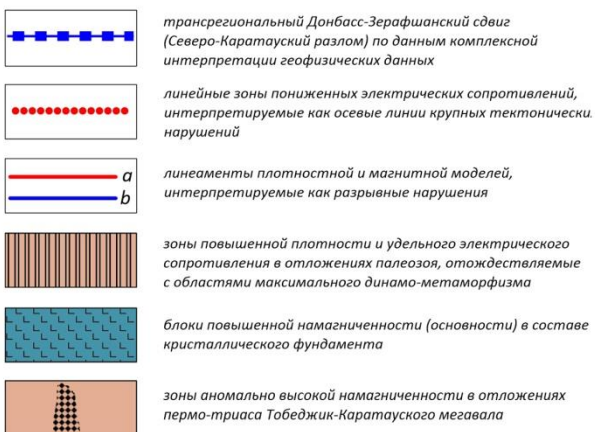


Рис. 7.12 -Условные обозначения к опорным геолого-геофизическим разрезам.

Анализ геофизических данных, проведенный для исследуемой площади, позволил выделить несколько горизонтов с существенными различиями в электропроводности, плотностных и магнитных свойствах. Эти горизонты формируют три структурных этажа, отличающихся характеристиками структурно-вещественных комплексов.

На геомагнитных и геоплотностных разрезах нижний структурно-вещественный комплекс демонстрирует крупноблочное строение. Внутри блоков свойства плотности и магнитности относительно однородны, однако наблюдается снижение контрастности плотностных границ. Это, вероятно, связано с выравниванием плотности горных пород на глубинах 10–15 км.

В целом данные гравиметрии, магнитометрии и магнитотеллурики хорошо согласуются с сейсмическими отражающими горизонтами и подтверждают существующие представления о геологическом строении региона.

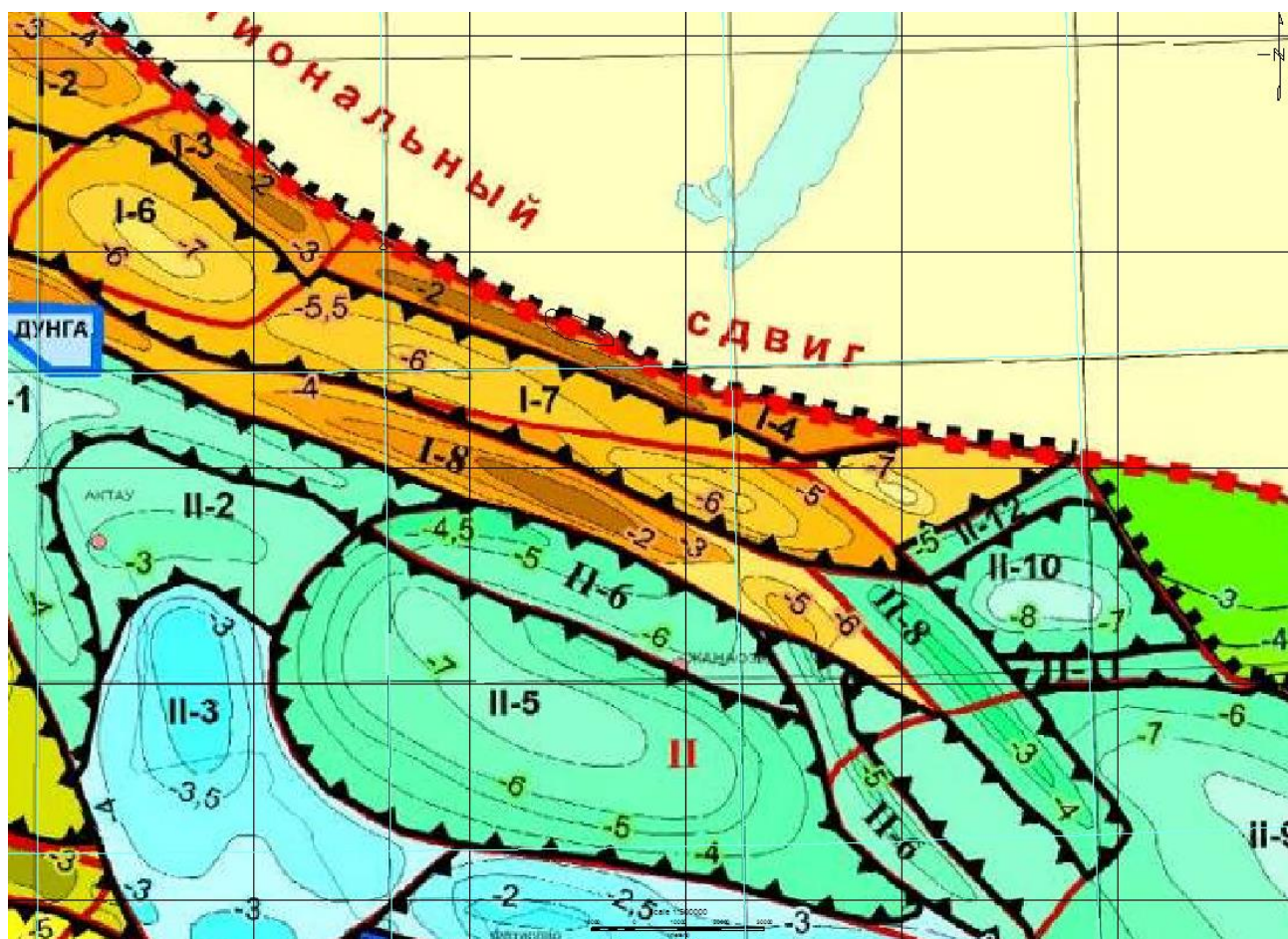
Далее выполнено несколько дополнительный анализ для оценки эффективности геофизических методов при решении геологических задач:

Сопоставление геофизических данных с тектоническими и структурными картами. Выявлена высокая степень согласованности между геофизическими аномалиями и структурными элементами, обозначенными на картах.

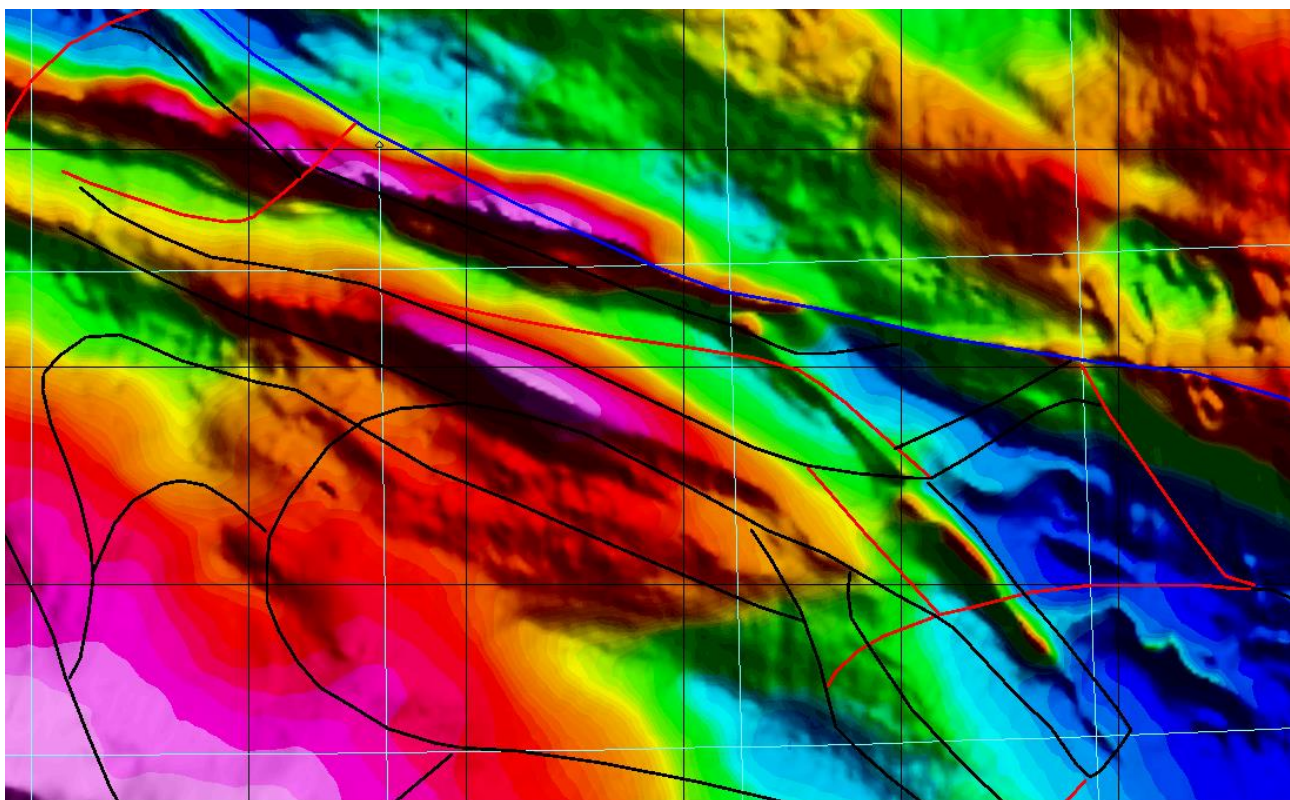
Анализ группы месторождений на фоне геофизических полей.

Оценка детальности оконтуривания локальных структур. Показано, что геофизические поля позволяют выделять локальные структурные элементы с достаточной точностью для дальнейшего анализа.

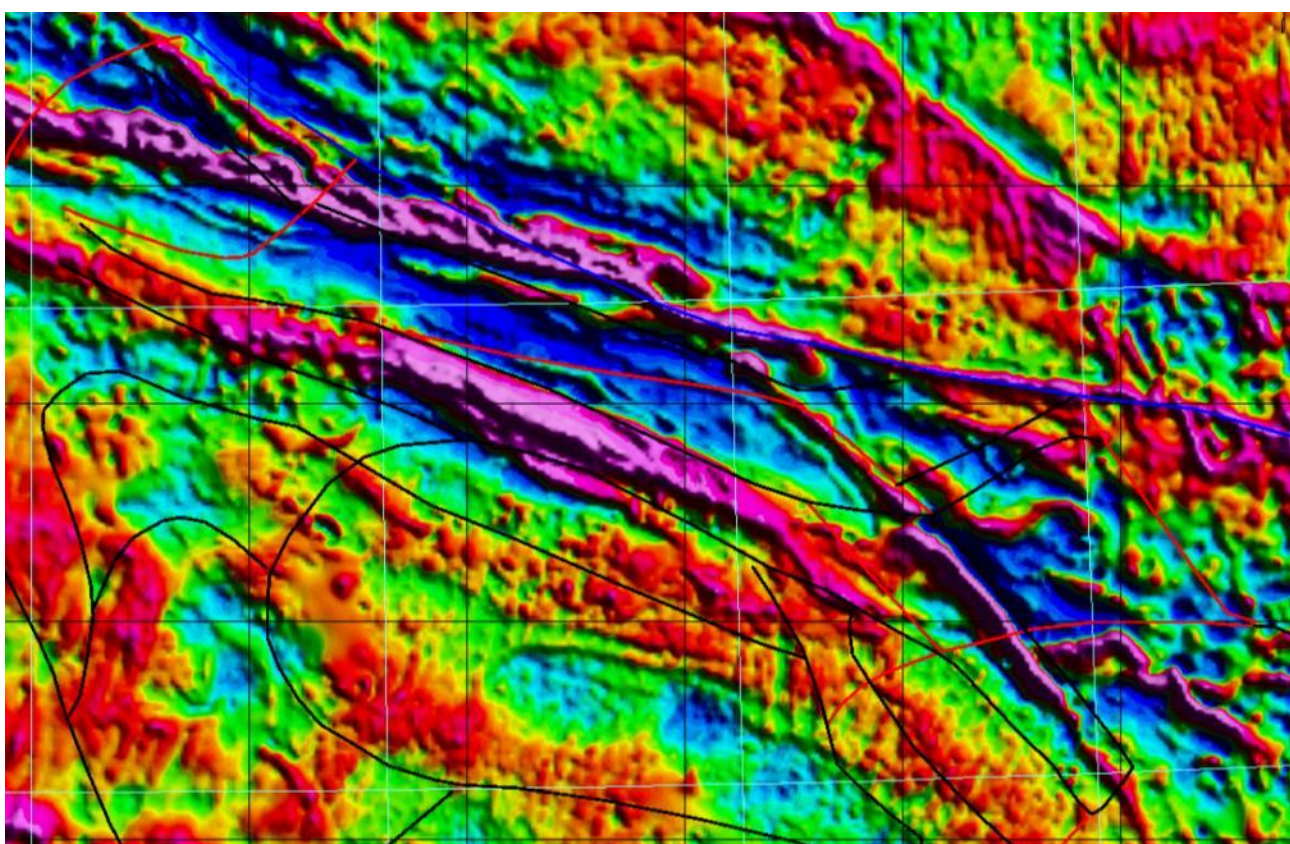
Анализ поведения геофизических полей на известных месторождениях. Рассмотрены месторождения Узень-Карамандыбас, Жетыбай, Емир, Дунга и Бескемпир. Отмечено, что их местоположение и геологические особенности коррелируют с характеристиками геофизических полей, что подтверждает их практическую применимость.



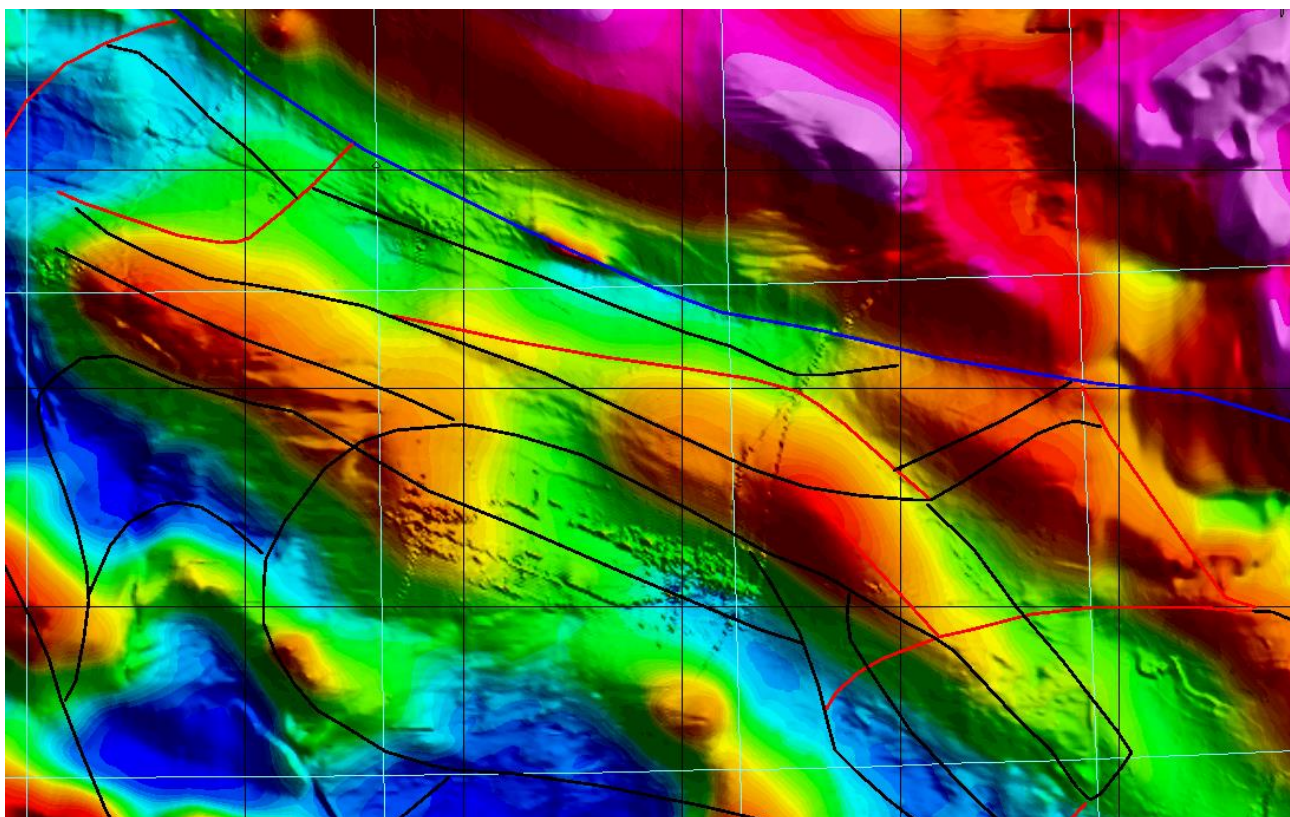
Карта тектоники палеозойского комплекса Мангышлакского бассейна.



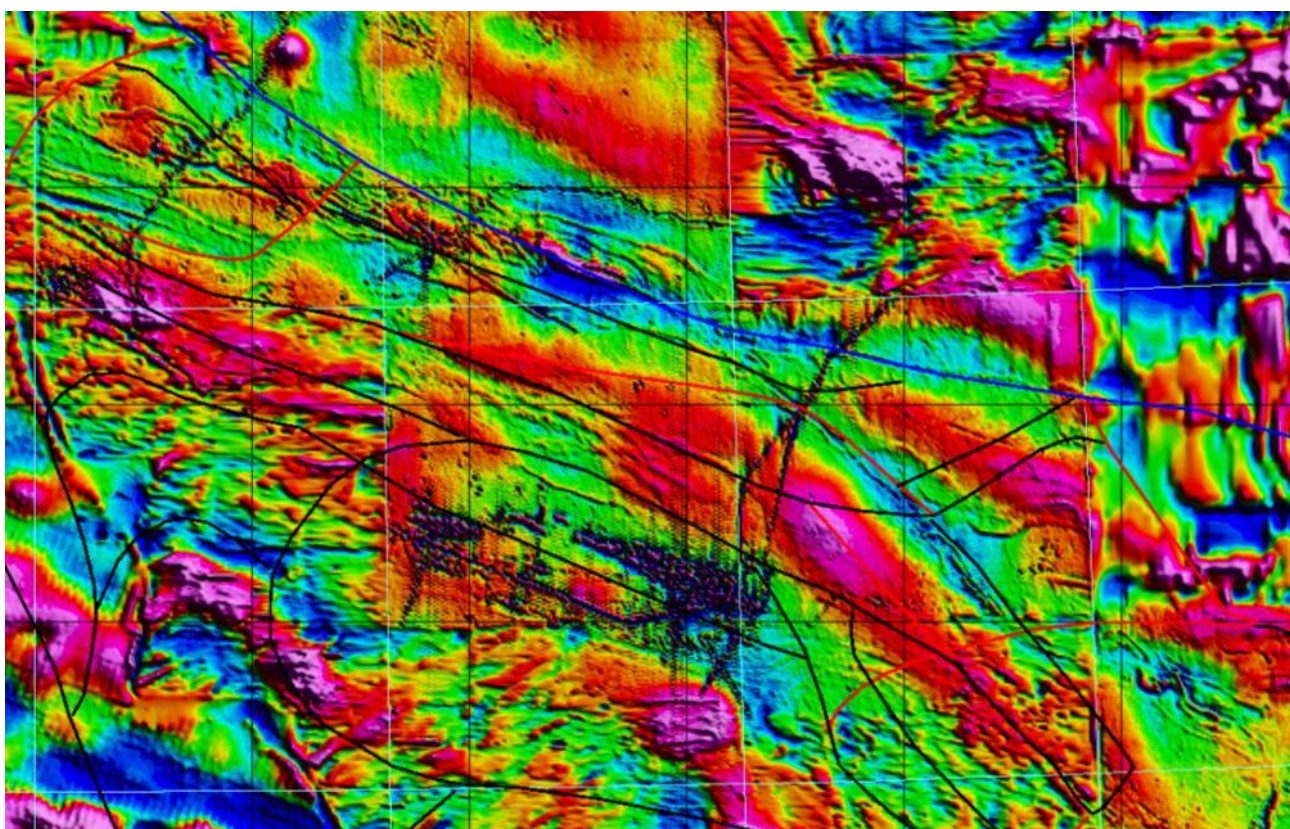
Карта аномалий силы тяжести.



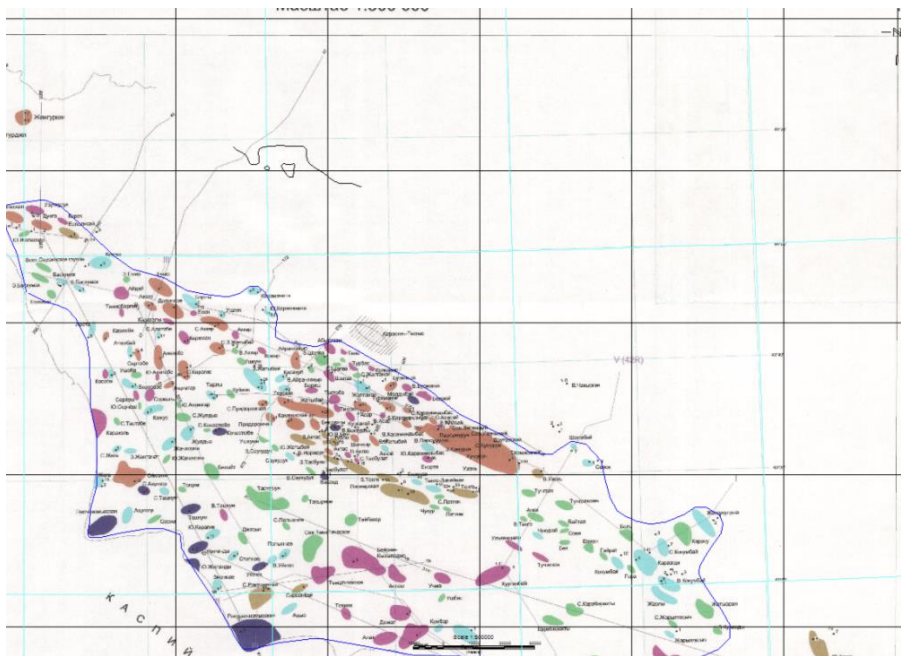
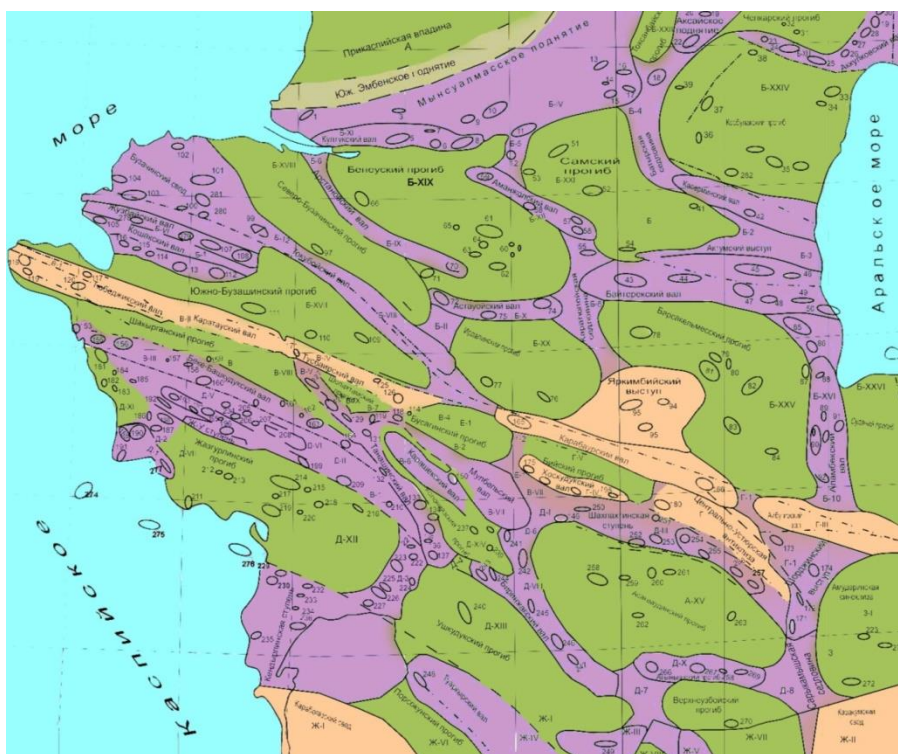
Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.

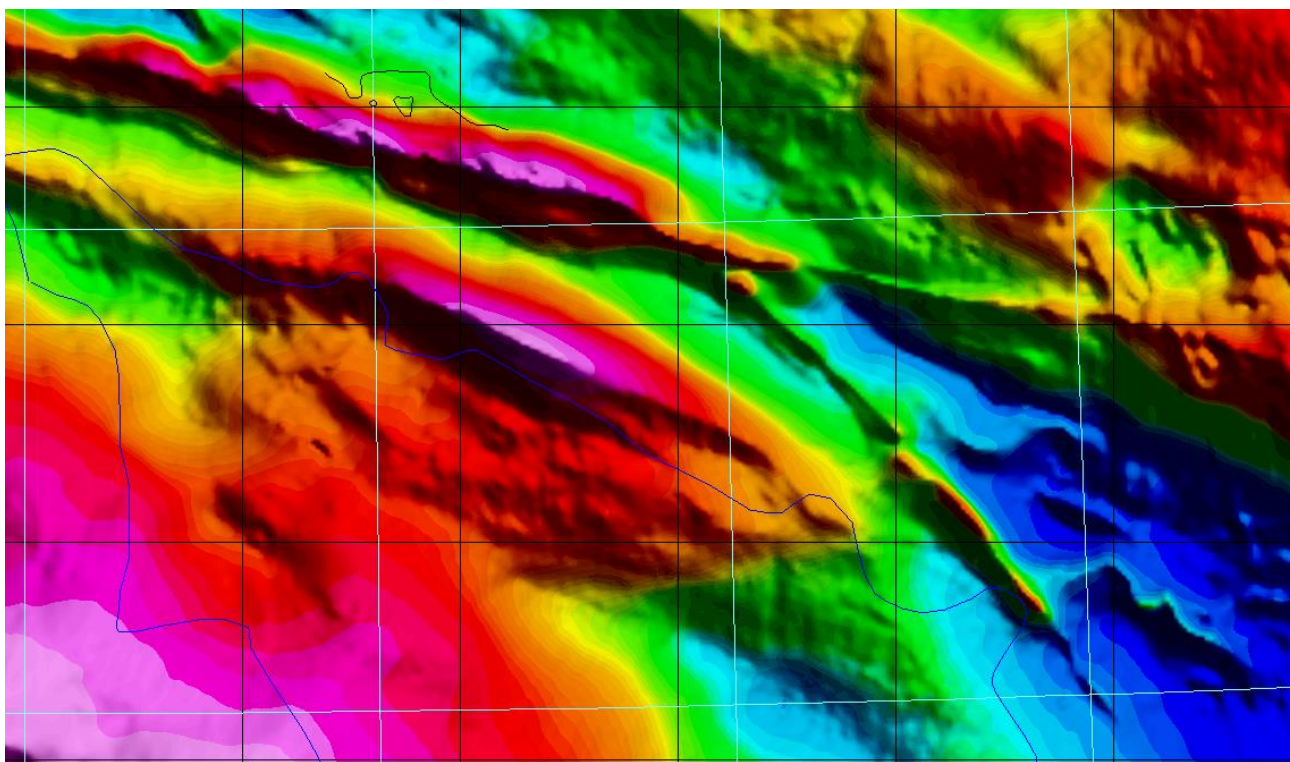


Карта аномального магнитного поля.

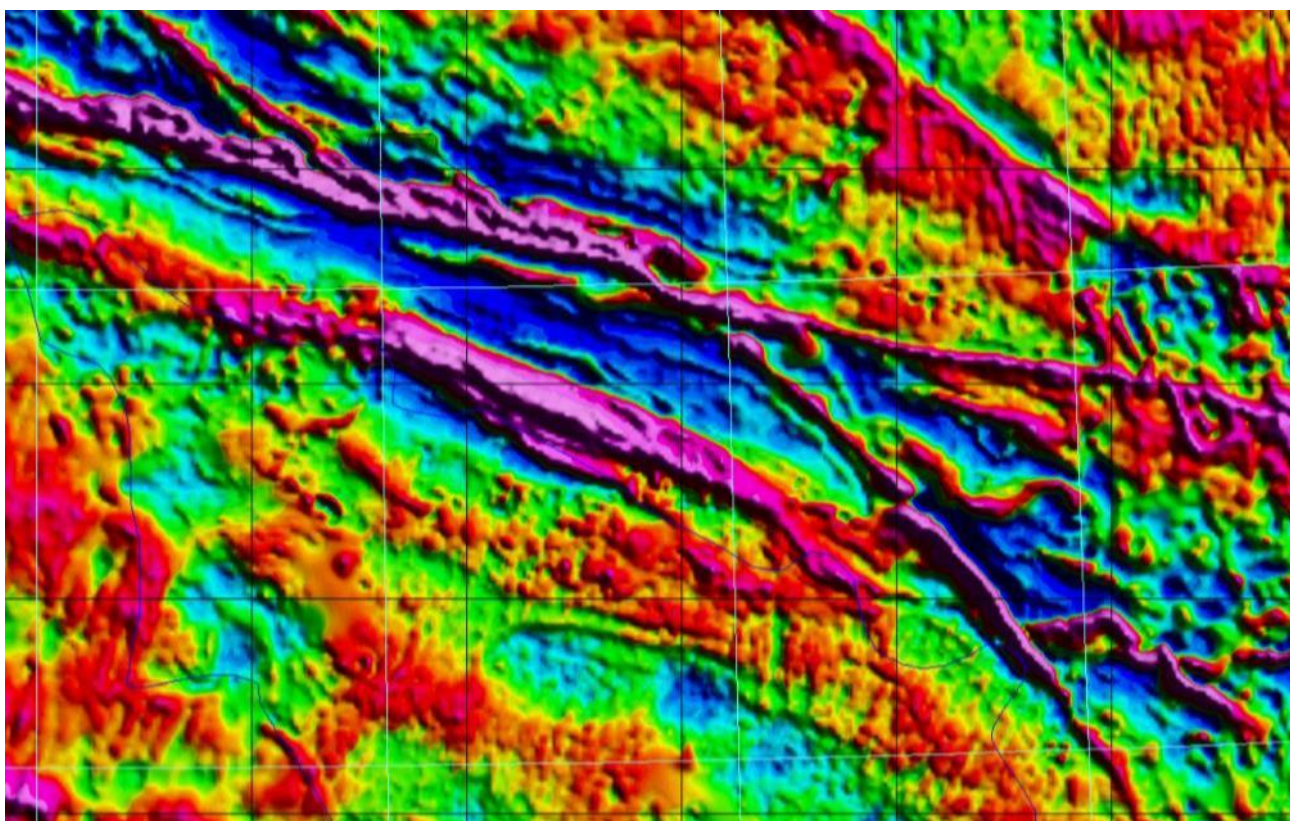


Карта вертикального градиента аномального магнитного поля.

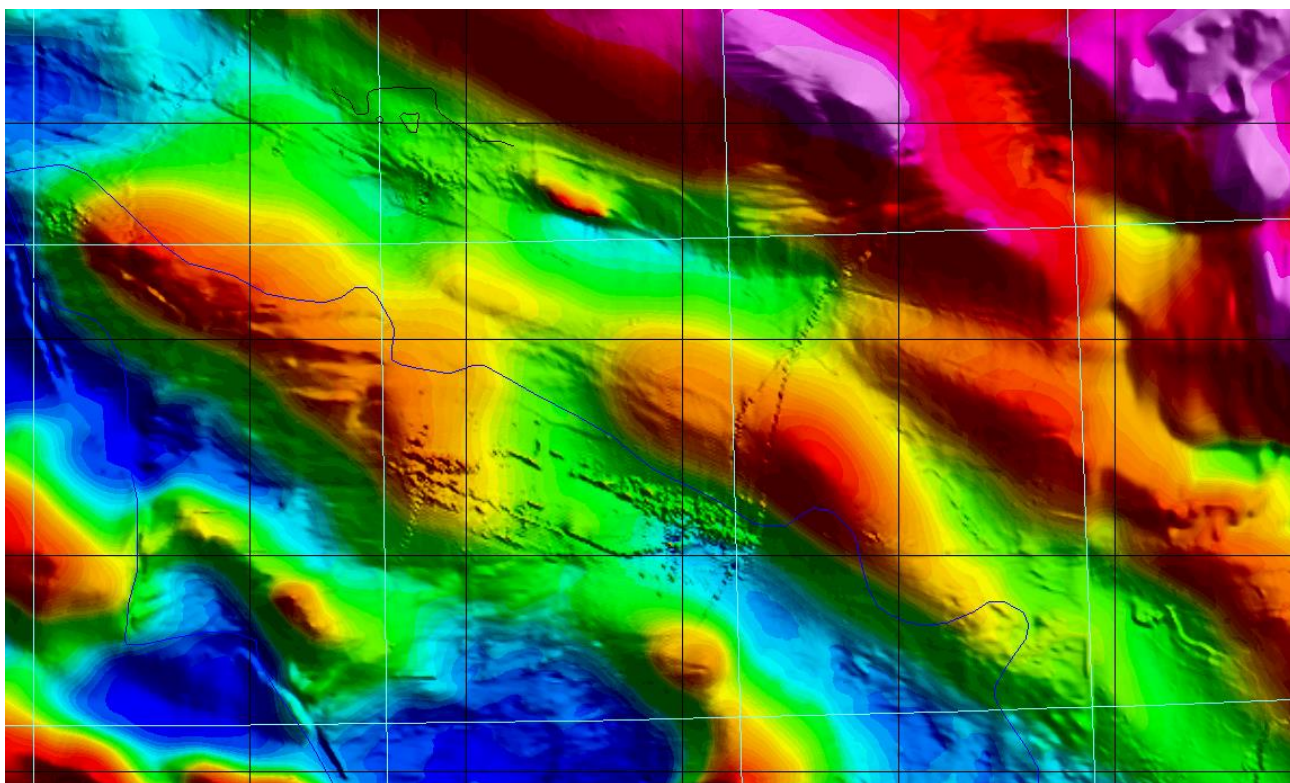




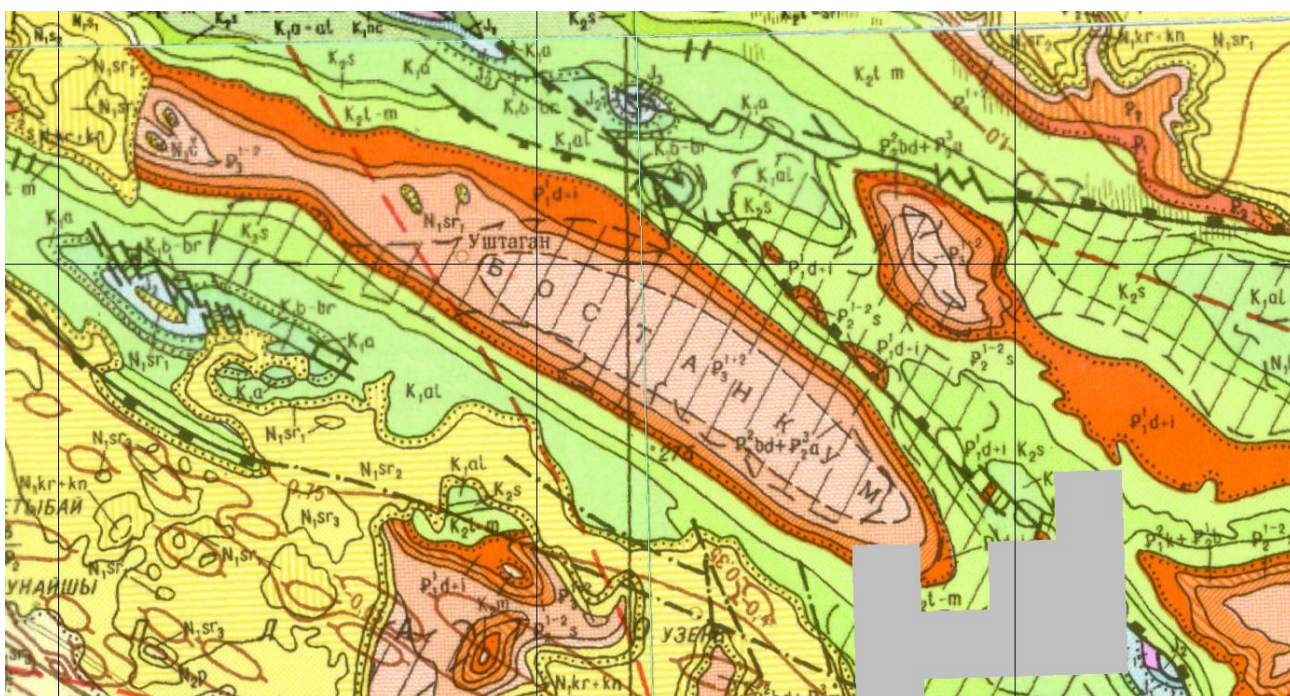
Карта аномалий силы тяжести.



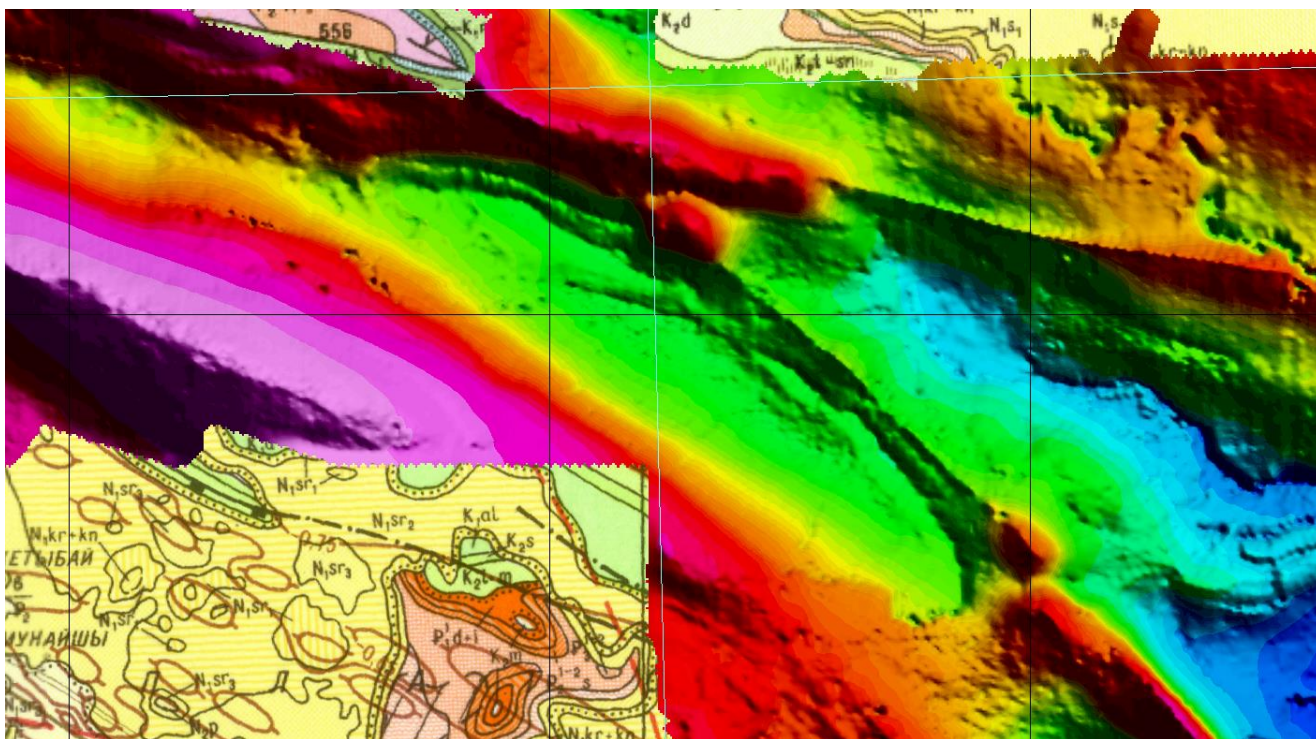
Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.



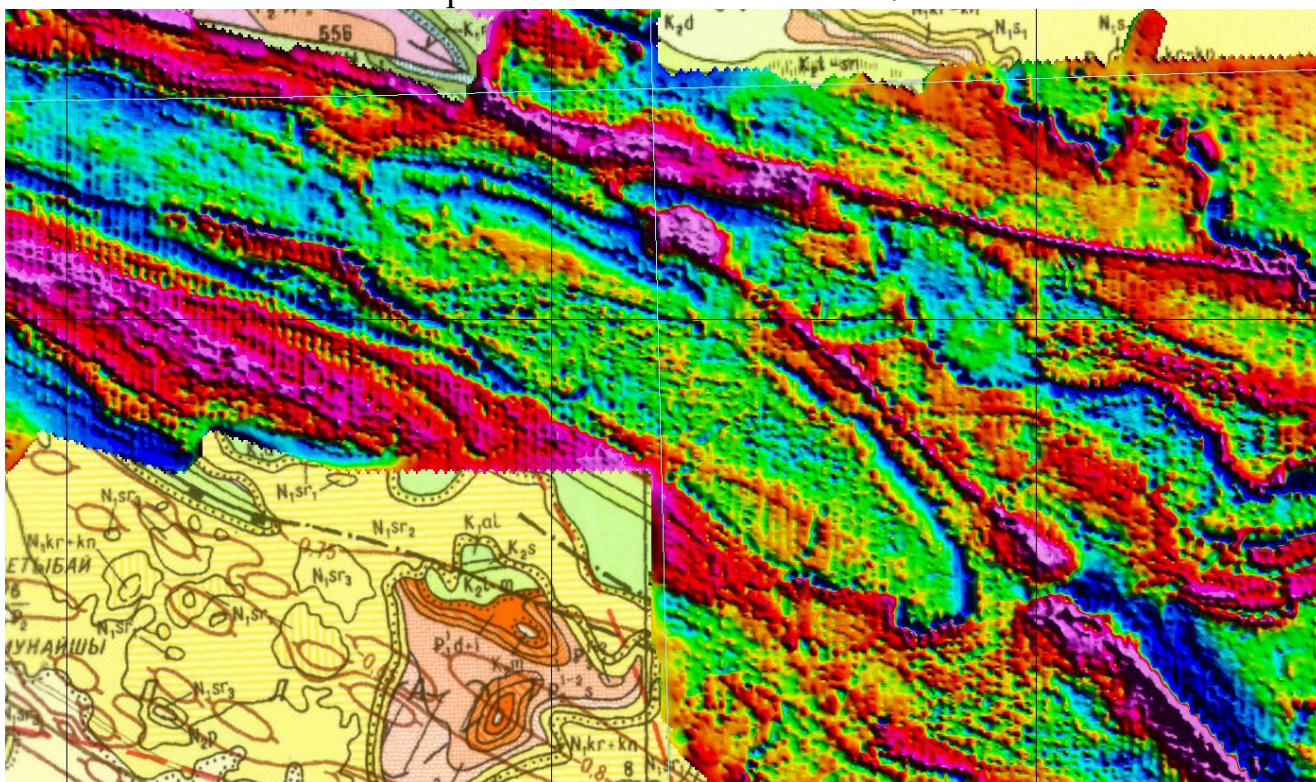
Карта аномального магнитного поля.



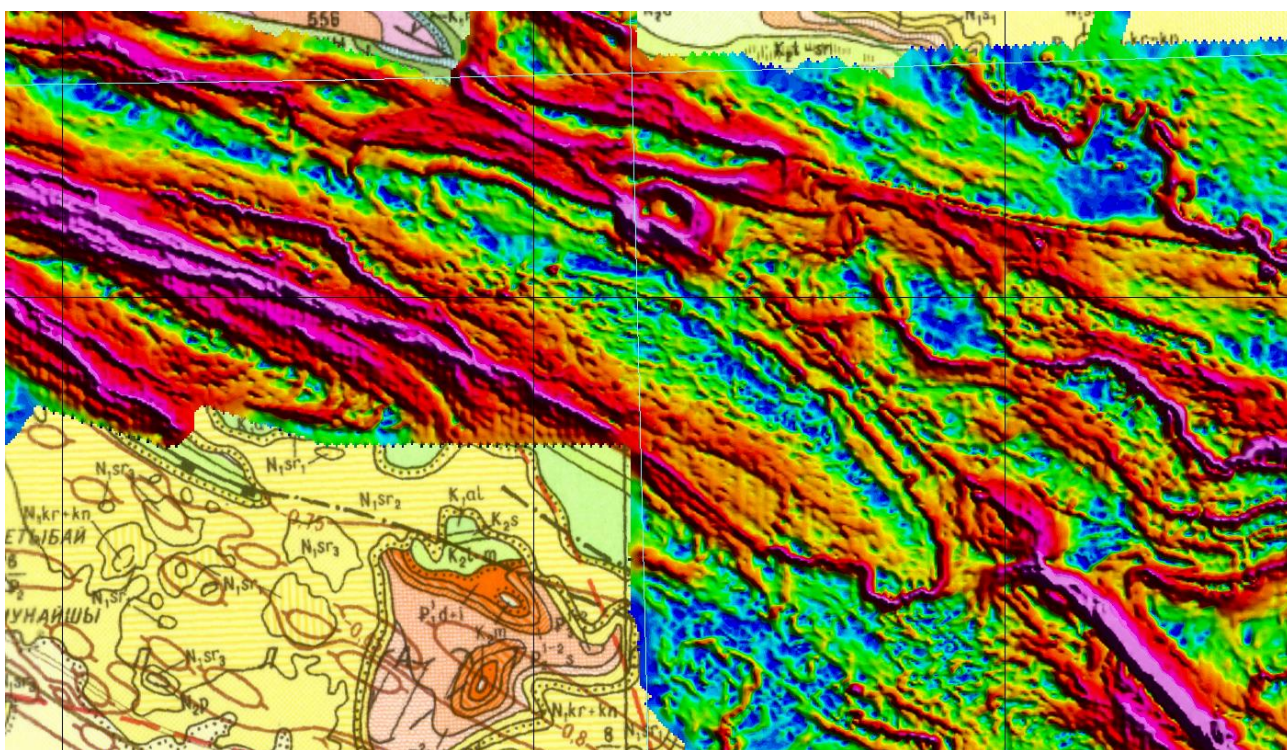
Геологическая карта.



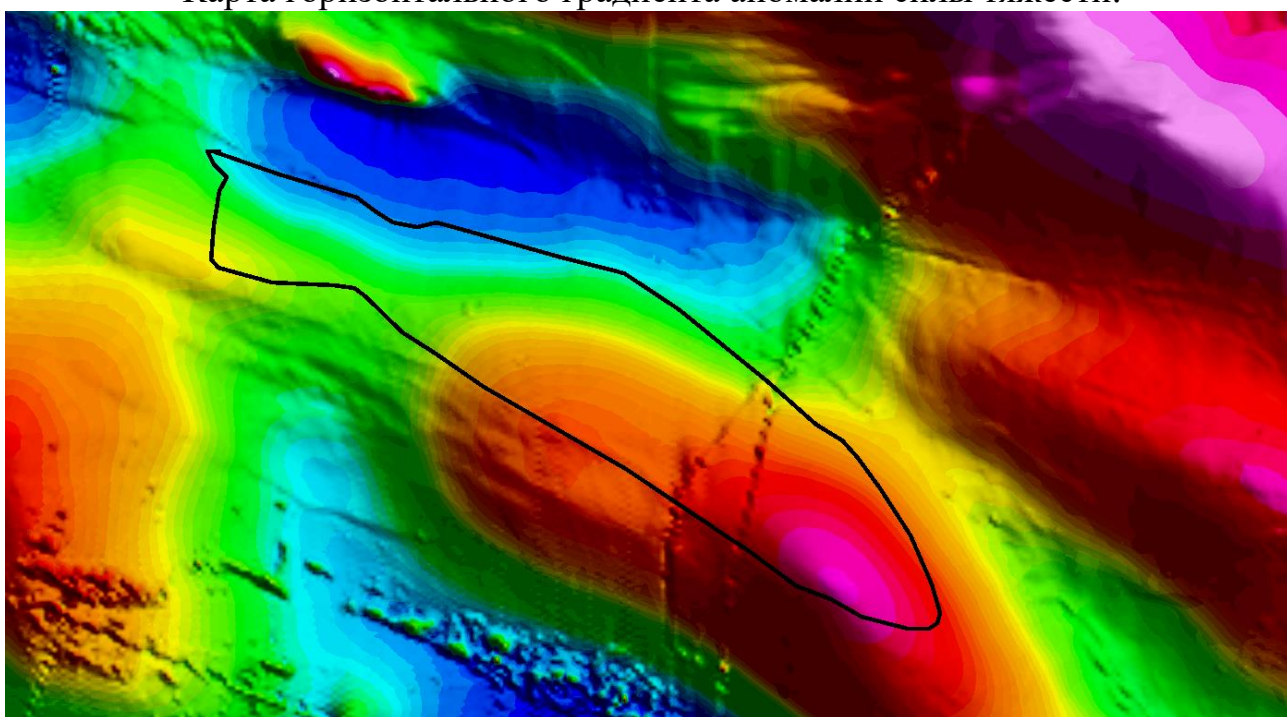
Карта аномалий силы тяжести.



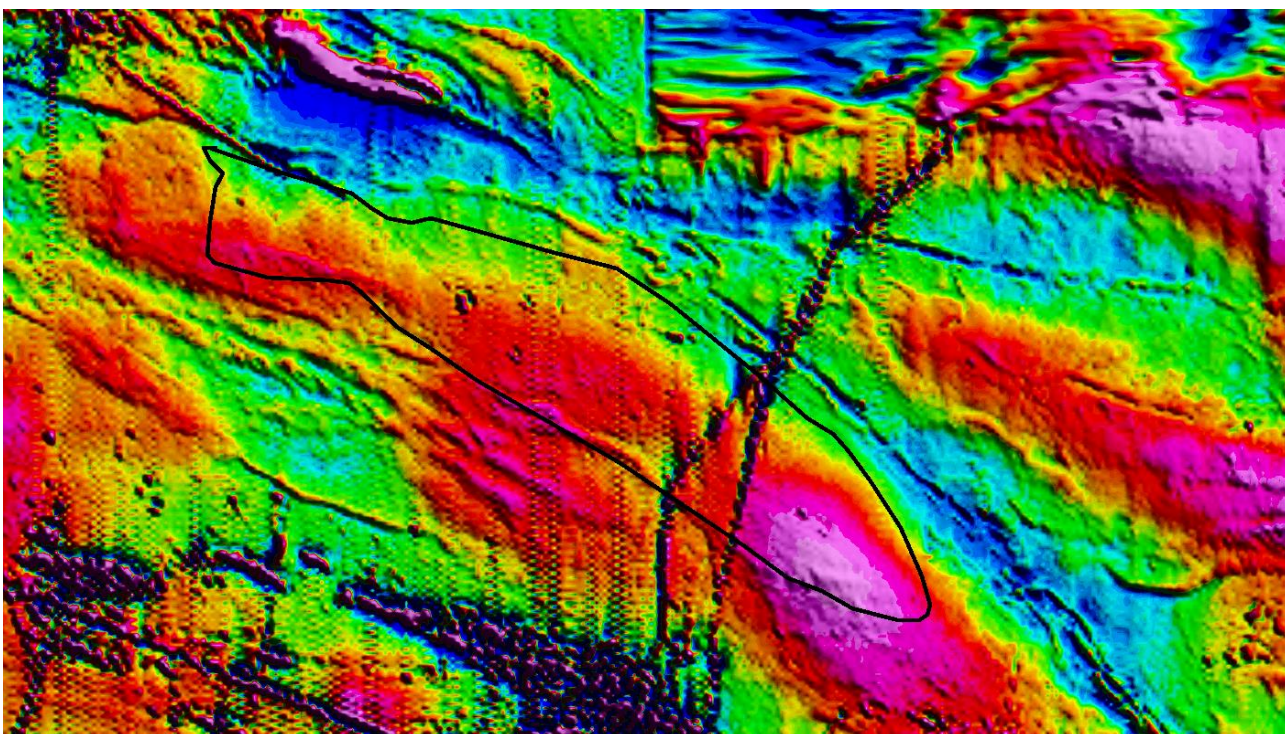
Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.



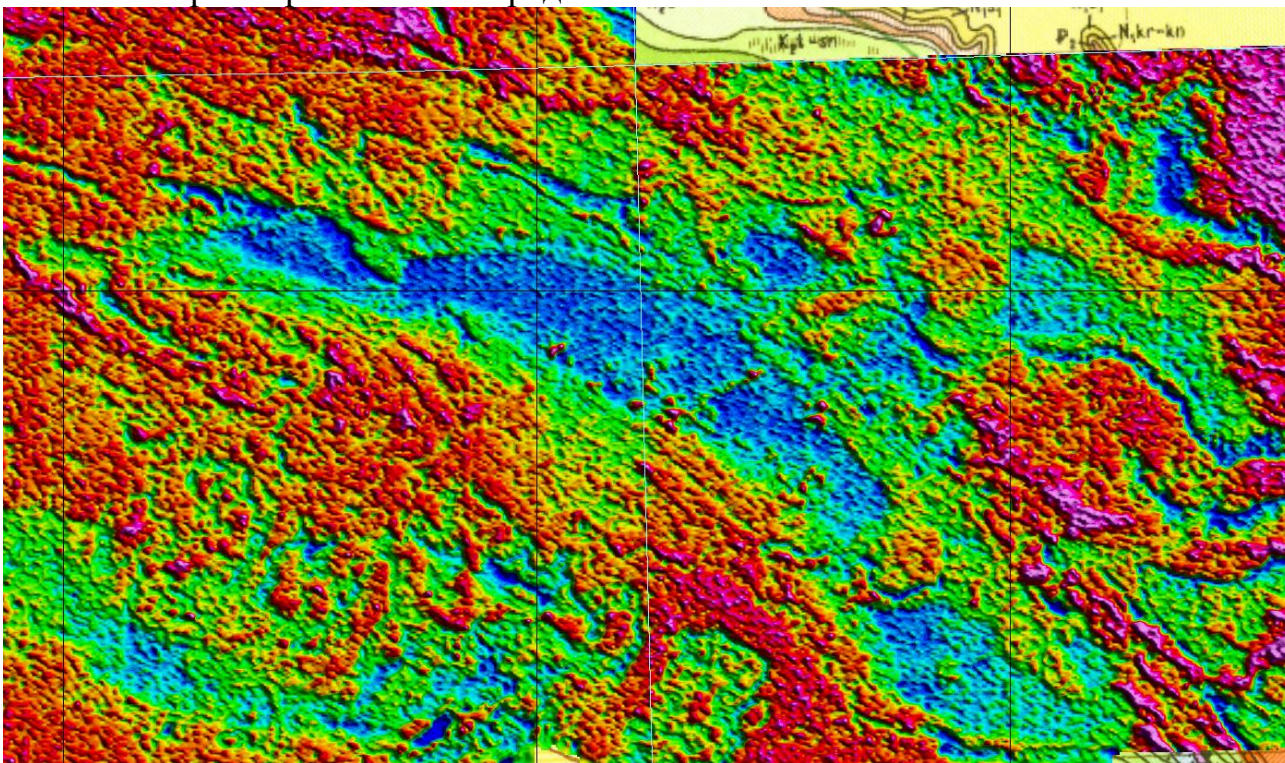
Карта горизонтального градиента аномалий силы тяжести.



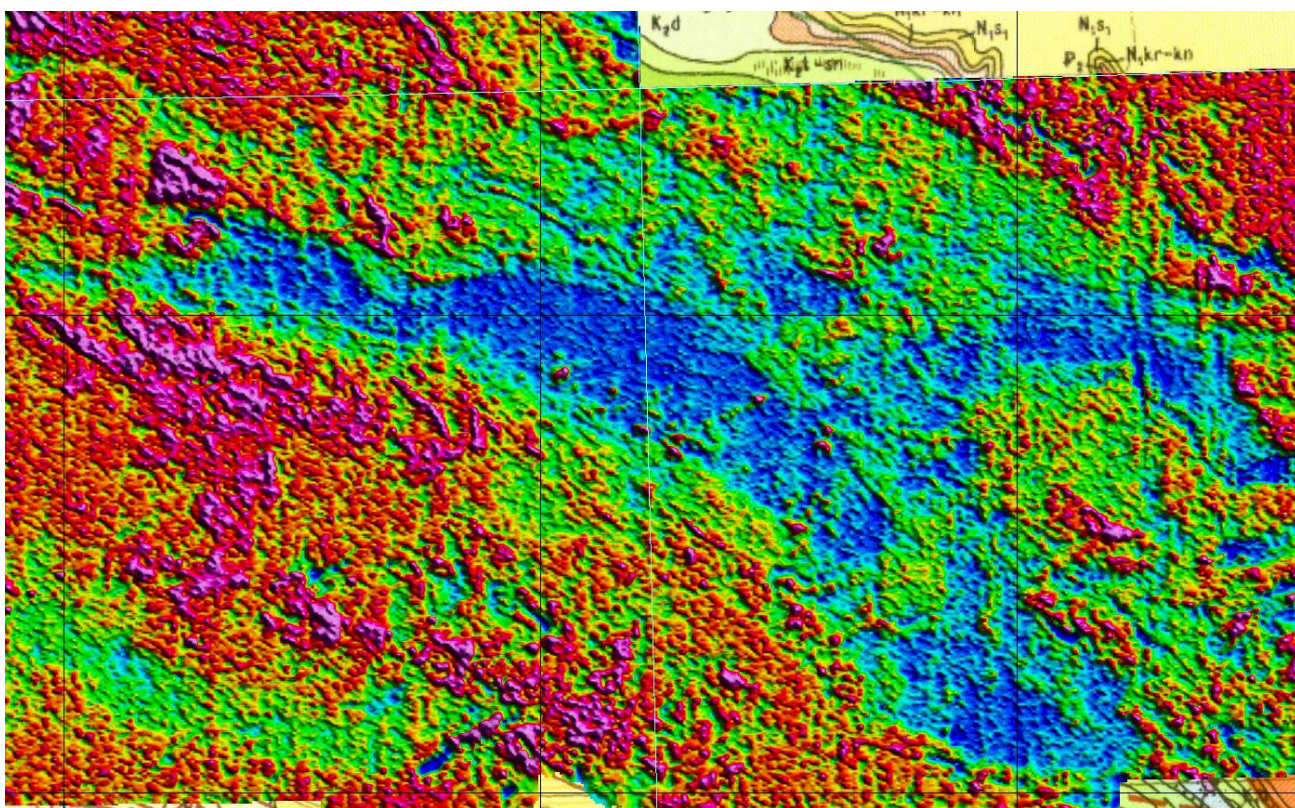
Карта аномального магнитного поля.



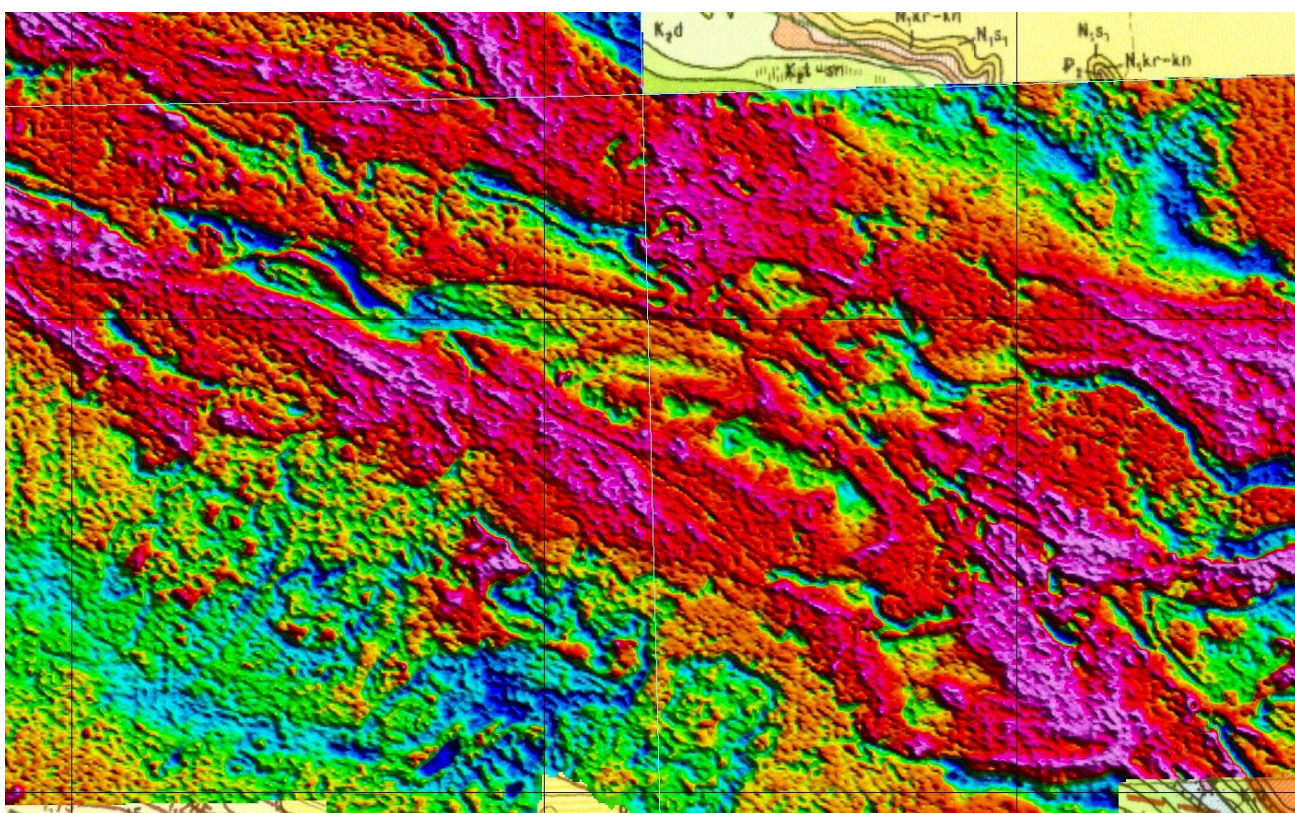
Карта вертикального градиента аномального магнитного поля.



Карта распределения содержания тория.



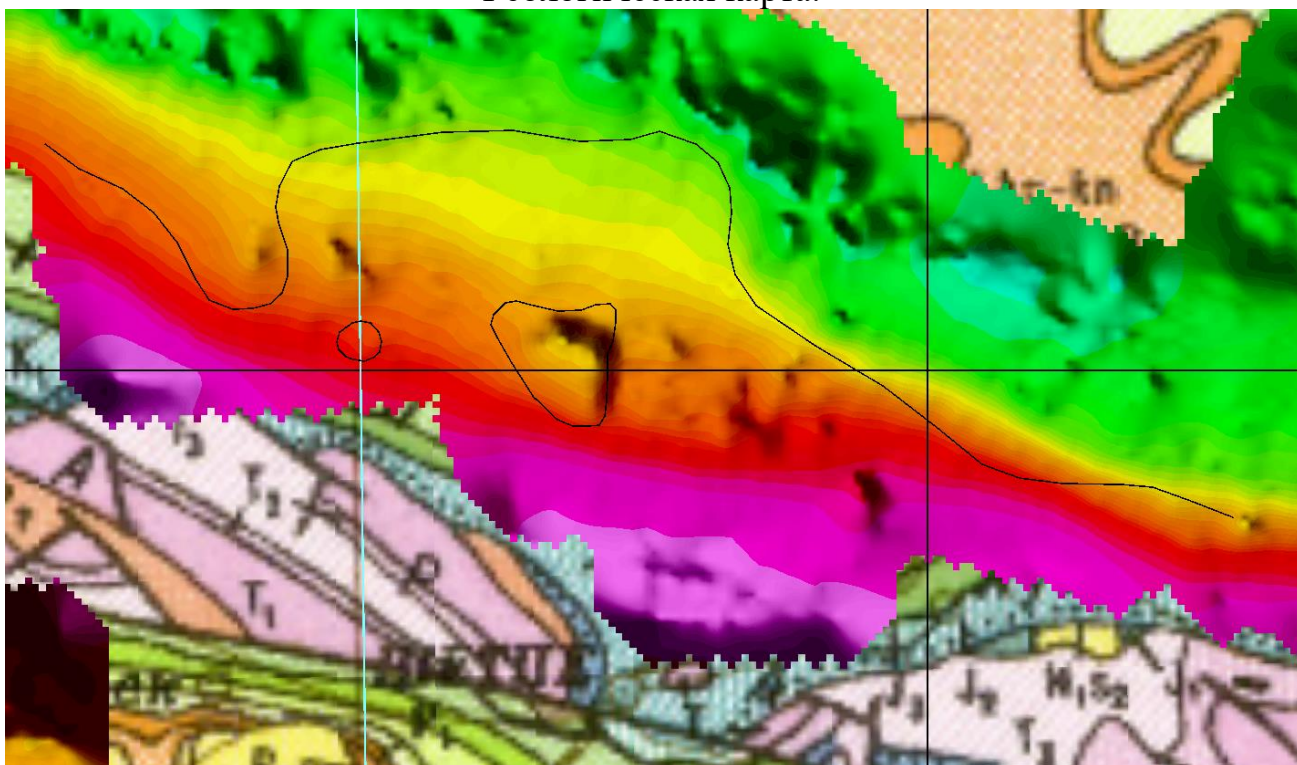
Карта распределения содержания урана.



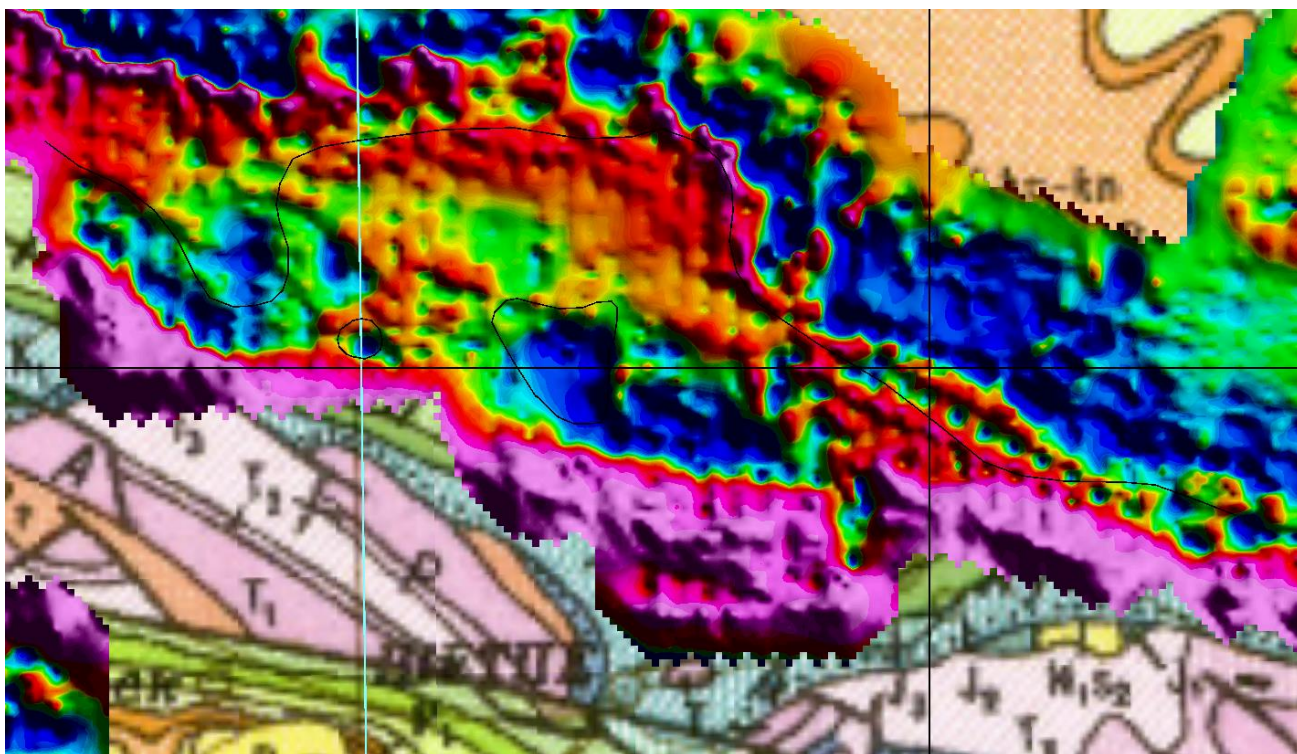
Карта распределения содержания калия.



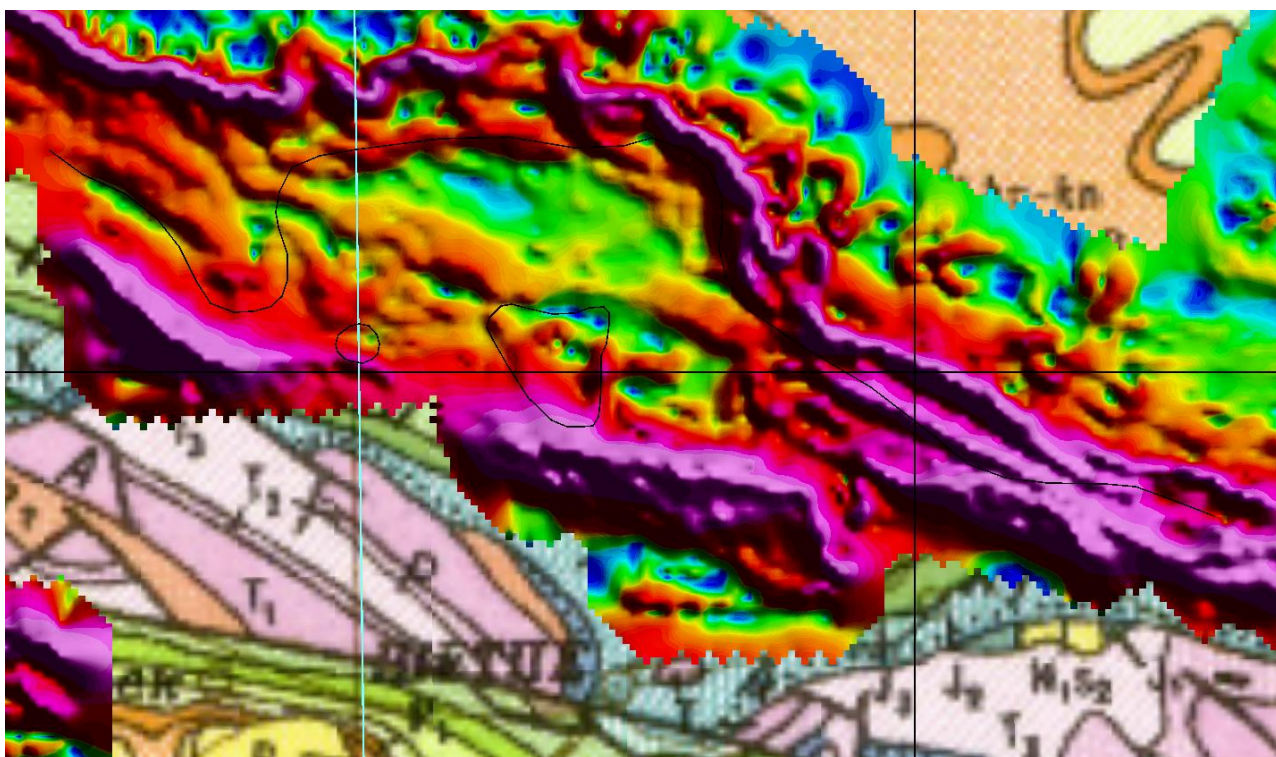
Геологическая карта.



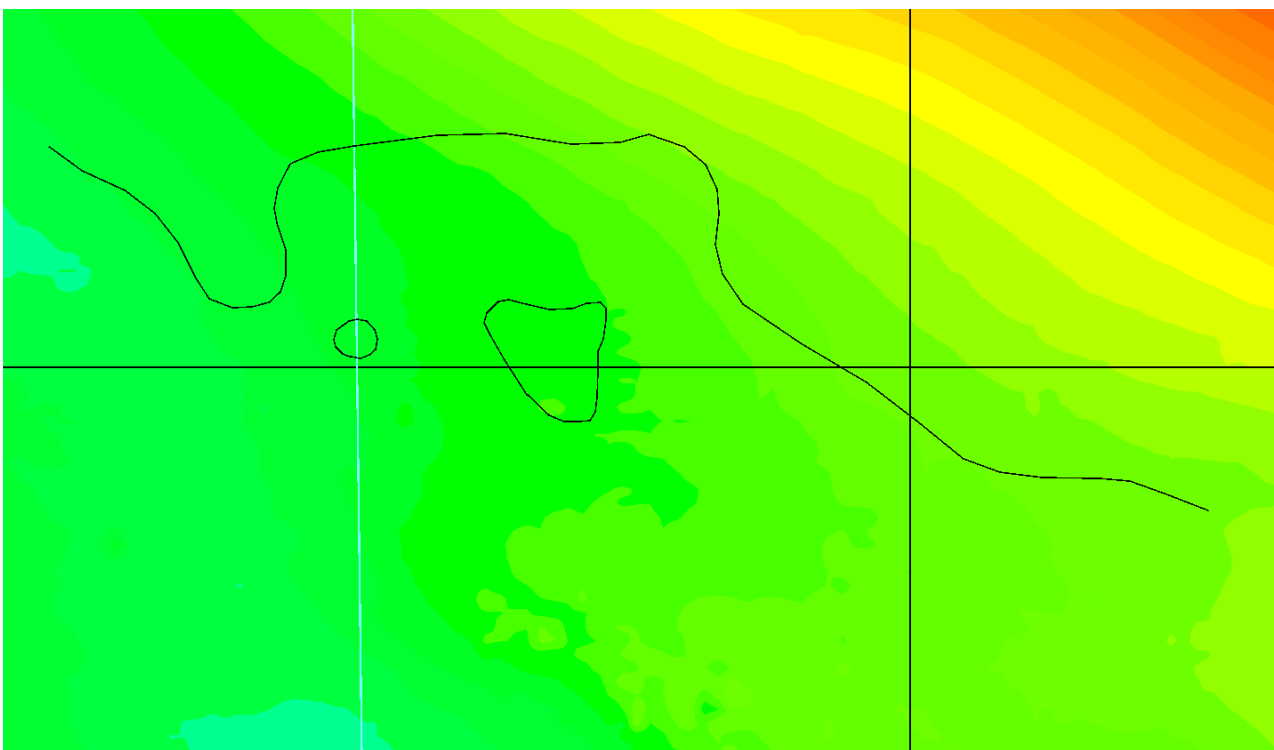
Карта аномалий силы тяжести.



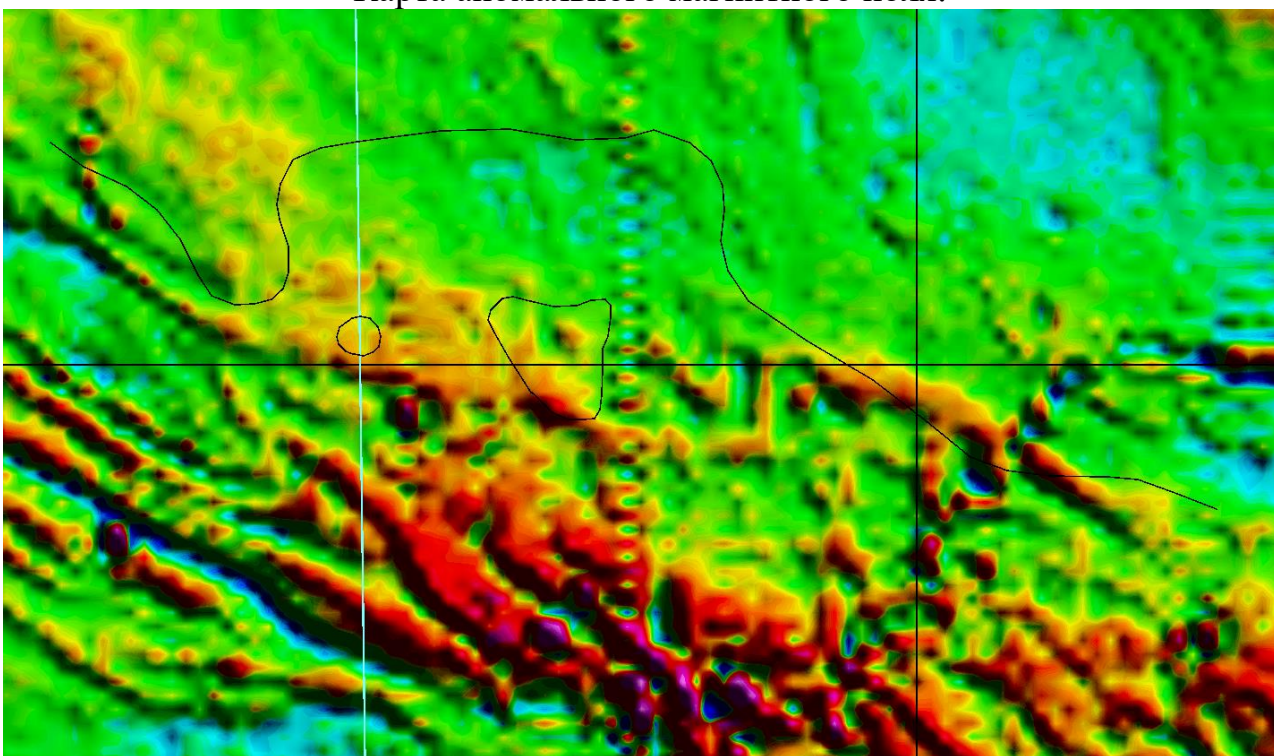
Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.



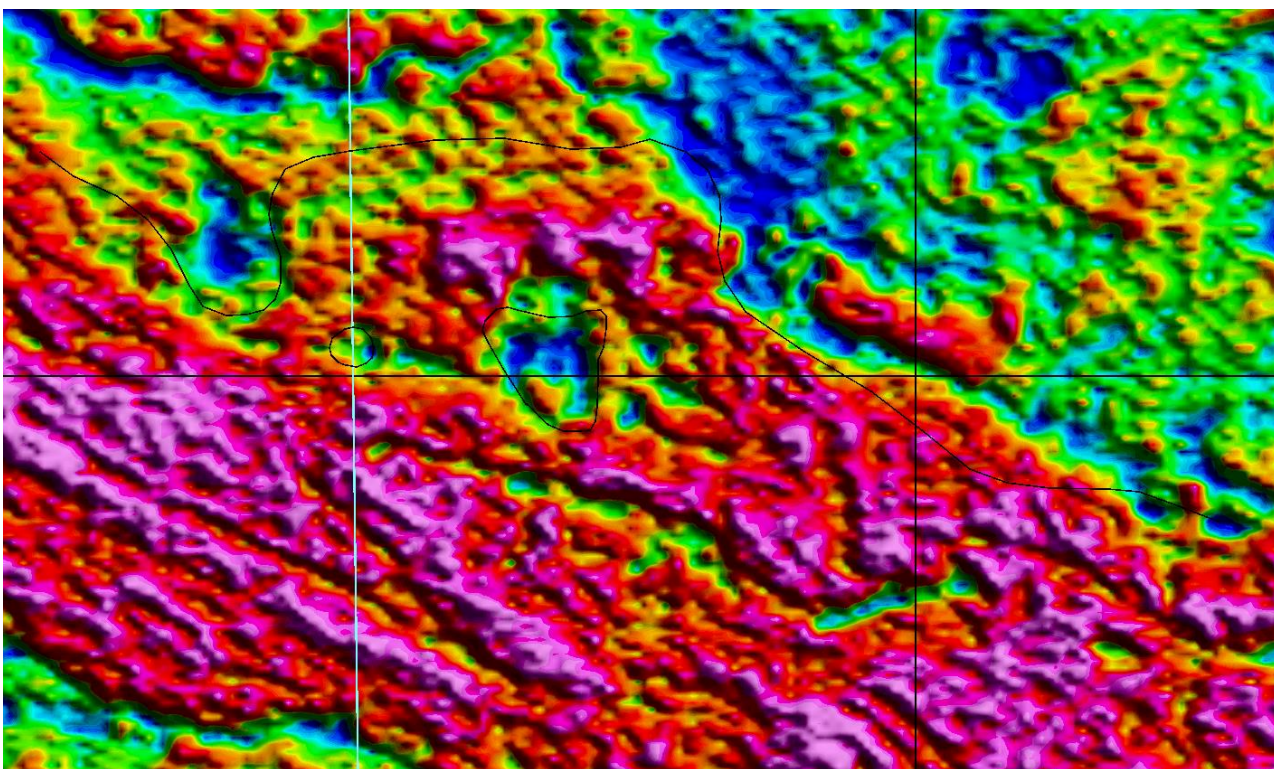
Карта горизонтального градиента аномалий силы тяжести.



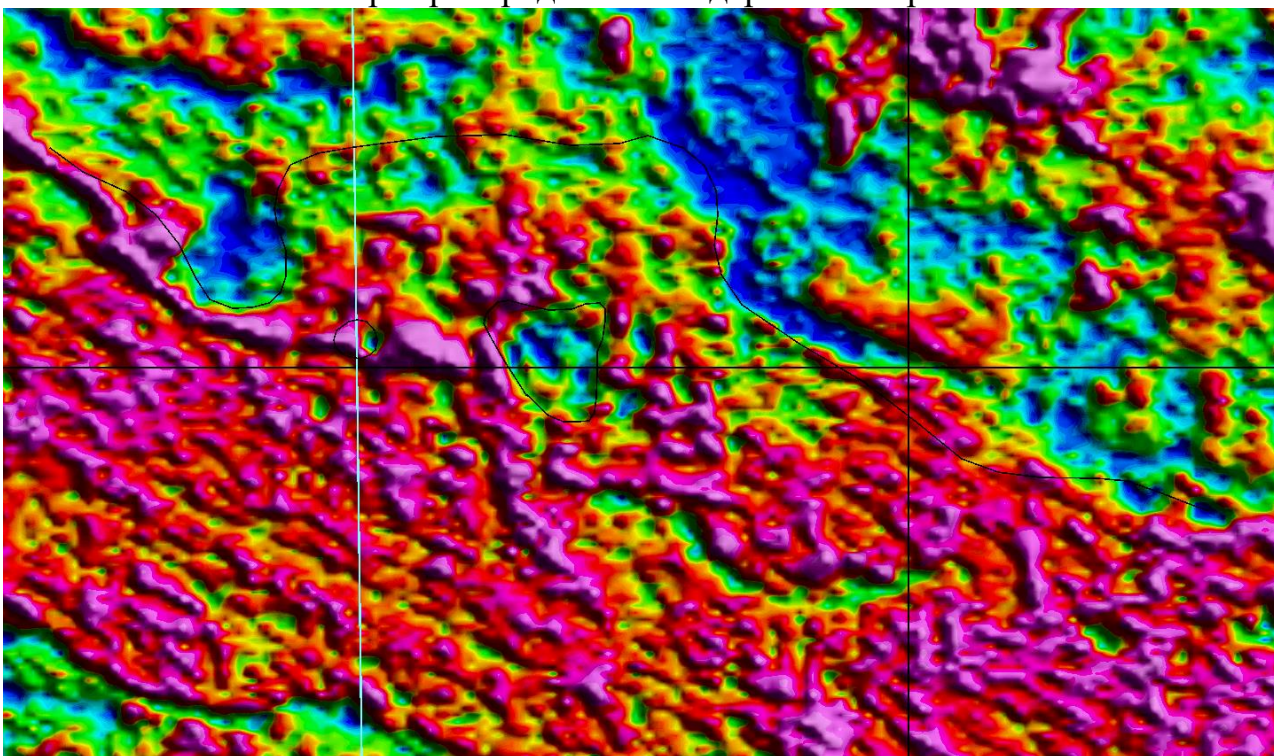
Карта аномального магнитного поля.



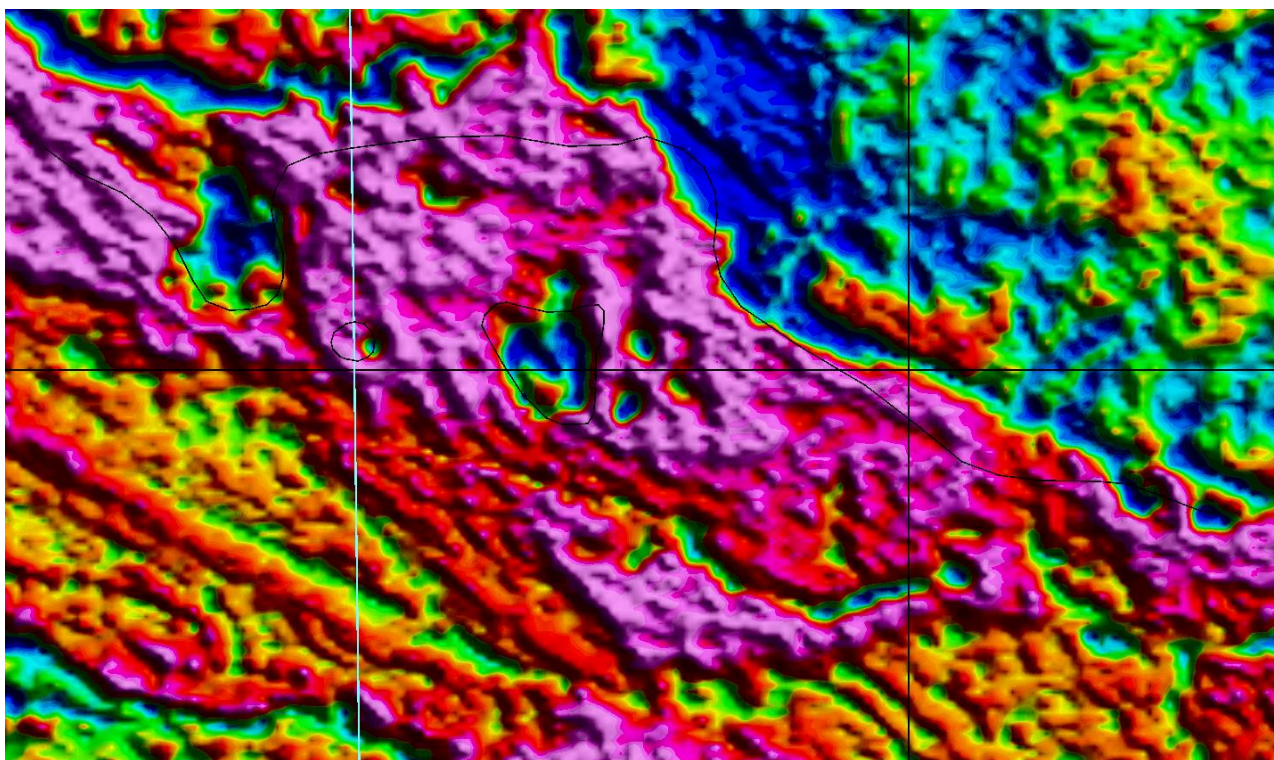
Карта вертикального градиента аномального магнитного поля.



Карта распределения содержания тория.



Карта распределения содержания урана.



Карта распределения содержания калия.

Месторождение Узень-Карамандыбас расположено в пределах южной части Мангышлакского поднятия и входит в состав Жетыбай-Узенской зоны. Эта зона представляет собой крупную складчатую структуру с выраженными антиклинальными поднятиями и осложнена многочисленными разломами.

- **Узень:** Антиклинальная структура, вытянутая в северо-западном направлении. Ее крылья значительно нарушены разломами, что способствовало формированию ловушек для углеводородов.
- **Карамандыбас:** Характеризуется более сложной структурой с участием как антиклинальных, так и блоково-разломных элементов.

В разрезе месторождений Узень и Карамандыбас выделяются осадочные породы от триаса до неогена:

- **Триас:** Породы представлены континентальными отложениями – песчаниками, алевролитами и глинами.
- **Юра:** Содержит основные нефтеносные горизонты. Отложения представлены преимущественно терригенными песчаниками и глинами, образовавшимися в условиях морских лагун и дельт.
- **Мел:** Карбонатно-терригенные отложения. Здесь залегают дополнительные нефтегазоносные горизонты.
- **Палеоген и неоген:** Аллювиальные и делювиальные отложения, преимущественно глинистые.

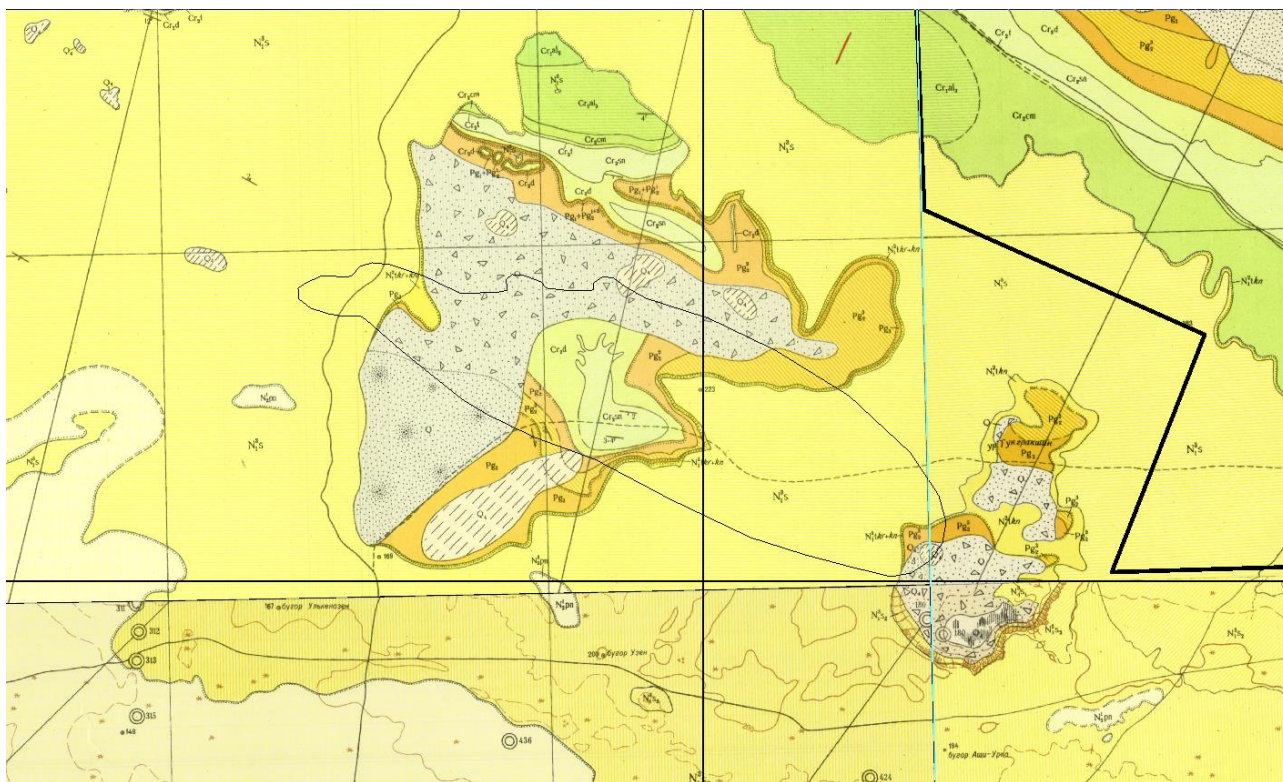
Месторождения Узень и Карамандыбас входят в состав крупнейшей нефтегазоносной провинции Казахстана. Основными коллекторами углеводородов являются юрские песчаники.

Нефть преимущественно малосернистая, с высоким содержанием парафинов и смол.

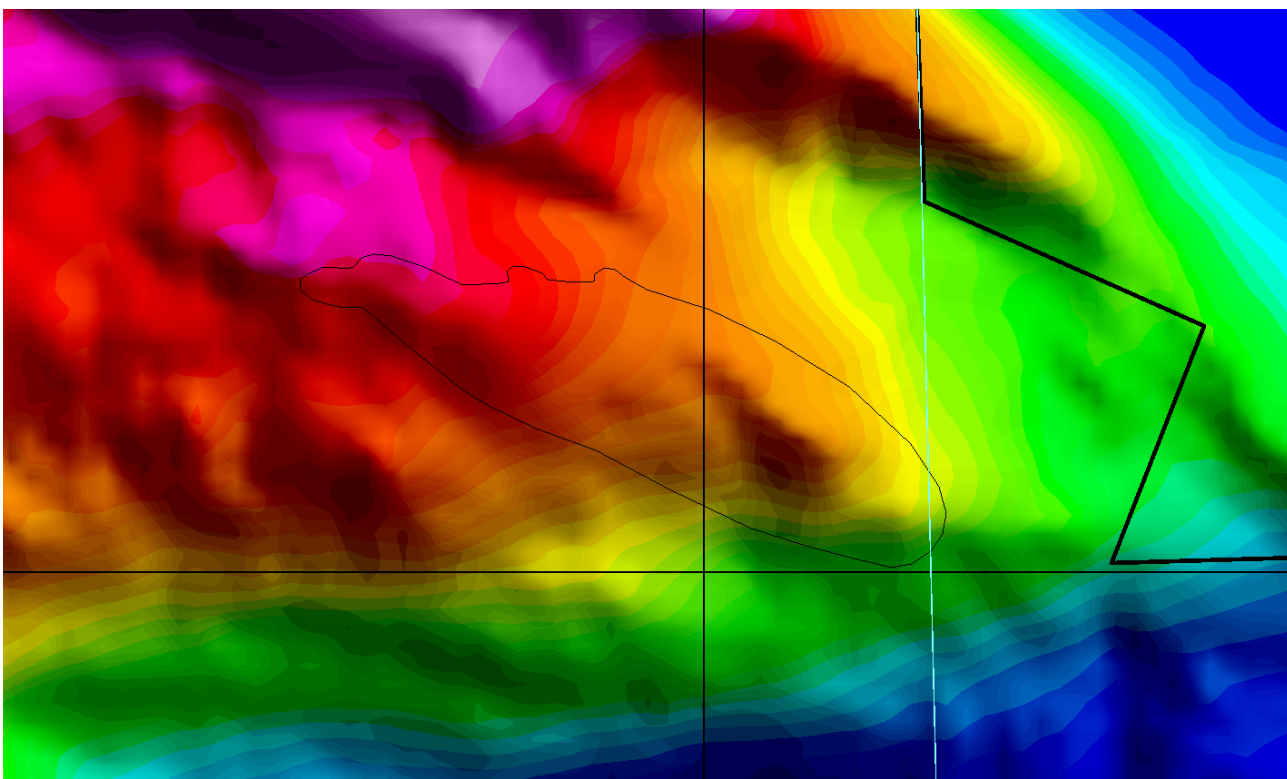
Структуры месторождений имеют сложное строение, обусловленное влиянием региональных тектонических процессов.

Узень представлен крупной моноклиной с рядом ступенчатых сбросов.

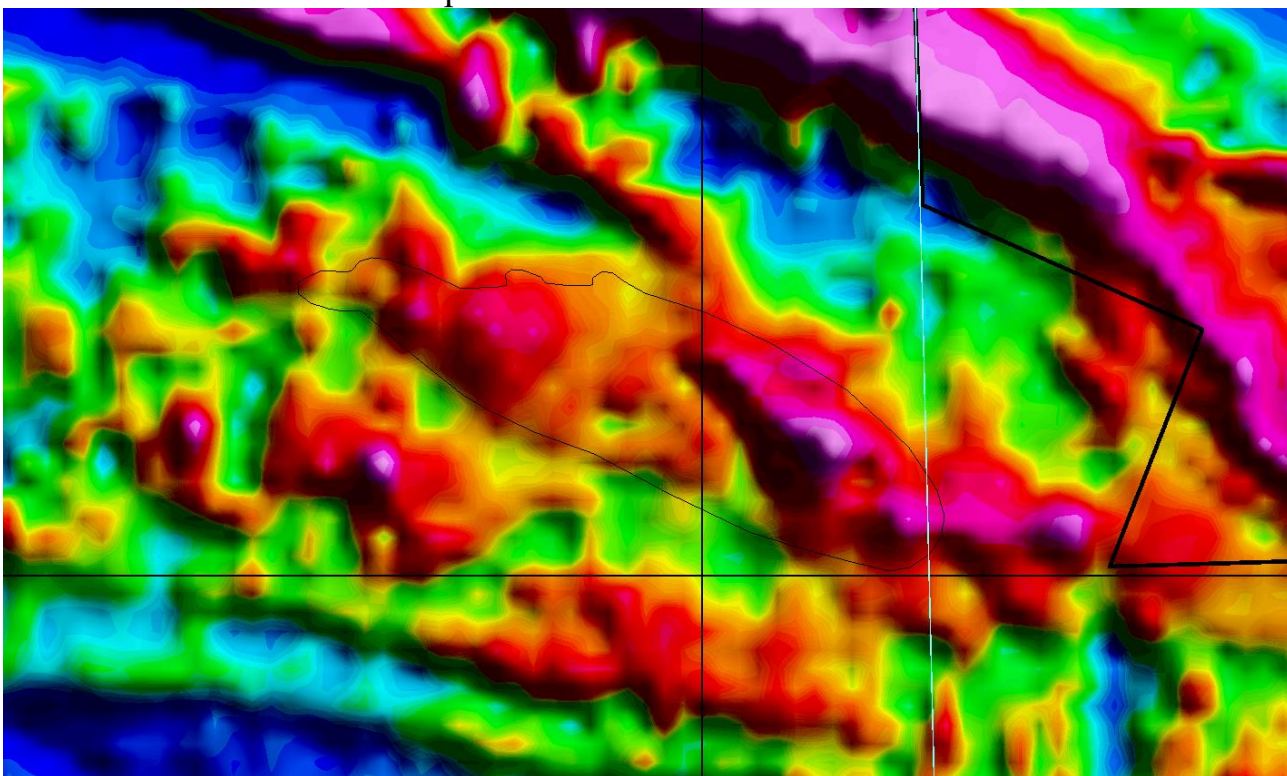
Карамандыбас имеет более мелкие, но высокопродуктивные блоки, которые формируют дополнительный резервуарный потенциал.



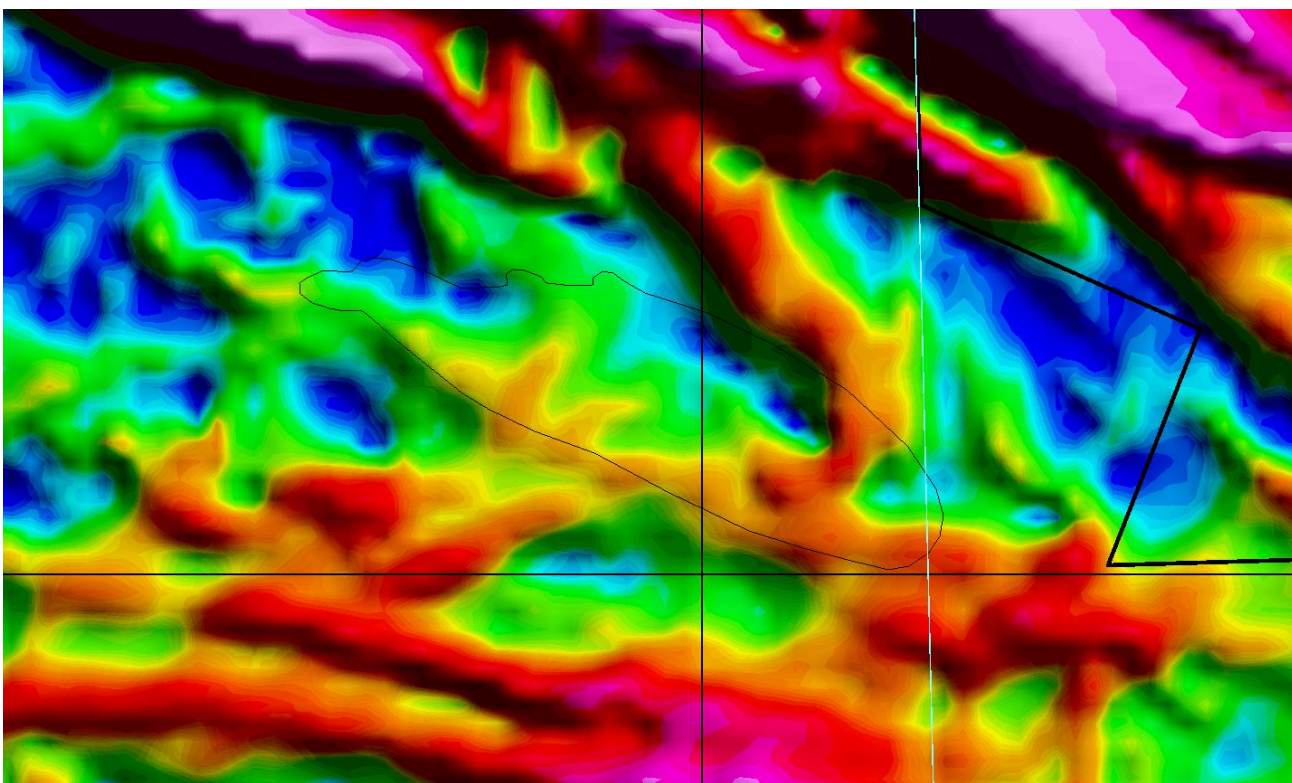
Геологическая карта.



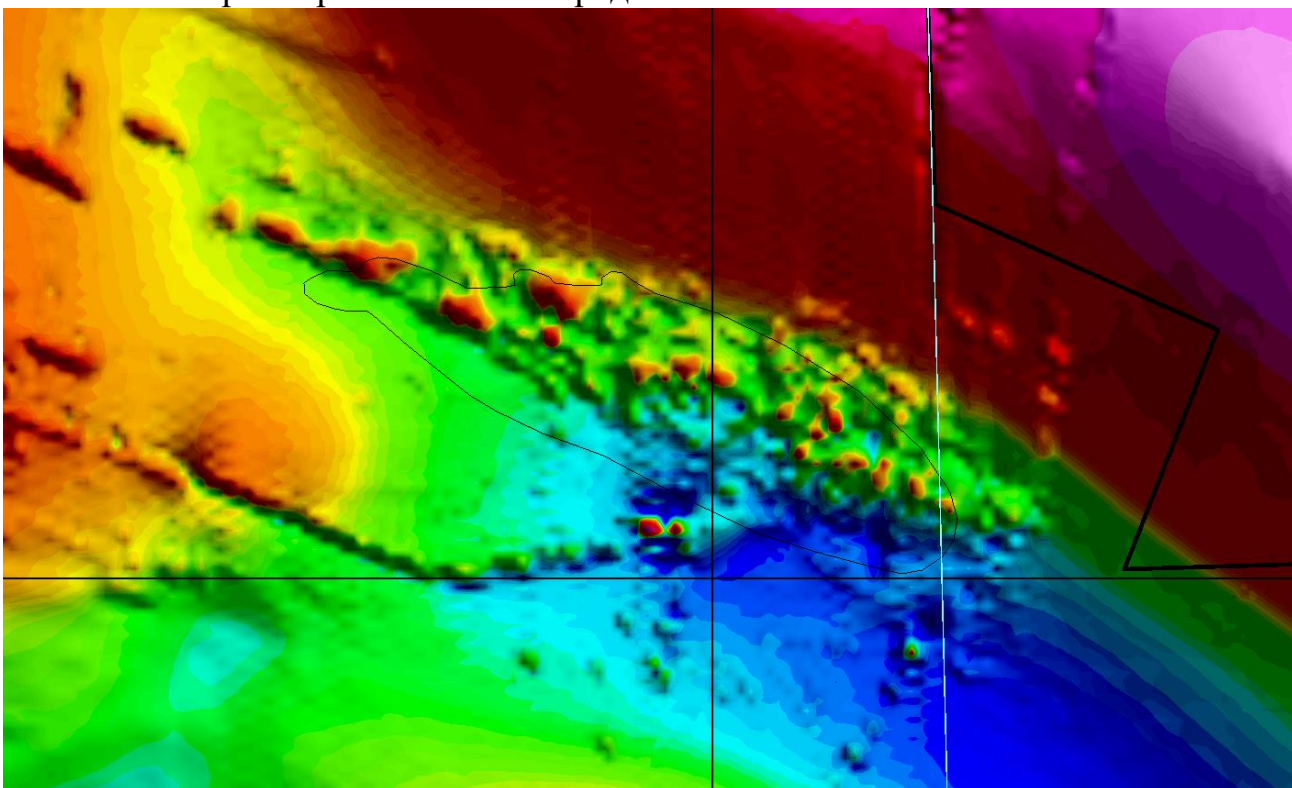
Карта аномалий силы тяжести.



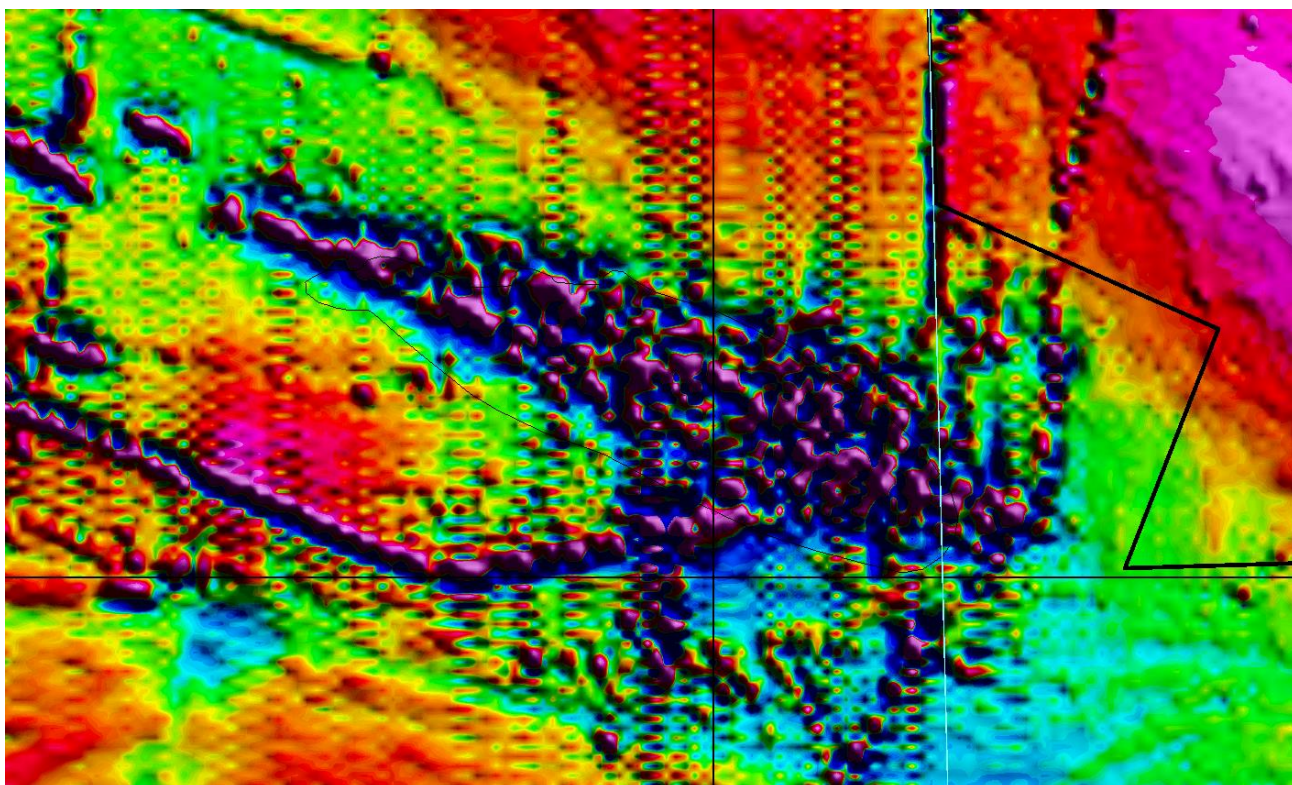
Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.



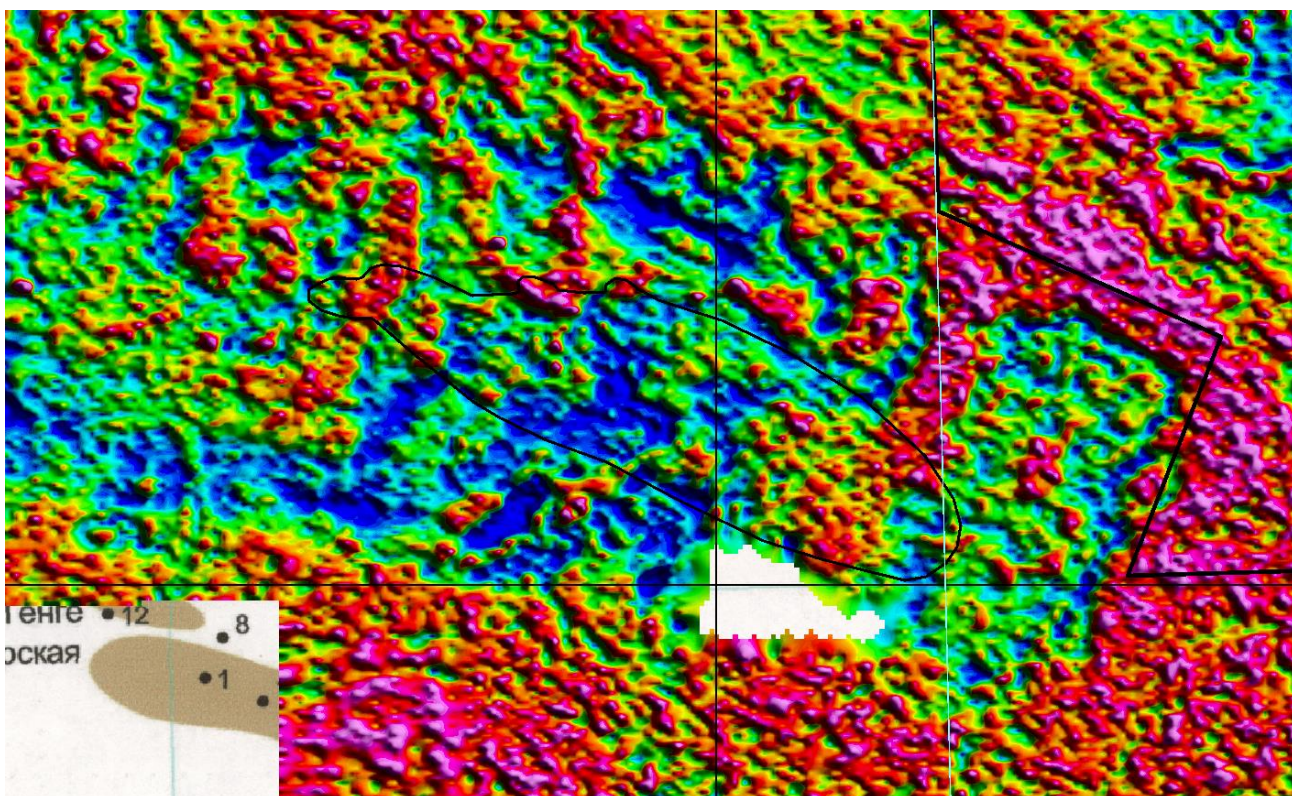
Карта горизонтального градиента аномалий силы тяжести.



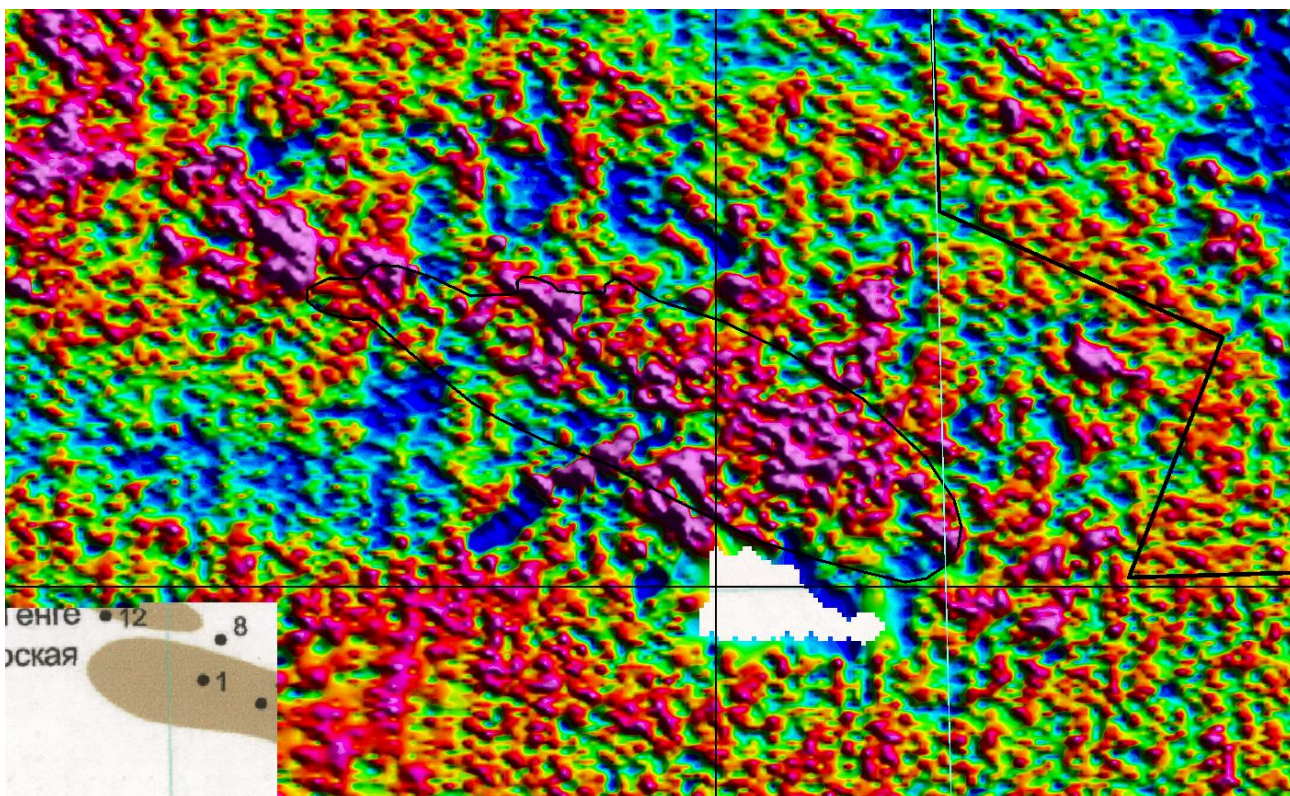
Карта аномального магнитного поля.



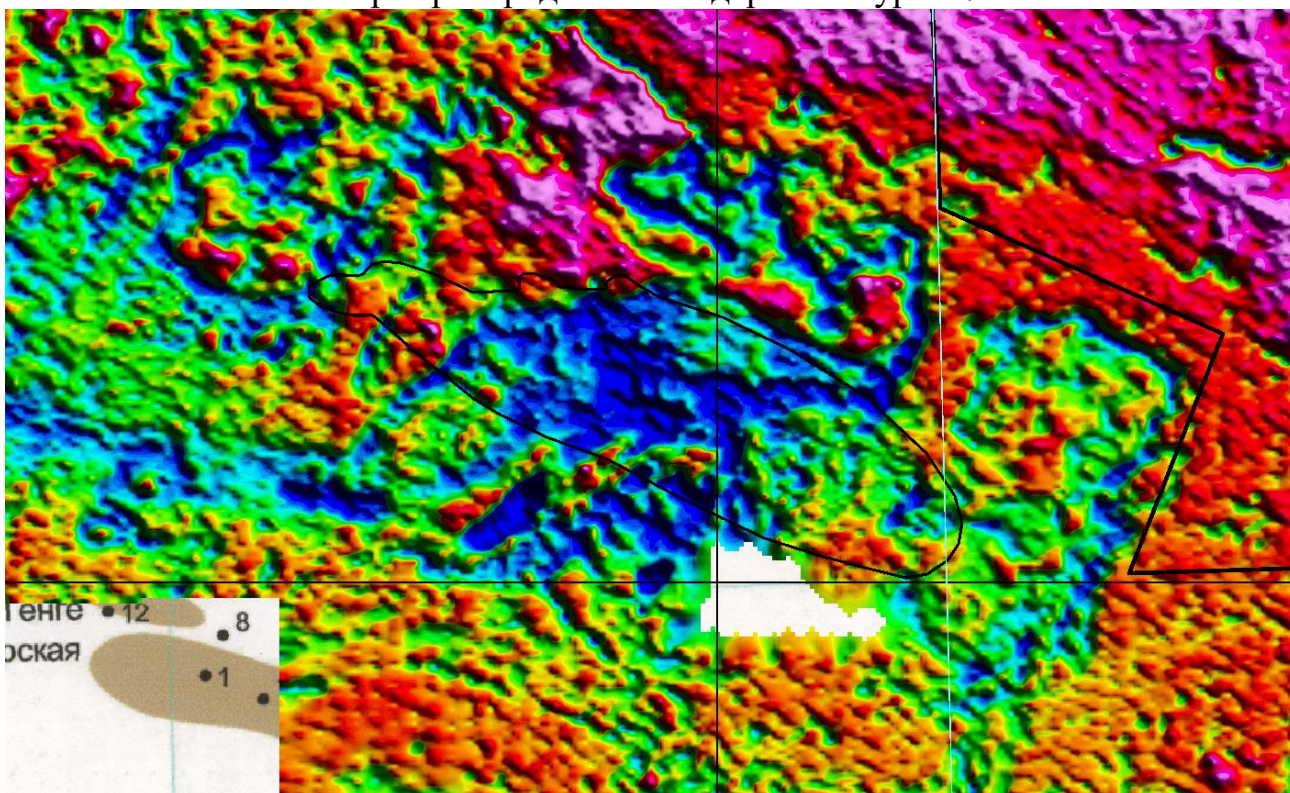
Карта вертикального градиента аномального магнитного поля.



Карта распределения содержания тория.



Карта распределения содержания урана.



Карта распределения содержания калия.

Месторождение Жетыбай, одно из крупнейших нефтегазовых месторождений южного Мангышлака, обладает уникальными геологическими особенностями. Оно расположено в Жетыбай-Узенской нефтегазоносной зоне, которая характеризуется высокой перспективностью на углеводороды.

Жетыбай находится в пределах Мангышлакского поднятия, на стыке Прикаспийской впадины и Южно-Мангышлакской структурной зоны.

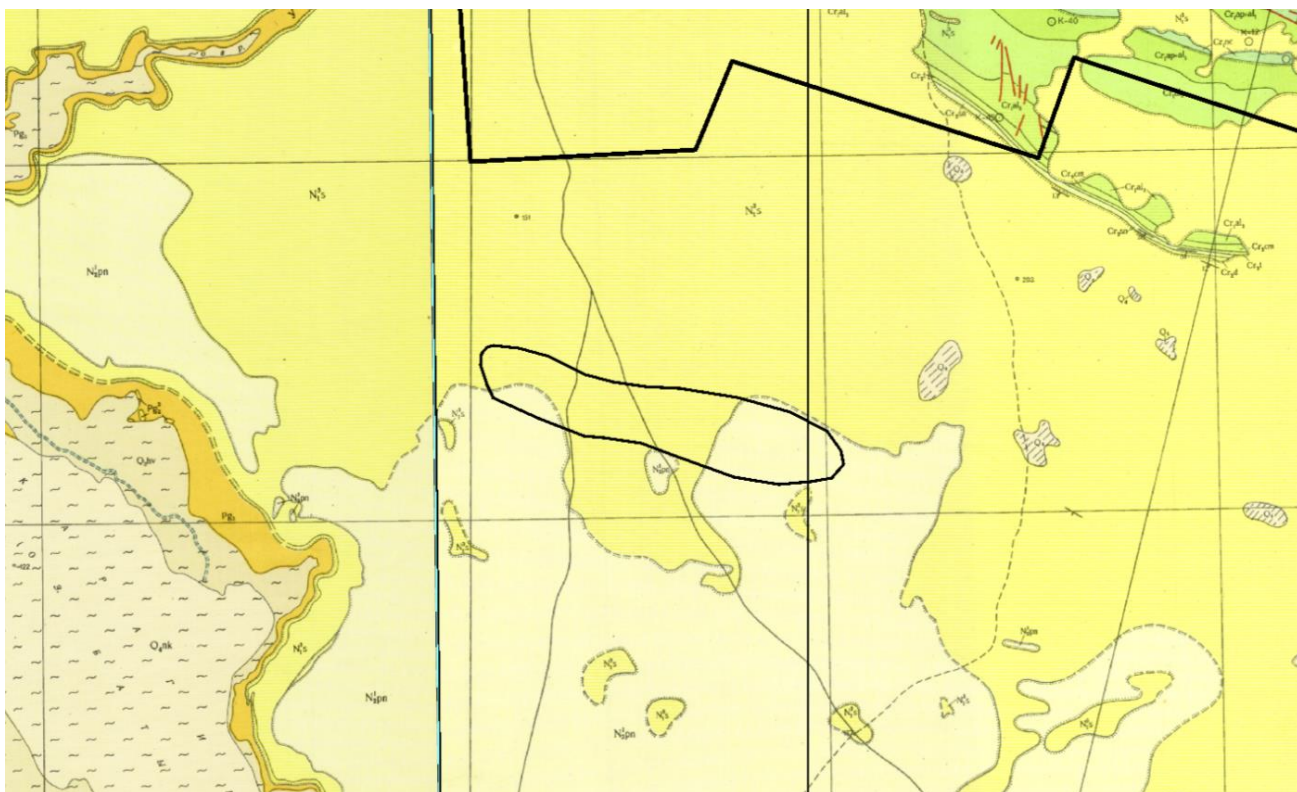
- Основная структура месторождения представляет собой антиклинальную складку с широкой сводовой частью.
- Складка осложнена разломами северо-западного и северо-восточного простирания, что способствует формированию ловушек углеводородов.
- Тектонические движения в мезозое и кайнозое сформировали ступенчатую структуру поднятия.

В разрезе Жетыбая выделяются отложения от нижнего триаса до четвертичных пород:

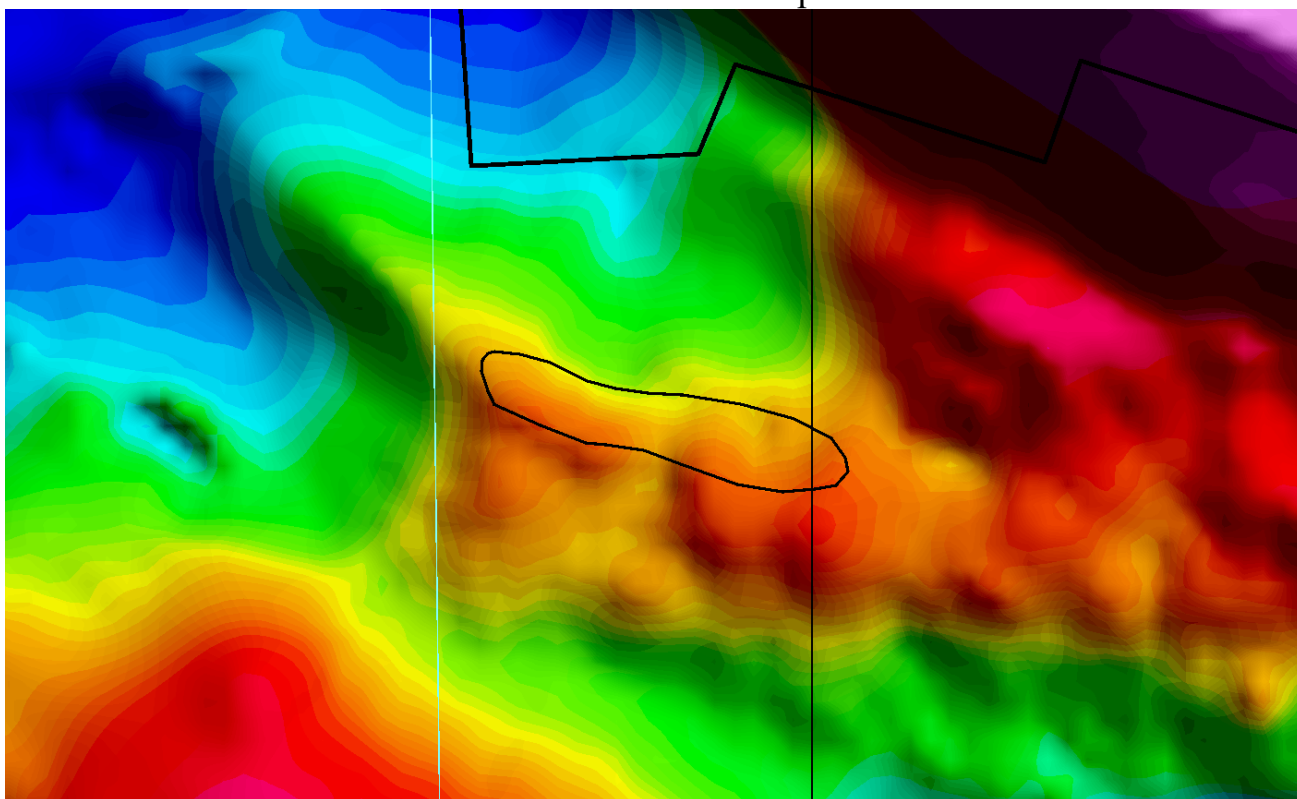
- **Триас:** Представлен континентальными отложениями (песчаниками, алевролитами и глинами), залегающими на значительных глубинах.
- **Юра:** Основной нефтеносный комплекс.
 - **Средняя юра:** Коллекторы – терригенные породы (песчаники и алевролиты) с хорошей пористостью.
 - **Верхняя юра:** Переходная зона с преобладанием глин и карбонатов.
- **Мел:** Состоит из карбонатных пород, глин и мергелей. В нижнемеловых отложениях также встречаются продуктивные горизонты.
- **Палеоген и неоген:** Аллювиальные и континентальные отложения, служащие покрывающими слоями.

Месторождение Жетыбай принадлежит к категории многопластовых и характеризуется наличием большого числа продуктивных горизонтов, особенно в юрских отложениях.

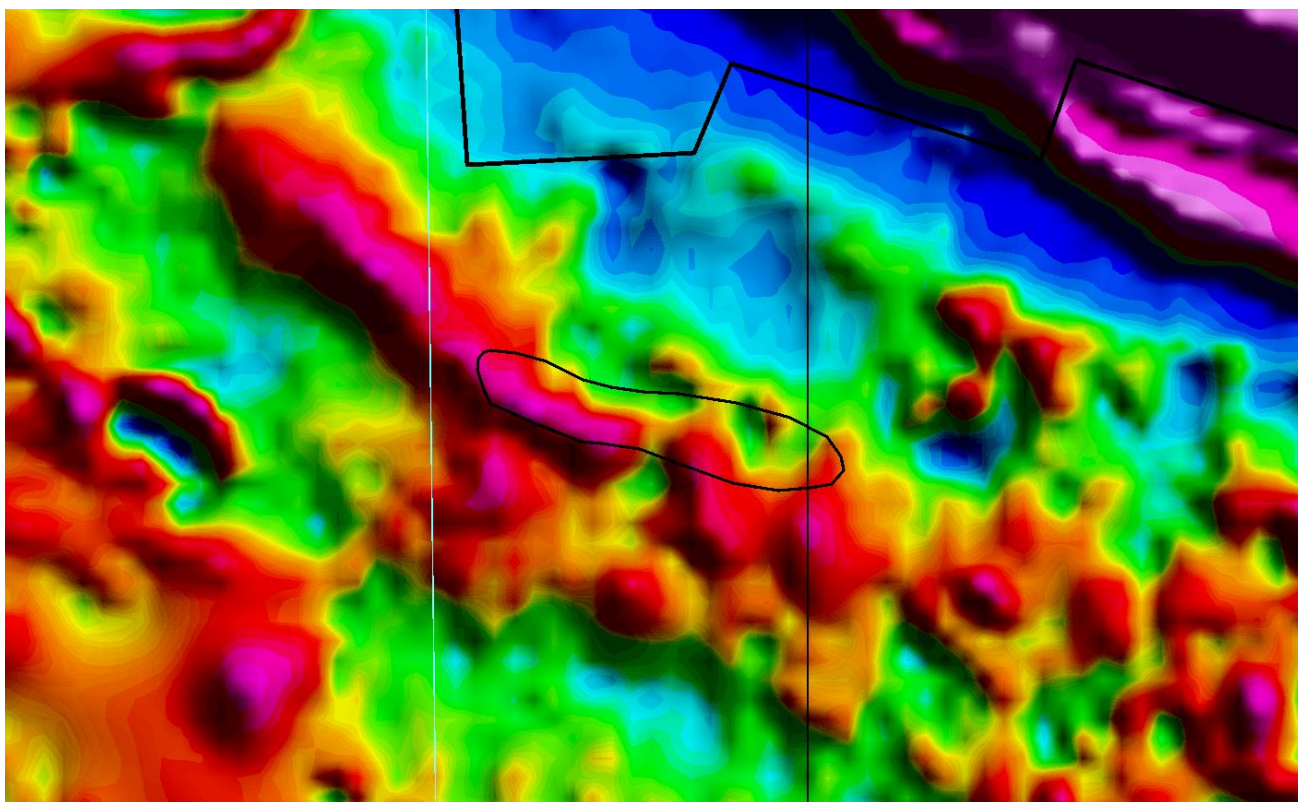
- Основные коллекторы: песчаники средней юры с пористостью до 20–25% и проницаемостью 50–200 мД.
- Нефть:
 - Малосернистая.
 - Содержит значительное количество парафинов и асфальтенов.
 - Обладает вязкостью, требующей применения методов интенсификации добычи.
- Основная антиклинальная структура имеет протяженность около 15–20 км с шириной 3–5 км.
- Северо-западная часть осложнена ступенчатыми сбросами, формирующими блоковую структуру.
- Флюидоупоры представлены глинистыми отложениями, обеспечивающими надежную изоляцию залежей.



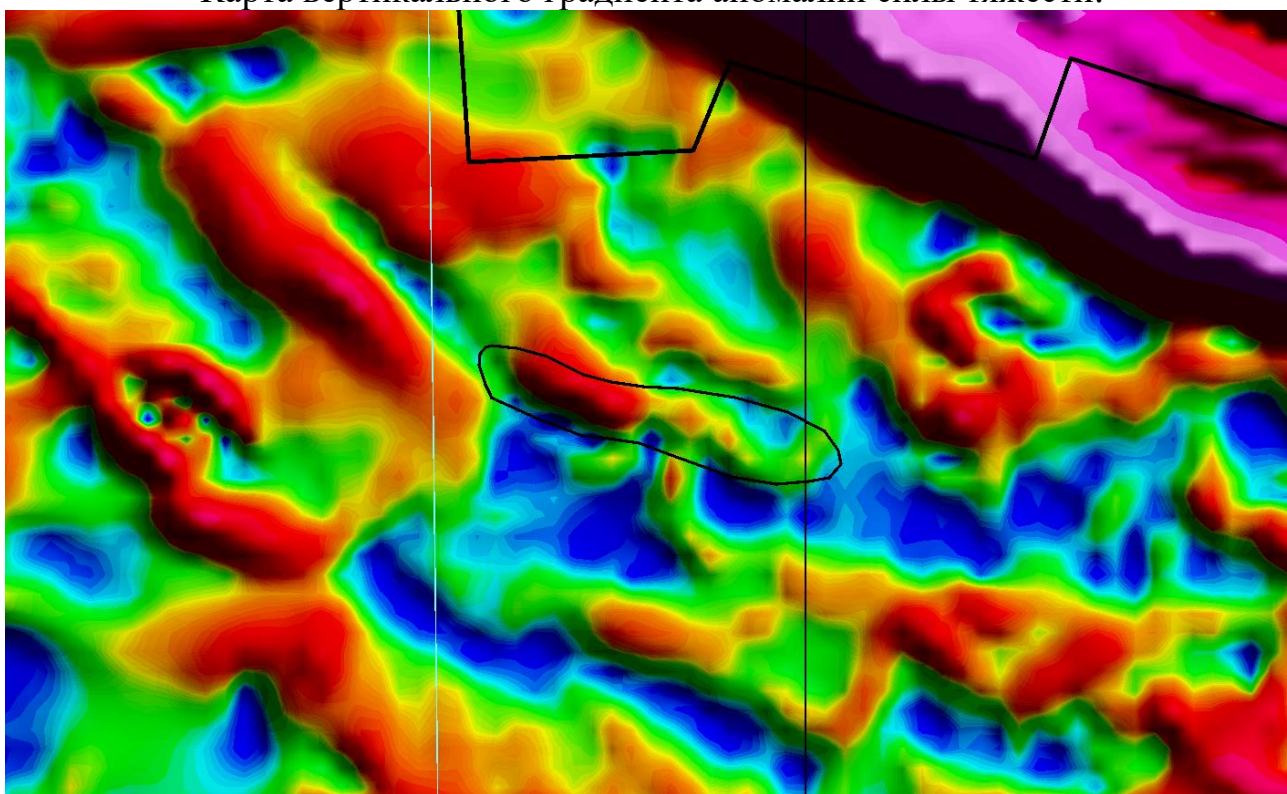
Геологическая карта.



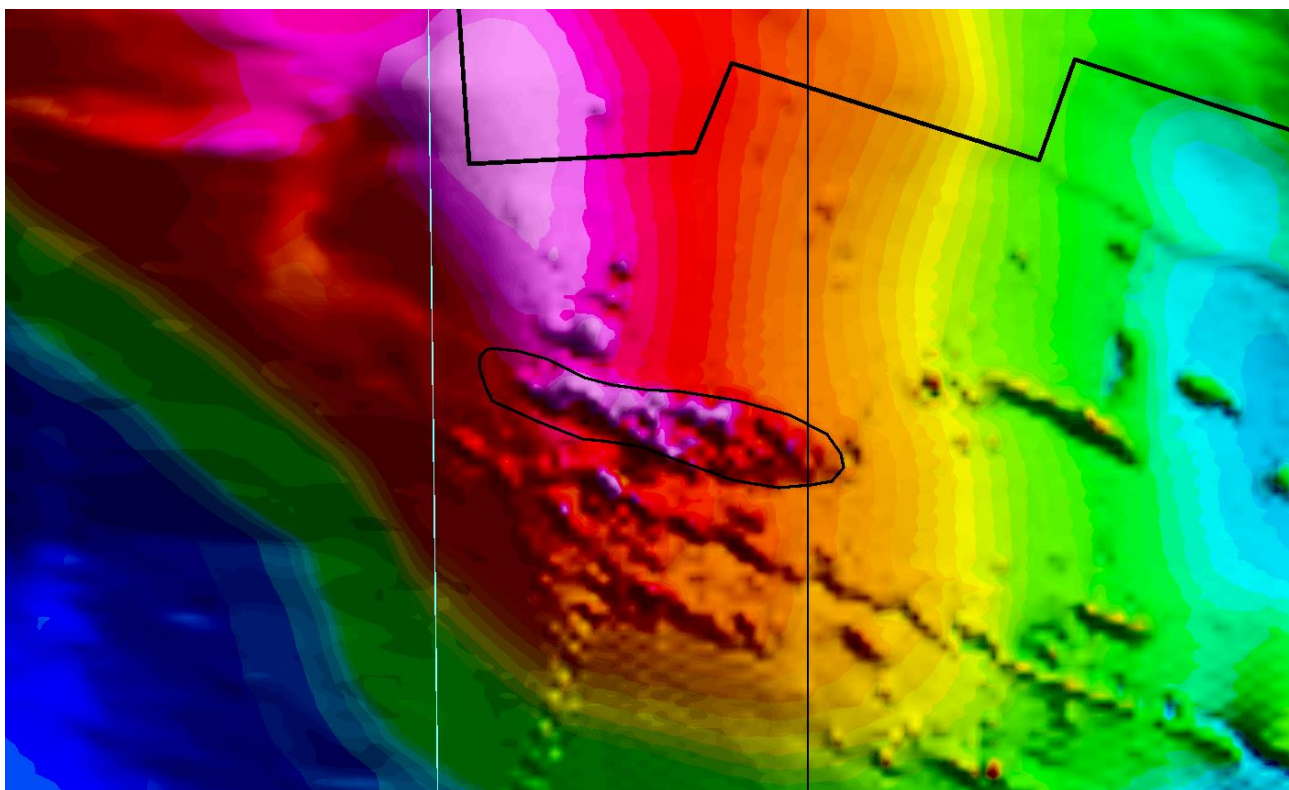
Карта аномалий силы тяжести.



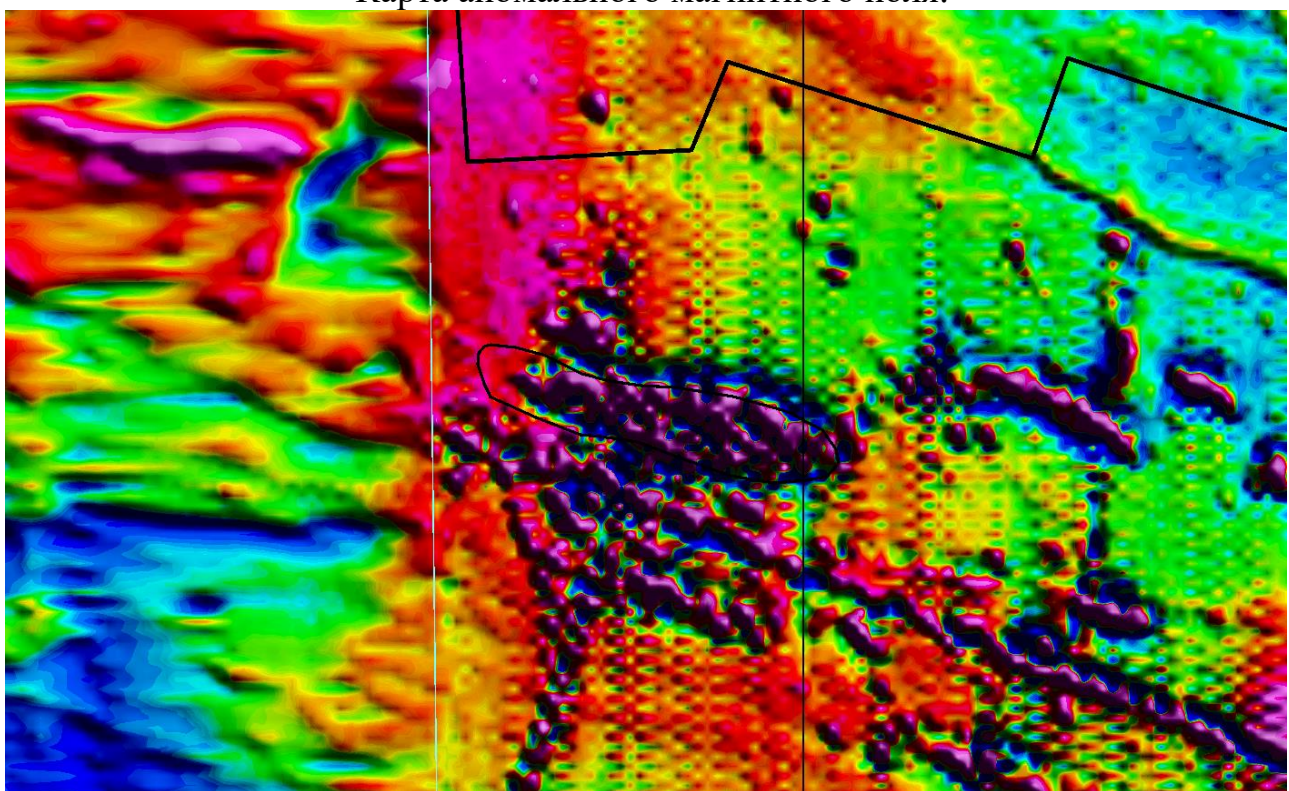
Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.



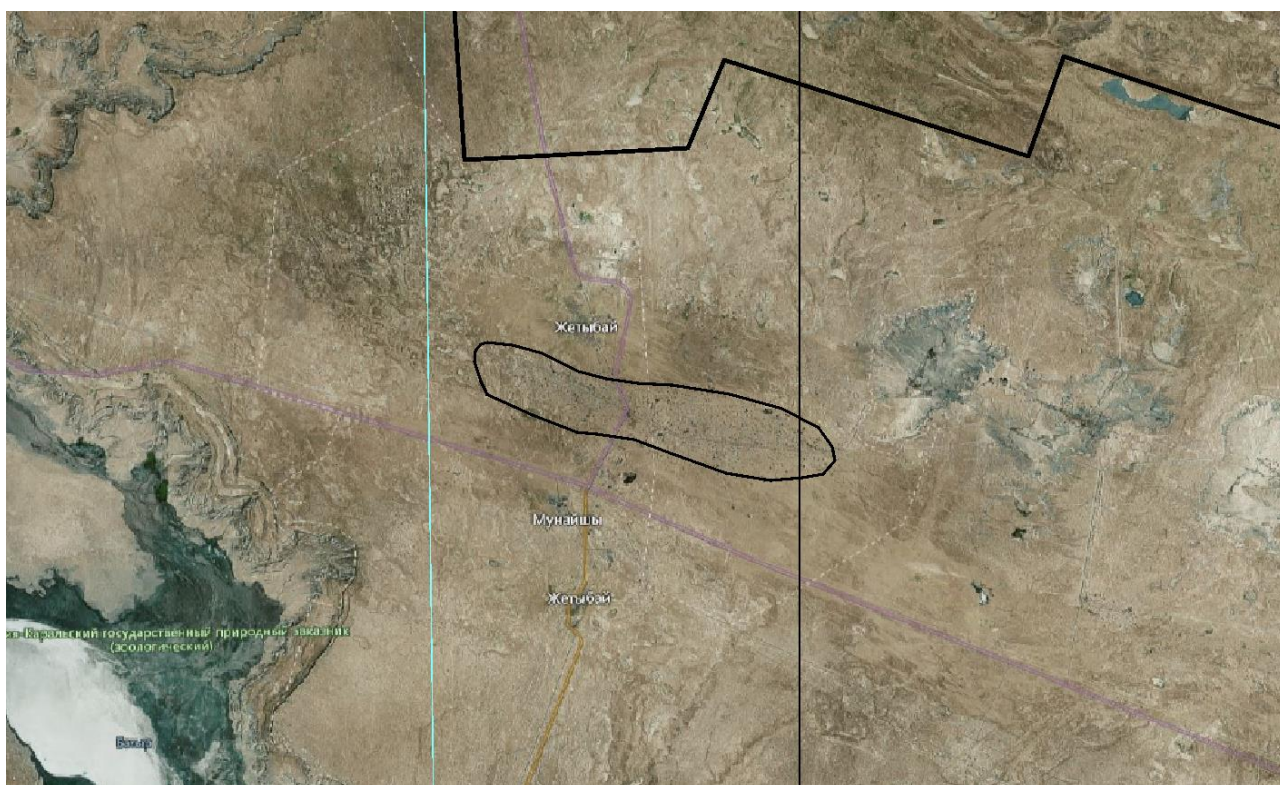
Карта горизонтального градиента аномалий силы тяжести.



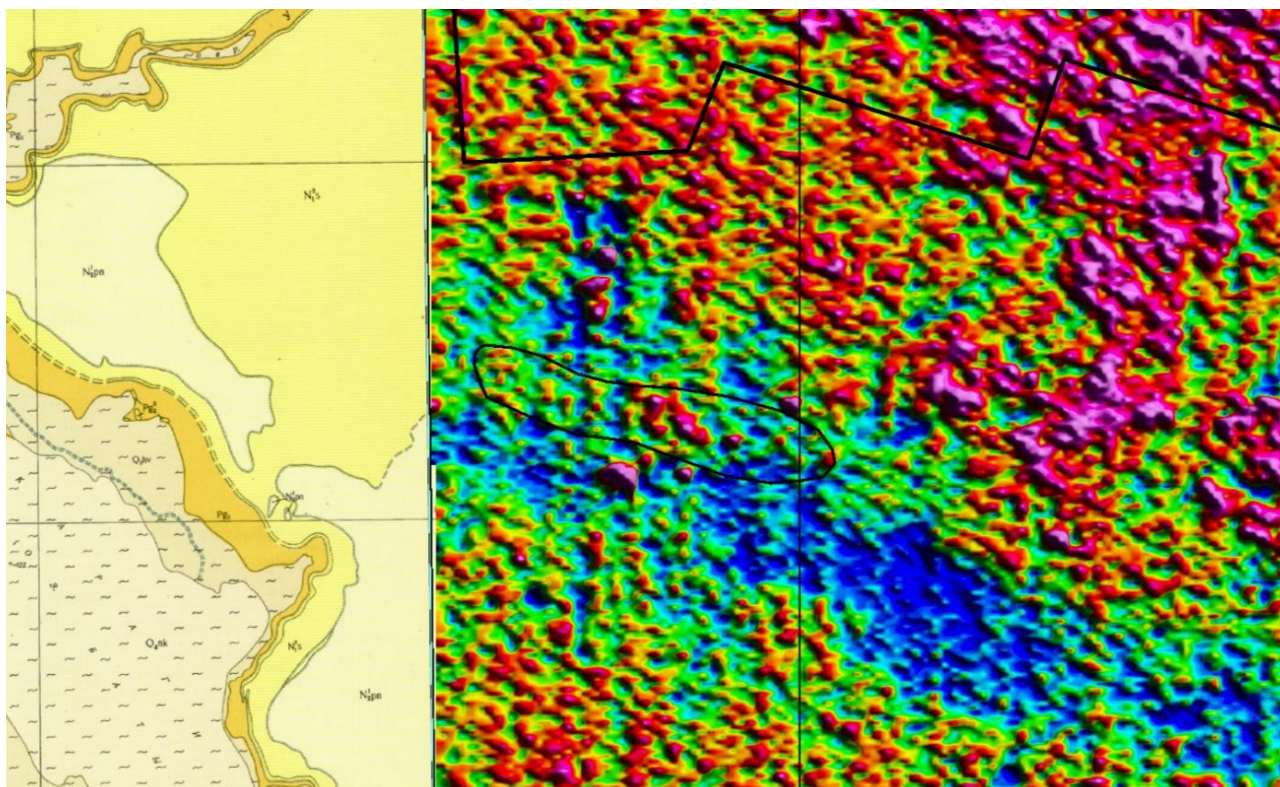
Карта аномального магнитного поля.



Карта вертикального градиента аномального магнитного поля.



Спутниковая карта месторождения Жетыбай.



Карта распределения содержания урана.

Месторождение Емир расположено в западной части Казахстана, в южной части Мангышлакского поднятия. Оно является одним из значимых объектов Жетыбай-Узенской нефтегазоносной зоны.

Месторождение Емир относится к Южно-Мангышлакской тектонической зоне, которая представляет собой структурное поднятие, осложнённое разломами:

- Главная структура месторождения – антиклинальная складка с вытянутым в северо-западном направлении сводом.
- Складка осложнена многочисленными разломами, которые формируют блоки, способствующие образованию структурных ловушек для углеводородов.
- Регион подвержен влиянию альпийских и герцинских тектонических процессов.

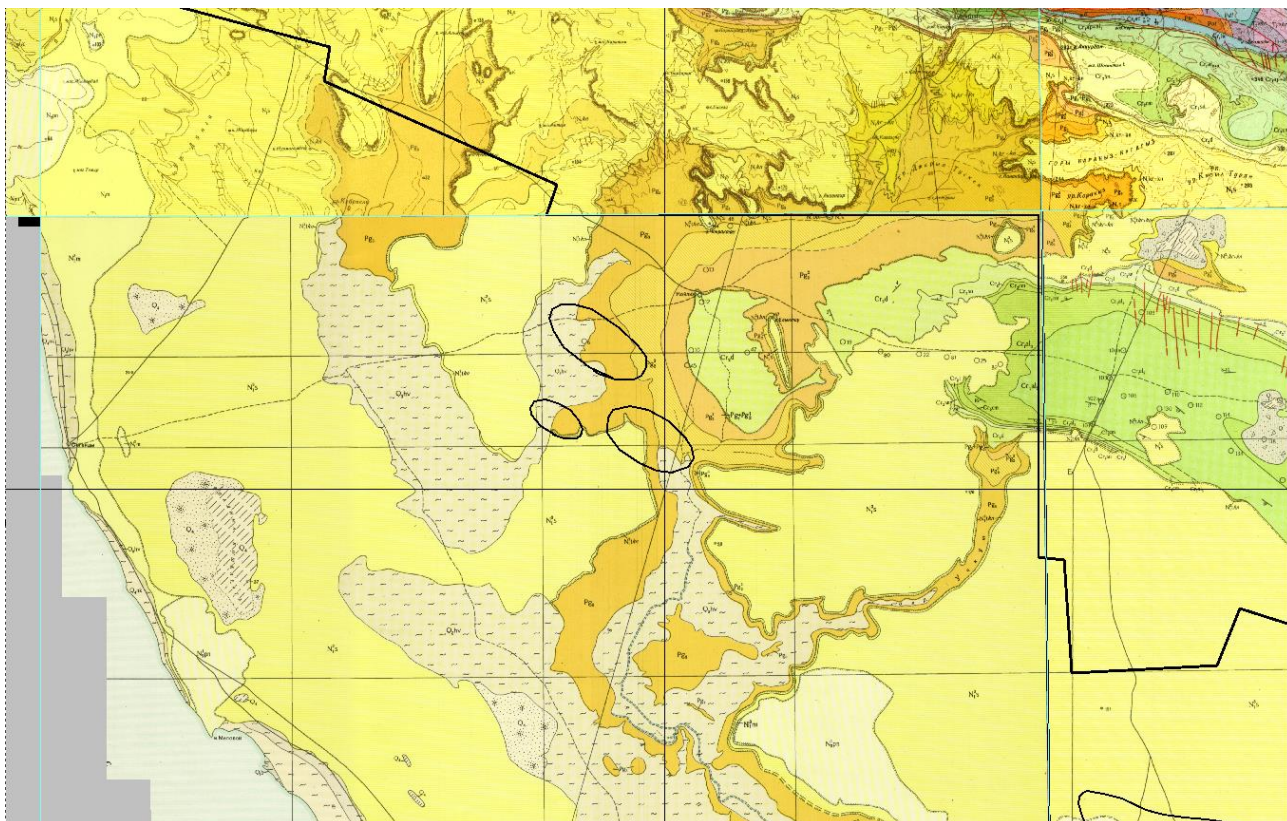
Стратиграфический разрез месторождения Емир включает породы от палеозоя до кайнозоя.

- **Палеозой:** Представлен вулканогенно-осадочными породами. Эти отложения залегают на значительных глубинах и не имеют промышленного значения.
- **Мезозой:** Основной нефтегазоносный комплекс.
 - **Юра:**
 - Нижняя юра: Представлена терригенными отложениями (песчаниками и глинами), которые являются основными коллекторами.
 - Средняя юра: Содержит слои песчаников, обладающих хорошими коллекторскими свойствами.
 - Верхняя юра: Преобладают глинистые породы, которые выполняют роль экранов для залежей.
 - **Мел:** Состоит из карбонатных и терригенных отложений. Включает дополнительные нефтегазоносные горизонты.
- **Кайнозой:** Представлен преимущественно аллювиальными и морскими отложениями.

Месторождение Емир характеризуется высокой нефтеносностью и множеством продуктивных горизонтов, главным образом в юрских и нижнемеловых отложениях.

- **Коллекторы:**
 - Терригенные песчаники юры с пористостью 20–25% и проницаемостью 50–300 мД.
 - Карбонатные породы мела, обладающие хорошими фильтрационно-ёмкостными свойствами.
- **Нефть:**
 - Низкосернистая, с высоким содержанием парафинов и смол.
 - Плотность варьируется от 830 до 870 кг/м³.

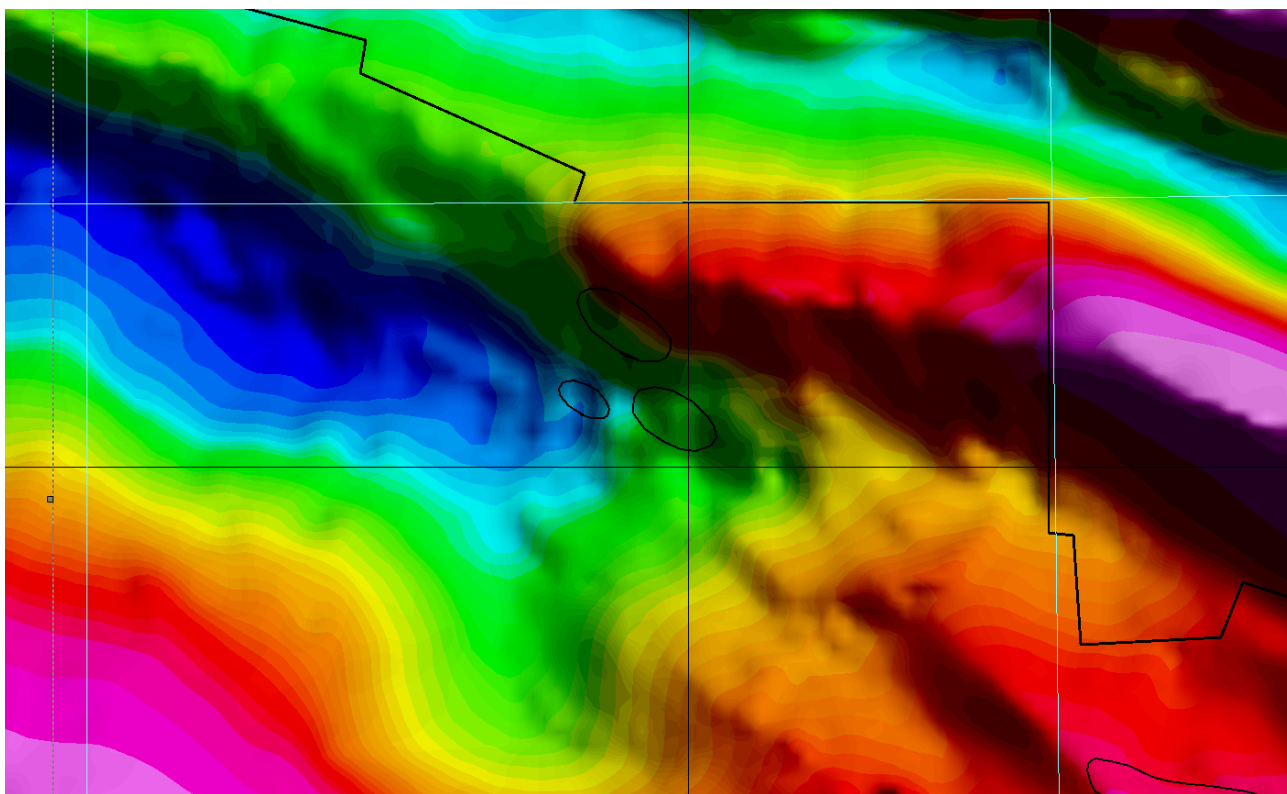
- Основная структура месторождения представляет собой антиклиналь, осложненную поперечными и диагональными разломами.
- Ловушки углеводородов имеют как структурный, так и литологический характер.
- Водонефтяные контакты четко выражены и располагаются на глубинах от 2 до 3 км



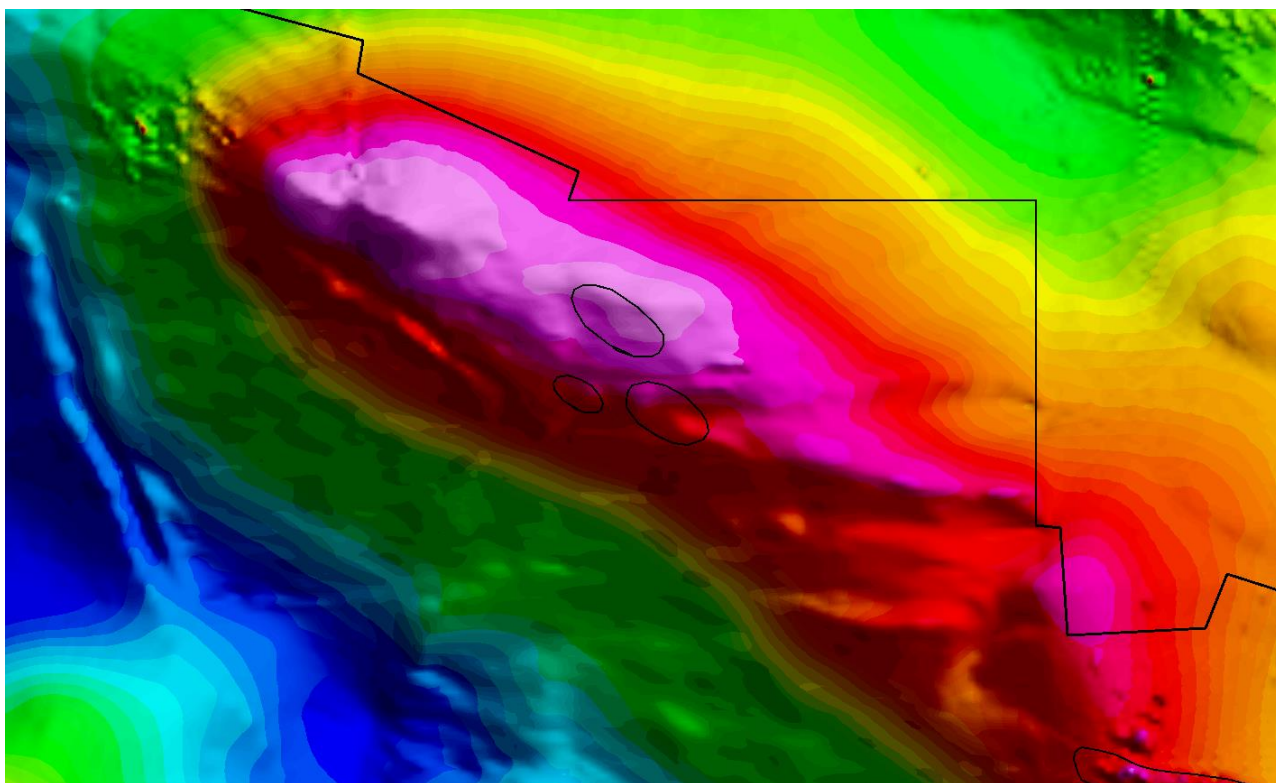
Геологическая карта.



Спутниковая карта месторождения Жетыбай.



Карта аномалий силы тяжести.

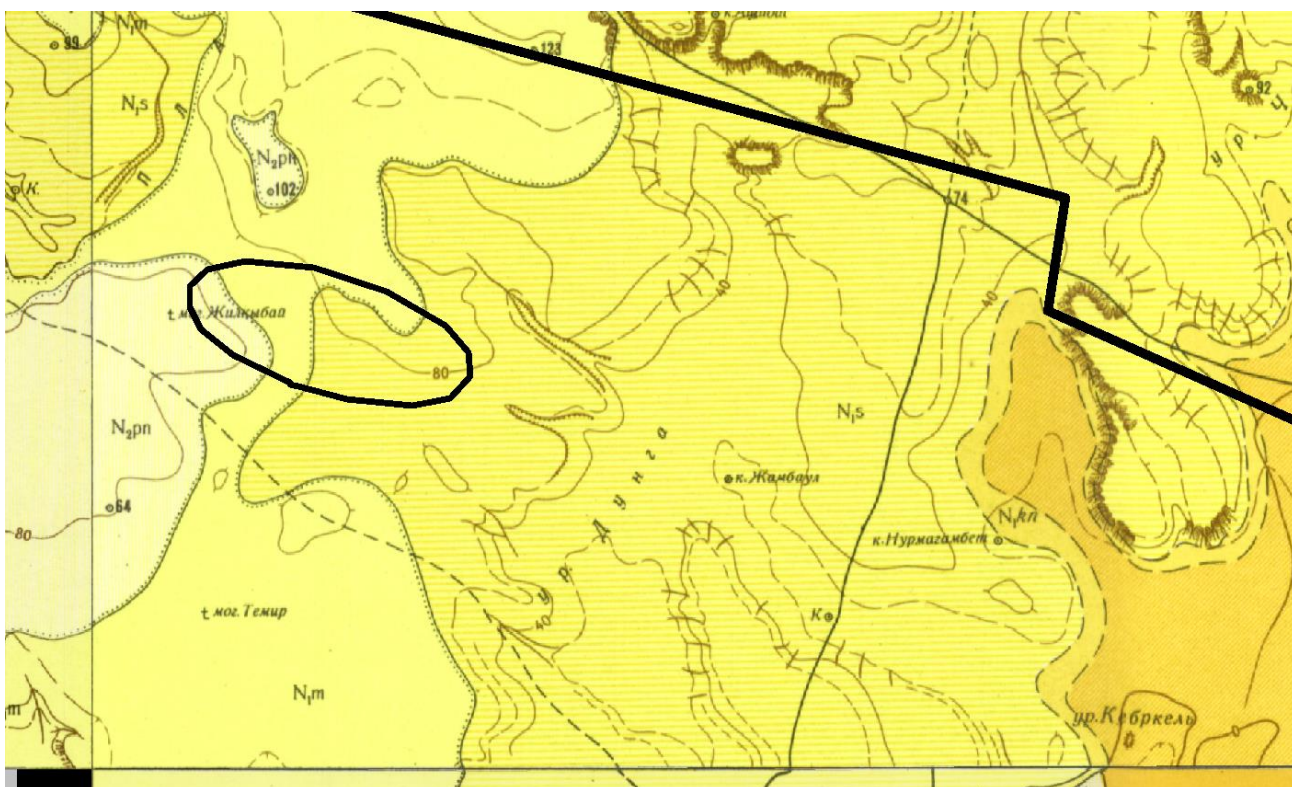


Карта аномального магнитного поля.

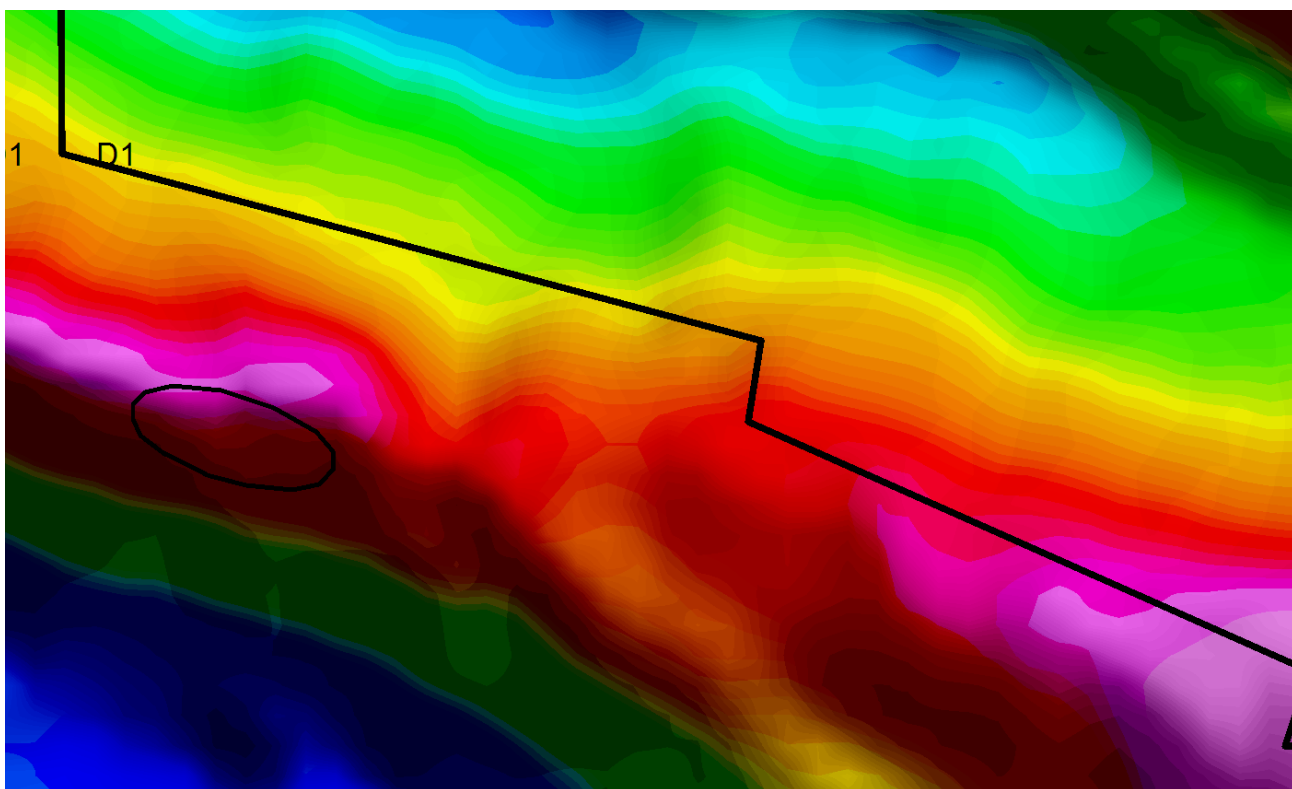
Структурно месторождение Дунга связано с тектонически ограниченными ловушками, расположенными на западной части переклиналильного погружения мезозойского вала. Эти ловушки формируют замкнутую структуру, выделяемую на уровне аптских отложений по изогипсе -1670 м. На территории месторождения выделяются четыре ловушки, которые постепенно понижаются к западу.

На основании сейсморазведки и переинтерпретации 3D-сейсмических данных удалось уточнить геологическое строение поднятий Жоласкан-Дунга-Еспилисай. Было установлено, что ранее предполагавшиеся тектонические разломы, указывающие на блочное строение поднятий, не подтверждаются. Систематические разломы в пределах этих поднятий не выявлены ни по данным вариационных наблюдений, ни по результатам сейсмоисследований. Исключения составляют малые тектонические нарушения, обнаруженные на выступе Жоласкан и в северо-восточной части исследуемой зоны. Наиболее детально изучено строение аптского яруса, что связано с разведкой и эксплуатацией нефтяных залежей, приуроченных к этим отложениям на месторождении Дунга.

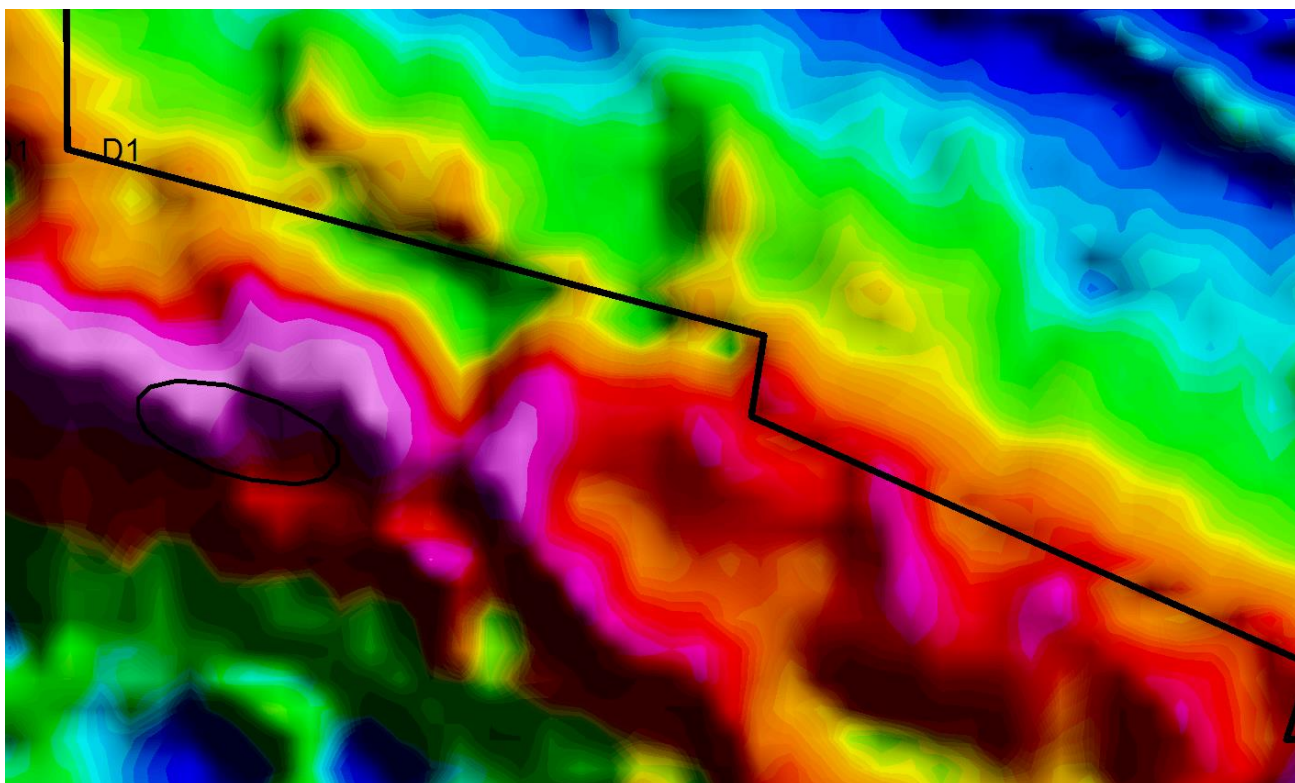
Ранее в пределах структуры Дунга по сейсмическим данным тектонические нарушения не фиксировались. Однако результаты опробования скважин позволили выделить два малоамплитудных разлома. Первый (F1) делит структуру на Западный и Восточный блоки, а второй (F2) отделяет её от поднятия Еспелисай.



Геологическая карта.

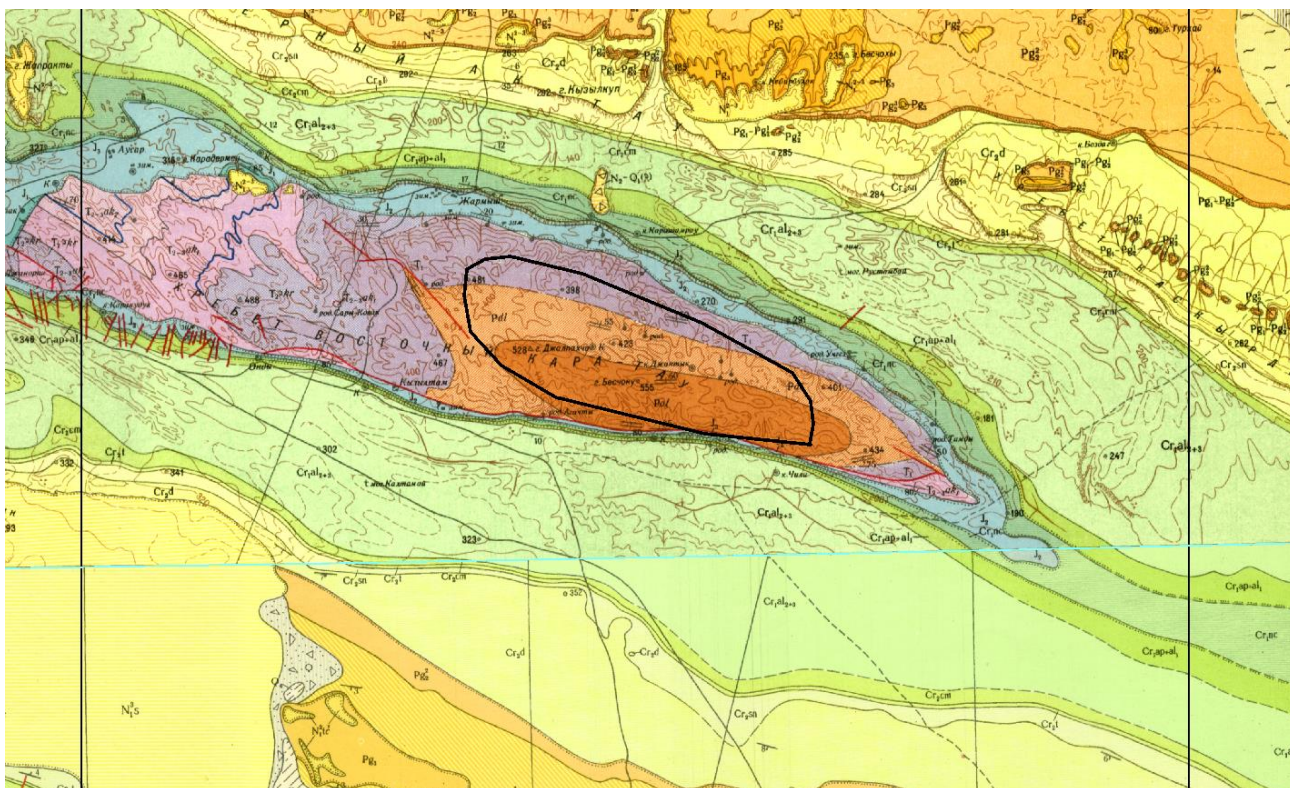


Карта аномалий силы тяжести.

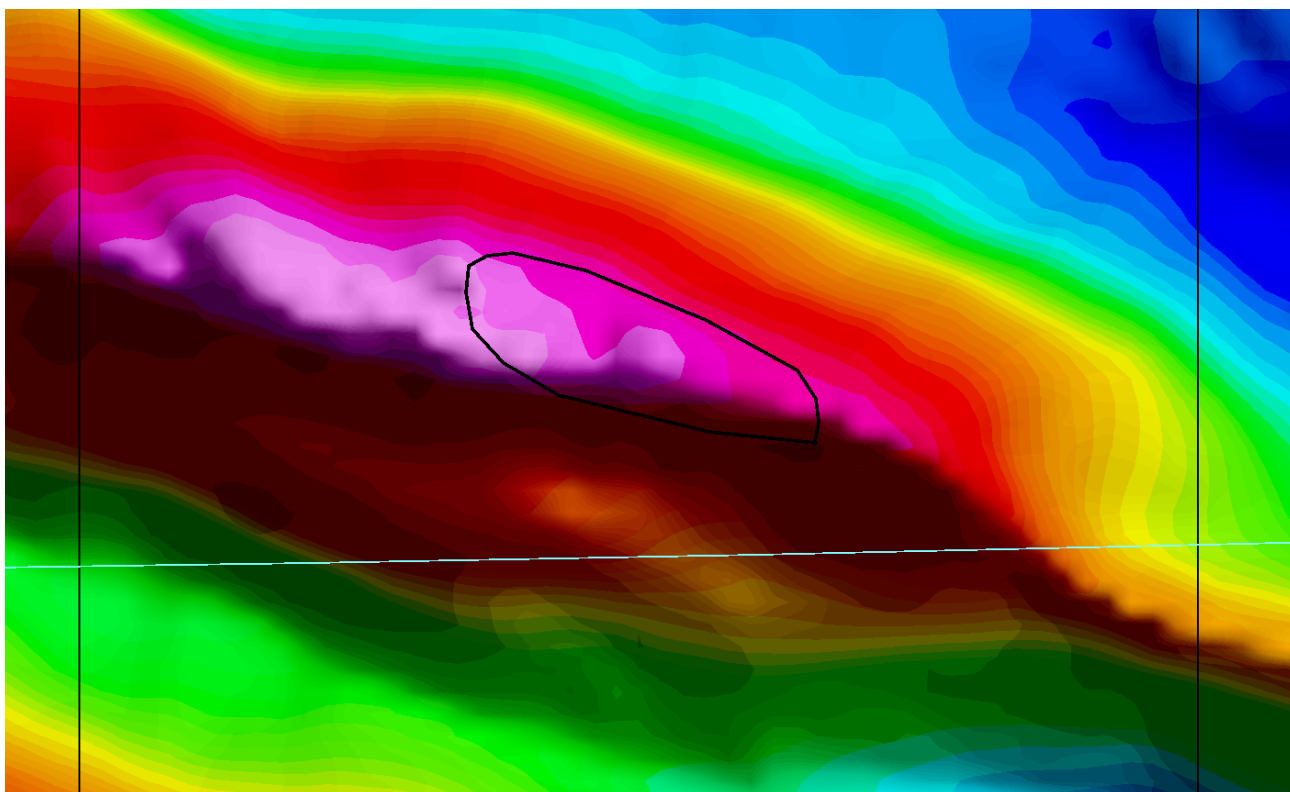


Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.

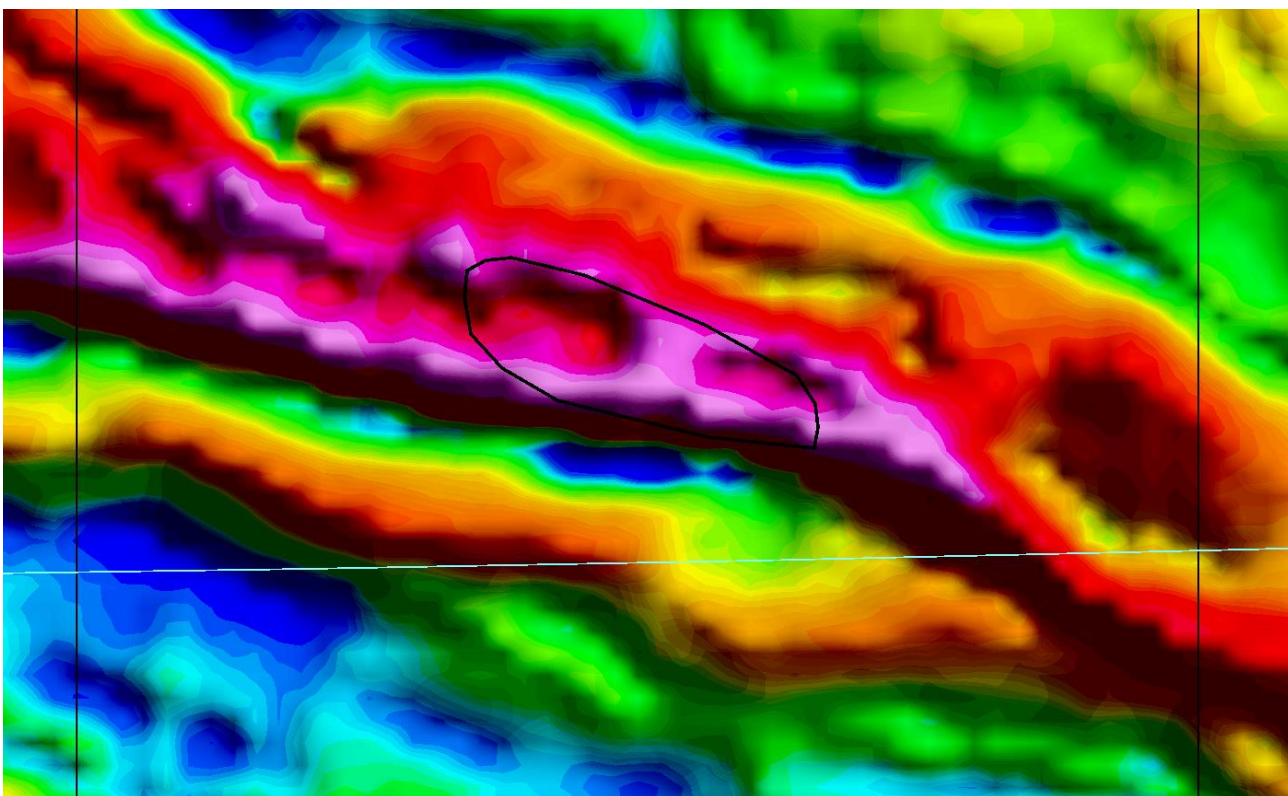
По данным магнитной съемки в центральной части хребта Восточный Каратау выделен магнитная аномалия соответствующий положению месторождения железных руд Бескемпир. Железные руды (лимонитовые руды) месторождения Бескемпир приурочены к подошве акмышской подсквиты и залегают отдельными линзами в почти вертикально стоящих пластах. Общая протяженность выходов рудных тел 7700 м, при средней мощности 7.8 м. Среднее содержание железа в руде 44.7%. Весьма ценно постоянное присутствие марганца (в среднем 1.82%), что делает эти руды природно-легированными марганцем. Малое содержание фосфора (0.07%) также относится к положительному качеству руды. Существенным минусом является высокое содержание серы (1.59%). На основе данных новой аэромагнитной съемки и анализа материалов ранее выполненных поисково-разведочных работ рекомендуется провести геолого-геофизическое объемное моделирование с оценкой вероятного объема железных руд.



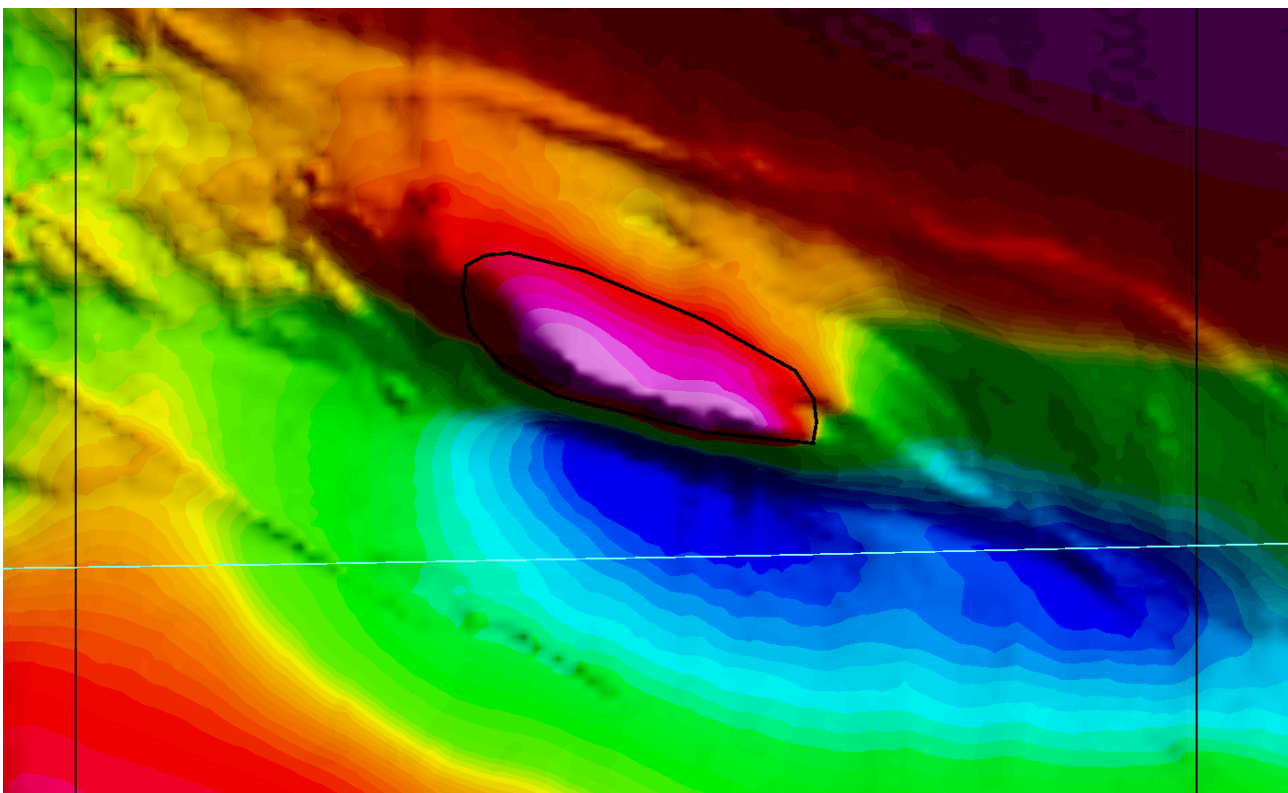
Геологическая карта.



Карта аномалий силы тяжести.



Карта вертикального градиента аномалий силы тяжести.



Карта аномального магнитного поля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геофизические исследования проведены с применением наиболее передовых технологий, современных программных и аппаратных средств, соответствующих отраслевым стандартам мирового уровня. Качество выполненных геофизических работ соответствует действующим инструктивным требованиям.

В результате выполненных геофизических работ исследуемая территория была полностью обеспечена современными цифровыми материалами высокого качества (масштаб 1:50 000) по гравиметрическим, магнитометрическим и гамма-спектрометрическим данным. Работы включали магнитотеллурические исследования, проведенные по линиям региональных интерпретационных профилей, что позволило получить геоэлектрическую характеристику осадочного чехла и фундамента.

На основе новых геофизических данных и фондовых материалов были сформированы сводные цифровые массивы аномалий силы тяжести, аномального магнитного и гамма-спектрометрического полей. Анализ этих данных, совместно с геологической информацией, позволил углубить понимание эффективности различных геофизических методов при решении геологических задач. Каждый метод продемонстрировал свою уникальную роль, дополняя другие и предоставляя ценную информацию для уточнения геологических границ, картирования глубинных структур, решения поисковых задач и других целей.

Низкочастотная составляющая магнитного поля отражает элементы регионального уровня, такие как Сарматско-Туаркырская рифтовая система, Северо-Устьюртская синеклиза и трансрегиональные сдвиги. Эти элементы проявляются крупными аномалиями с незначительными горизонтальными градиентами.

Среднечастотная составляющая магнитного поля связана с элементами внутреннего строения структур, включая Северо-Устьюртскую впадину, Байчагырский свод и Южно-Бозашинскую впадину.

Высокочастотная составляющая магнитного поля отображает линейные складчатые системы, включающие синклинальные и антиклинальные структуры, обусловленные фазами складчатости.

Распределение радиоактивных элементов в приповерхностных горизонтах зависит от геоморфологического и геологического строения. Эти поля дают ценную информацию для картирования пород различного литологического состава и стратиграфической принадлежности.

Региональная составляющая аномалий силы тяжести выделяет крупные элементы, такие как Байчагырское поднятие, Бозашинский выступ и Кызан-Токубайское поднятие.

Среднечастотная составляющая аномалий силы определяет элементы второго порядка, включая Тюбкараганский мегавал, Беке-Башкудукский вал, Жетыбай-Озенскую структурную ступень и другие.

Высокочастотная составляющая аномалий силы выявляет малоамплитудные элементы осадочного чехла.

Высокоомный комплекс пород в основании разреза, соответствующий кристаллическому фундаменту и складчатому палеозою.

Сопротивлением от 2–3 до 10–12 Ом·м, ассоциируется с метаморфическим и доплитным комплексами.

Высокопроводящий, состоит из песчано-глинистых юрско-меловых пород и карбонатных образований палеоген-неогенового возраста.

Эти результаты подчеркивают важность интеграции геофизических методов для построения комплексных моделей и решения геологических задач.

Список использованных источников

Опубликованные материалы

1. Боранбаев А. Краткая литолого-стратиграфическая характеристика территории Мангистауской нефтегазоносной области. (Методическое пособие для геофизиков и геологов при стратиграфической увязке основных отражающих сейсмических горизонтов). 2003.
2. Исхаков Б. Л., Калмыков В. А. Инструкция по организации и проведению геологического доизучения масштаба 1:200 000. Комитет геологии и недропользования МЭМР РК, Кокшетау 2002.
3. Методическое руководство по проведению гравиметрических исследований при геологоразведочных работах. Комитет геологии и недропользования МЭМР РК, Астана 2008.
4. Турков О.С. и др. Атлас нефтяных и газовых месторождений. ОО «Казахстанское общество нефтяников-геологов (КОНГ)», Алматы, 2020.
5. Шнейдер И. Ю. и др. Гравиметрическая карта. Масштаб 1:200 000. Лист L-39-XXXV. Объяснительная записка. Казахское производственное геологическое объединение по геофизическим работам, Москва, 1989.
6. Шнейдер И. Ю. и др. Гравиметрическая карта. Масштаб 1:200 000. Лист K-39-V. Объяснительная записка. Казахское производственное геологическое объединение по геофизическим работам, Москва, 1990.
7. Шнейдер И. Ю. и др. Гравиметрическая карта. Масштаб 1:200 000. Лист L-39-XXXIV. Объяснительная записка. Специализированное гравиметрическое предприятие, Алматы, 1999.

Фондовые материалы

8. Акчулаков У. А. (Руководитель проекта) и др. Отчет «Комплексное изучение осадочных бассейнов РК» за 2009-2011 гг. (Устюрт-Бозашинский бассейн, Мангышлакский бассейн). АО «КИНГ», Астана, 2012.
9. Гребенщикова О. Э. и др. Отчет о результатах работ по объекту: «Наполнение банка данных цифровой геологической информацией. Наполнение гравиметрического банка данных по территории Республики Казахстан» за 2016 год, РГП «СГП», Алматы, 2016.
10. Коврижных П. Н. Отчет. Услуги вспомогательные по исследованию нефтяных месторождений. Переобработка и переинтерпретация в пределах западной части контрактной территории, прилегающей к месторождениям Узень – Карамандыбас. ТОО «НПЦ «Геокен», ТОО «Геомедж KZ», ТОО «Ларгео Энерджи», ТОО «Петролеум Гео Сервисез (Казахстан)», Алматы, 2013.

ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На магистерскую диссертацию магистранта Қален Ералы
шифр и наименование ОП: 7М07206 – Геология и разведка месторождений твердых
полезных ископаемых

Тема: «Эффективность геофизических методов при решении геологических задач на
площади Южного полуострова Мангистау»

Магистерская диссертация Қален Ералы посвящена актуальной научно-практической задаче — анализу эффективности применения различных геофизических методов для решения геологических задач на территории Южного полуострова Мангистау. Работа отличается высоким уровнем теоретической и методологической проработки, а также практической значимостью для геологоразведочных исследований.

В рамках исследования автор провел обширный анализ геологической и геофизической изученности территории, рассмотрел физико-географические условия района, а также представил детализированную характеристику геологического строения. Магистрант успешно обосновал выбор методов аэрогеофизической съемки, гравиметрических и электроразведочных работ, а также предложил подходы для их комплексного использования.

Основными достоинствами работы являются:

1. **Комплексный подход** к анализу данных, включающий использование цифровых моделей и современных программных средств.
2. **Тщательность методики** выполнения полевых и камеральных работ, что позволило получить надежные и воспроизводимые результаты.
3. **Практическая значимость** результатов для повышения эффективности геофизических исследований и их использования при прогнозировании перспективных участков для разработки.

Следует отметить, что магистрант самостоятельно продемонстрировал высокий уровень владения материалом, провел анализ геофизических данных, применил методы интерпретации, позволившие выявить основные особенности строения района. Достоверность результатов подтверждается использованием актуальных данных и современных методов обработки.

Структура и содержание работы полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям. Работа написана грамотно, изложение логично, результаты исследований представлены в виде таблиц, графиков и карт, что облегчает восприятие информации.

Диссертация Қален Ералы является самостоятельным исследованием, имеющим научную новизну и практическую ценность. Ее результаты могут быть использованы при решении задач по доразведке месторождений, геологическому моделированию и проектированию дальнейших исследований.

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»

Магистрант продемонстрировал высокий уровень теоретической подготовки, владение современными методами исследований и способность решать сложные научные задачи.

Работа **рекомендуется к защите**, а ее автор достоин присуждения академической степени магистра по образовательной программе **7M07206 – Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых**.

Научный руководитель:
доктор Ph.D., Амралинова Б.Б.
(подпись)

«16» 09 2025 г.



СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Кален Ералы

Магистранта, обучающегося по образовательной программе «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» кафедры «Геологическая съемка, поиск и разведка месторождений полезных ископаемых» Института «Геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова» Казахстанского Национального Исследовательского Университета им. К.И. Сатпаева

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	Исторический обзор гравиметрических работ в Казахстане	Статья	Международный научный журнал «GEODESY AND CARTOGRAPHY»	12	Sermiagin R. A.
2	Dataset from Scintrex CG-5 gravity meters acquired at the Zhetygen calibration line in Kazakhstan	Статья	Международный научный журнал «Elsevier»	10	Sermiagin R. A.

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ

Байсалова А.О.

Научный руководитель

Амралинова Б.Б.

Магистрант

Кален Е.