

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Специальность Технология геологической разведки
Кафедра Геофизики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы				
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА НА ДУЛАНСКОЙ ПЛОЩАДИ (МОНГОЛИЯ)				

УДК 553.495:550.83(517)

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2212	Сансар Отгонбаяр		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лобова Г.А.	д. г.-м. н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По геологической части

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Поцелуев А.А.	д. г.-м. н		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочеткова О.П.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Исполняющий обязанности	Гусев Е.В.	к. г.-м. н		

Томск – 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 21 рис., 7 табл., 15 источников, 2 прил.

Ключевые слова: месторождение урана гидрогенного типа, комплекс геофизических исследований, Сайшандинская свита, Гобийская урановорудная провинция, Дуланская площадь.

Объектом исследования являются терригенные отложения Сайншандинской свиты нижнего мела, с которыми связаны залежи урана гидрогенного типа в пределах Гобийской урановорудной провинции.

Цель работы состоит в подготовке проекта на проведение комплекса геофизических исследований на перспективной Дуланской площади с целью открытия месторождения урана.

В процессе исследования проводились: анализ геолого-геофизической изученности перспективной территории, изучение тектонического строения, литологии и стратиграфии геологического разреза, построение физико-геологической модели рудного тела в нижнемеловых отложениях Сайшандинской свиты.

В результате исследования выбран комплекс геофизических методов и предложена методика и техника проведения поисковых работ с целью оконтуривания урановой залежи. Проведены экономические расчеты и определены затраты на выполнение комплекса запроектированных геофизических исследований с учетом ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Рассмотрены меры по охране окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Область применения данной работы имеет важное народнохозяйственное значение и может быть рекомендована геолого-разведочным организациям, планирующие проводить поисковые работы на уран, а также потенциальным инвесторам.

Экономическая эффективность работы определяется ее направленностью на расширение минерально-сырьевой базы урана Монголии.

Определения, обозначения, сокращения

eUppm – эквивалентная урановое содержание г/т (ppm 10^{-6})

ohm*m – ом*м

K_{pp} – коэффициент радиоактивного равновесия

Roll front – месторождение урана гидрогенного типа

Cps - count per second

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	8
1	ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1	Географо-экономический очерк района работ.....	9
1.2	Геолого-геофизическая изученность района.....	11
1.3	Геологическое строение района.....	17
1.3.1	Тектоника	17
1.3.2	Стратиграфия.....	21
1.3.3	Полезные ископаемые района	26
1.3.4	Гидрогеология	28
1.4	Физические свойства горных пород и руд и петрофизические комплексы.....	29
1.5	Анализ основных результатов геофизических работ прошлых лет.....	31
2	ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	38
2.1	Выбор участка работ.....	38
2.2	Априорная ФГМ объекта и задачи работ.....	39
2.3	Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	42
2.4	Методика и техника полевых работ.....	43
2.5	Метрологическое обеспечение проектируемых работ.....	50
2.6	Топографические работы.....	51
2.7	Камеральные работы.....	53
2.8	Интерпретация геофизических данных.....	57
3	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	
4	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	35
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	36

ВВЕДЕНИЕ

Около 95% мировых запасов урана сосредоточено в 11 государствах, в том числе Евро-Азиатского региона (Украина, Россия, Казакстан, Узбекистан, Монголия, Китай). Необходимое сокращение ожидаемого дефицита между производством урана и его потреблением делает перспективной задачу оценки состояния минерального-сырьевого потенциала урана и вовлечение в отработку всех известных урановых месторождений Центральной Азии. Одним из реальных экспортеров природного урана в ближайшее время может стать Монголия, обладающая разведанными запасами и высокими прогнозными ресурсами. Дальнейшее расширение минерально-сырьевой базы урана Монголии и ее практическое использование имеют важное народнохозяйственное значение для страны, а планируемые исследования *актуальными*.

Цель дипломного проекта – продемонстрировать приобретенные универсальные и профессиональные компетенции, полученные за время обучения в университете, на примере составления проекта геофизических исследований при поисках урана на одной из перспективных областей Монголии.

Задачей проекта является построение физико-геологической модели залежи урана на основе анализа проведенных ранее геолого-геофизических исследований и выбор комплекса геофизических исследований для постановки поисков урана на перспективной Дуланской площади.

Наибольший интерес представляют месторождения урана гидрогенного типа, для которых характерны малые затраты при поисках и разработке, что может привлечь инвесторов для проведения геолого-разведочных работ и дальнейшей эксплуатации месторождений урана. К залежам такого типа относится открытое месторождения урана Зоовч-Обоо в Гобийской урановорудной провинции.

Дуланская площадь находится в пределах Восточно-Гобийского перспективного района, расположена в непосредственной близости к открытому месторождению и имеет идентичные геологические условия.

Для выполнения дипломной работа привлечены фактические данные, собранных на производственной и преддипломной практиках на предприятии «Гучингийн Алт» ХХК (Монголия), а также опубликованные материалы.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Географо-экономический очерк района работ

В административном отношении Дуланская площадь расположена в юго-восточной части Дорноговской области Уланбадрахского района (рис.1). Расстояние до ближайшего населенного пункта г. Сайншанд, крупного железнодорожного узла на трассе Трансмонгольской железной дороги, составляет 85 км. Здесь же проходит автомобильная дорога с твердым покрытием, по которой доставляется оборудование и грузы для снабжения геолого–геофизической экспедиции. Дальнейшая доставка грузов производится автомобильным транспортом по грунтовым дорогам.



Рисунок 1 – Административная карта Монголии. Красным прямоугольником показан район исследования [1]

Географически район исследований расположен на юго-востоке Монголии в пределах пустынного плоскогорья Гоби, с мелкогорным рельефом и абсолютными

отметками 723-870 м (рис. 2). Самой высокой точкой является гора “Дулаан хар уул” с абсолютной отметкой 870 м. В пределах территории исследования отсутствуют естественные водоемы. Однако, в 6-ти км от участка работ, есть оазис с кристально чистым водным источником.

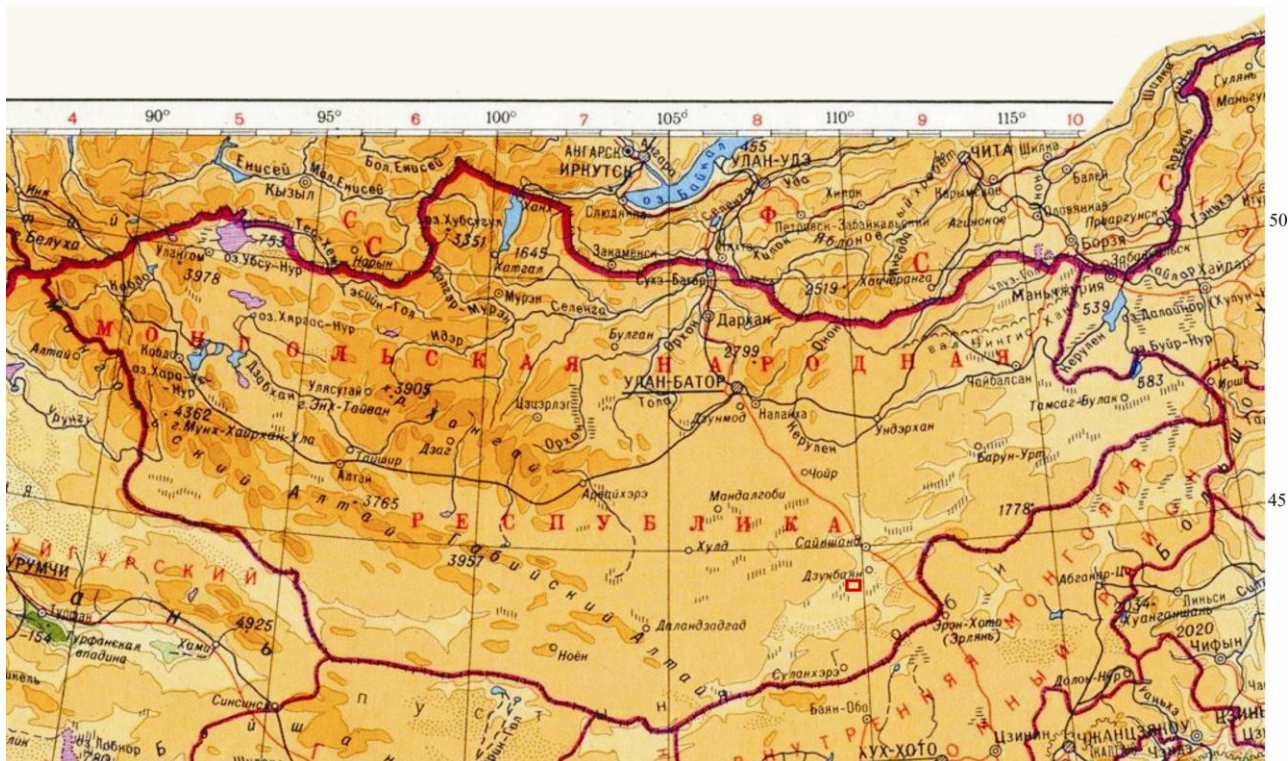


Рисунок 2 – Место положения района исследования на географической карте Монголии показано красным квадратом [2]

Климат на территории исследования аридный, с постоянными засухами и песчаными бурями, что создаёт неблагоприятные жизненные условия для населения. Температура воздуха летом поднимается здесь до плюс 40 °С, а зимой опускается до минус 40 °С. Продолжительность холодного периода длится с ноября по апрель. Количество осадков в зимний период составляет около 13 мм, причем основная часть их падает на февраль месяц (8,7 мм). Среднемесячная скорость ветра составляет примерно 4,3-4,8 м/сек. Основное направление ветров - северо-восточное, а для июня - северное.

По условиям трудности при выполнении геолого-геофизических исследований район работ относится к V категории.

1.2 Геолого-геофизическая изученность района

Наиболее ранние сведения о геологическом строении Монголии относятся к концу 19-ого началу 20-ого века и связаны с именами Г.Н. Потанина (1876г.), В.А. Обручева (1892г.), Ч. Эндрюс (1922-1924 г.), В.К. Чайковского (1935-1936 гг.). Первые геологические сведения о наличии в районе Дулаан уул приводятся в работе В.К. Чайковский, который в 1935-1936 годах при маршрутных исследованиях в районе сделал топографическую карту в масштабе 1:200000.

Геологическая изученность территории Монголии крайне неравномерна. От первых региональных маршрутов русских исследователей Азии до настоящего времени площадными геологическими съемками в комплексе с поисками масштаба

1:50000 покрыто немногим более 24% территории страны, геологической съемкой масштаба 1:200000 – 99%, остальная часть закартирована в масштабах 1:1000000-1:500000. Аэромагнитная съемка масштаба 1:200000 проведена на 57,5% территории, гравиметрическая съемка масштаба 1:200000-1:100000 охватывает лишь крупные впадины на юге страны. Относительно более изученной к настоящему времени является территория Восточной Монголии.

Результаты проведенных к началу 70-х гг. геологоразведочных и научно-исследовательских работ на территории Монголии были обобщены Н.А. Мариновым и Р.А. Хасиным со авторами в трехтомной монографии «Геологическое строение МНР». Под редакцией этих же авторов изданы геологическая карта МНР (1972) и карта полезных ископаемых (1973г.) масштаба 1:1500000. К 1975г. составлены геологическая структурно-формационные карты Восточной и Центральной Монголии масштаба 1:1500000 (Благонравов, Борзаковский); на их основе составлены прогнозно-металлогенические карты на золото, вольфрам, олово, флюорит (Н.А. Маринов, Р.А. Хасин, 1976-1980-е гг.). В 1980г. изданы прогнозно-металлогенические карты МНР масштаба 1:1500000 на медь, свинец (С.Доржготов) и золото (Г.Дэжидмаа). В результате проведенных геологоразведочных работ получен большой фактический материал по стратиграфии, магматизму, металлогении Монголии, выявлены многочисленные месторождения и рудопроявления полиметаллов, меди, олова, вольфрама, флюорита, золота, бурого угля и других полезных ископаемых. Можно высказать уверенность, что дальнейшие планомерные

геологические исследования территории Монголии позволят вывести ее в ряд стран мира, наиболее богатых минеральными ресурсами.

На фоне относительно слабой геологической изученности и фрагментарного опробования территории страны на отдельные виды полезных ископаемых информация об ураноносности Монголии выделяются два периода.

Первый период начался в 1948 г. ревизионными работами Восточной геологической экспедиции Мингео СССР (1946-1970 гг.) (рис.3). На первом этапе исследования попутно с плановыми геологоразведочными работами Восточной экспедиции. Они оказались малоэффективными.

В работах Восточной экспедиции участвовали Г.Я. Бородаев, В.А. Бобров, И.Г. Бондаренко, А.И. Бутахин, Н.А. Волков, Г.С. Зорин, С.Н. Кондаков, А.А. Кулеш, Н.А. Маринов, П.С. Матрасов, О.М. Мясковский, В.Н. Попов, К.П. Столбков, В.А. Устинов, Л.И. Федорович, Н.И. Хомизури и др.

Геологоразведочными работами первого этапа крупных месторождений урана не обнаружено, что связано с весьма скромными ассигнованиями, выделявшимися на эти цели недостаточной глубиной поисков, слабой лабораторной базой. Однако пунктов проявлений урановой минерализации на территории Монголии найдено много. По генезису они принадлежат к двум этапам-экзогенному и эндогенному (гидротермальному). Были установлены повышенные содержания урана в буровых углях раннемелового возраста на Дзундулакском, Баинбулакском, Сухэбатарском, Ульдзуйтинском и других угольных месторождениях, а также Тумэн-Цогтинском редкометальном месторождении.

В 1955-1959 гг. В.А. Бобровым, Н.А. Волковым и др. в терригенных отложениях Чойренской впадины были установлены проявления урана, приуроченные к пластам бурых углей. Проведенные поисково-оценочные работы позволили сделать заключение об отсутствии здесь масштабного оруденения. С 1959 г. группой советских специалистов, оказавших техническую помощь при проведении поисково-оценочных работ на уран, руководил С.Н. Кондаков. Аэропартия под его руководством обнаружила ряд новых проявлений урана в угленосных отложениях Нилгинской, Ульдзуйской и Чойринской впадин. Формирование в северной части Ульдзуйтинской впадины Сульджур-Худукского и Шанда-Булакского проявлений связывалось геологами партии с зонами окисления на контактах пластов угля раннемелового возраста. Урановая минерализация отмечалась только в угольных

пластах и отсутствовала во вмещающих породах и породах, слагающих борта и фундамент межгорных впадин. Площади развития урановой минерализации в плане имеют вид изолированных струй, полос и пятен, приуроченных главным образом к головной, наиболее приподнятой части одного из угольного пластов, завершающих разрез. По мере погружения ураноносного пласта концентрации урана, как правило постепенно уменьшаются и в зоне выклинивания практически исчезают. Урановая минерализация наблюдались как выше, так и ниже современного уровня грунтовых вод, но почти всегда в наиболее приподнятых участках угольных пластов.

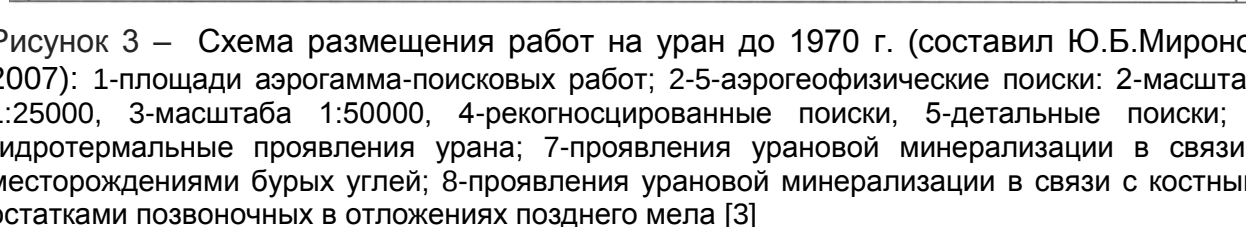
Восточной геологической экспедицией за время ее деятельности открыто семь мелких месторождений и рудопроявлений урана экзогенного типа. Однако ни одно из них, из-за незначительных масштабов оруденения и низких содержаний урана в рудах, не являются промышленным. Более подробное описание и классификация руд этих объектов ниже.

Н.И. Хомизури изучил радиоактивность пегматитов, широко распространенных на территории Монголии. Он пришел к заключению, что эти образования при наличии в них урана и тория могут давать крупные скопления, но лишь немногие из них образуют концентрации, заслуживающие дальнейшего изучения (пегматитовые тела Горихо Цаган-Обо). В структурном отношении наиболее благоприятными являются зональные пегматиты, в которых радиоактивные элементы обособляются в небольшие зоны.

Наиболее перспективны, по его заключению, на открытые новых проявлений урановой минерализации- дифференцированные гранитные тела, а менее благоприятны- межпластовые и малые интрузии гипабиссального характера. Содержание урана в шести изученных полях пегматитов редко превышало 0,03%.

В.А. Бобров по наблюдениям на Туманцогтинском рудном поле отмечает, что установленная здесь урановая минерализация приурочена к трещенным зонам, секущим кварц-вольфрам-молибденовые жилы. В юго-западном Прихубсугулье на Арагольском рудопроявлении было выявлено урановое оруденение, связанное с флюоритовыми прожилками и гидротермально измененными известняками. Проведенными ревизионными работами были установлены незначительные масштабы уранового оруденения этого типа.

Д.И.Федорович, наблюдавший редкометалльные рудопроявления Сайхан-Ульской зоны (Югодзырская площадь), указывал, что радиоактивная минерализация



Из полученных материалов следовало, что формирование урановой

и эпигенетического перераспределения его впоследствии грунтовыми и поверхностными водами. Факторами способствующими протеканию этих процессов, являются наличие в разрезе отложений углей и углистых пород с большой восстановительной емкостью, высокая проницаемость осадочных отложений и их благоприятный гранулометрический состав. Таковы краткие результаты работ Восточной геологической экспедиции по поискам урановых месторождений. Итоги исследований ранее публиковались. В последующие годы попутные поиски урана при геолого-съемочных работах проводились в небольших объемах геологами Министерства топливно-энергетической промышленности Монгольской Народной Республики (Ш.Хуртц и др.). Второй период изучения ураноносности Монголии связан с масштабным специализированными работами, межправительственным соглашением между СССР и МНР « О проведении в МНР поисково-разведочных работ на уран» от 9 июня 1970г. (рис.4).

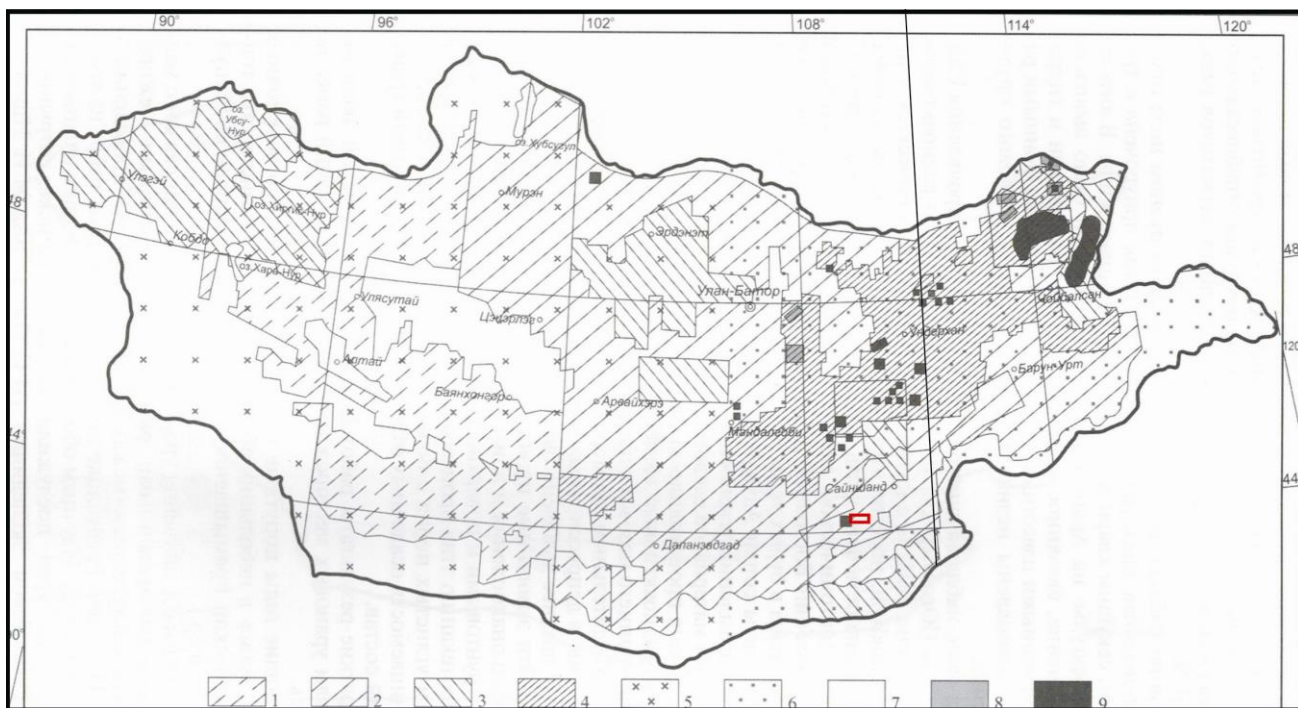


Рисунок 4 – Схема размещения работ на уран МГСЭ (1970-1991):

1-4-аэрогамма-спектрометрические работы: 1-масштаба 1:1000000, 2-масштаба 1:200000, 3-масштаба 1:50000, 4-масштаба 1:25000, 5-масштаба 1:1500000, 6-масштаба 1:1000000, 7-масштаба 1:200000, 8-9-геологическое картирование и поиски: 8-масштаба 1:50000, 9-масштаба 1:25000 [4]

Научным обоснованием постановки специализированных работ на уран послужила докладная записка сотрудников ВСЕГЕИ и Сосновской экспедиции (И.С.Ожинский, М.И.Ициксон, П.А.Строна, О.Н.Шанюшкин, Г.А.Шатков).

В 1947-ом году экспедиция «Монголнефть» провели поисково-разведочную работу.

В 1950 году Блохин П.А. проходил по маршруту района Баин-Монгол, в результате работ были построены геологические карты в масштабе 1:50000.

В 1981 году Южная партия под руководством Шмелева Ю.С. выполнила аэрогеофизическую съемку. Проведена радиометрическая съемка в масштабе 1:50 000, 1: 200 000. Построены карты гамма-поля, содержания урана (радия), тория и калия (рис. 6). Выполнена магнитная съемка и построена карта изодинам ΔT_a (рис.5).

С 1991 по 1995 годам под руководством Б.Бямбаа выполнено геологическое картирование района в масштабе 1:200000.

В 1997г. было создано монголо-французское СП «Кожеговь» (заместитель генерального директора С.Мягмар), объектом изучения которого стали Тамцагский, Сайншандский, и Восточно-Гобийский районы. В последующие годы активное участие в изучении ураноносности Монголии принимали многочисленные канадские, австралийские, американские и другие иностранные компании. Как правило, их интересы ограничены контурами территории по полученным лицензиям для открытого недропользования.

Приведенный обзор показывает, что урановой потенциал Монголии вызывает большой интерес стран ближнего и дальнего зарубежья. Принятая правительством страны и вступившая в действие новая редакция «Закона о полезных ископаемых» относит месторождения урана к месторождениям полезных ископаемых, имеющих стратегическое значение. Это важный государственный шаг, реально оценивающий значение для страны минерально-сырьевой базы урана и возможные экономические последствия ее использования.

В 2001-2003 годах С. Эрдэнэцогт и Б. Баянмунх провели общую поисковую работу в масштабе 1:50000.

Следующий этап изучения перспектив ураноносности меловых отложения на юге впадины Унэгэт начался в 2002г. и продолжается до настоящего времени. Поисковое бурение сконцентрировано в районе аероаномалии № 513 и на ее

флангах, в результате работ оконтурено мелкое по запасам месторождение Мягмар (классификация МАГАТЭ).

1.3 Геологическое строение района

2. 1.3.1 Тектоника

Дуланская площадь расположена в пределах Урало-Монгольского складчатого пояса во внешней части Южно-Монгольской зоны (рис.5).

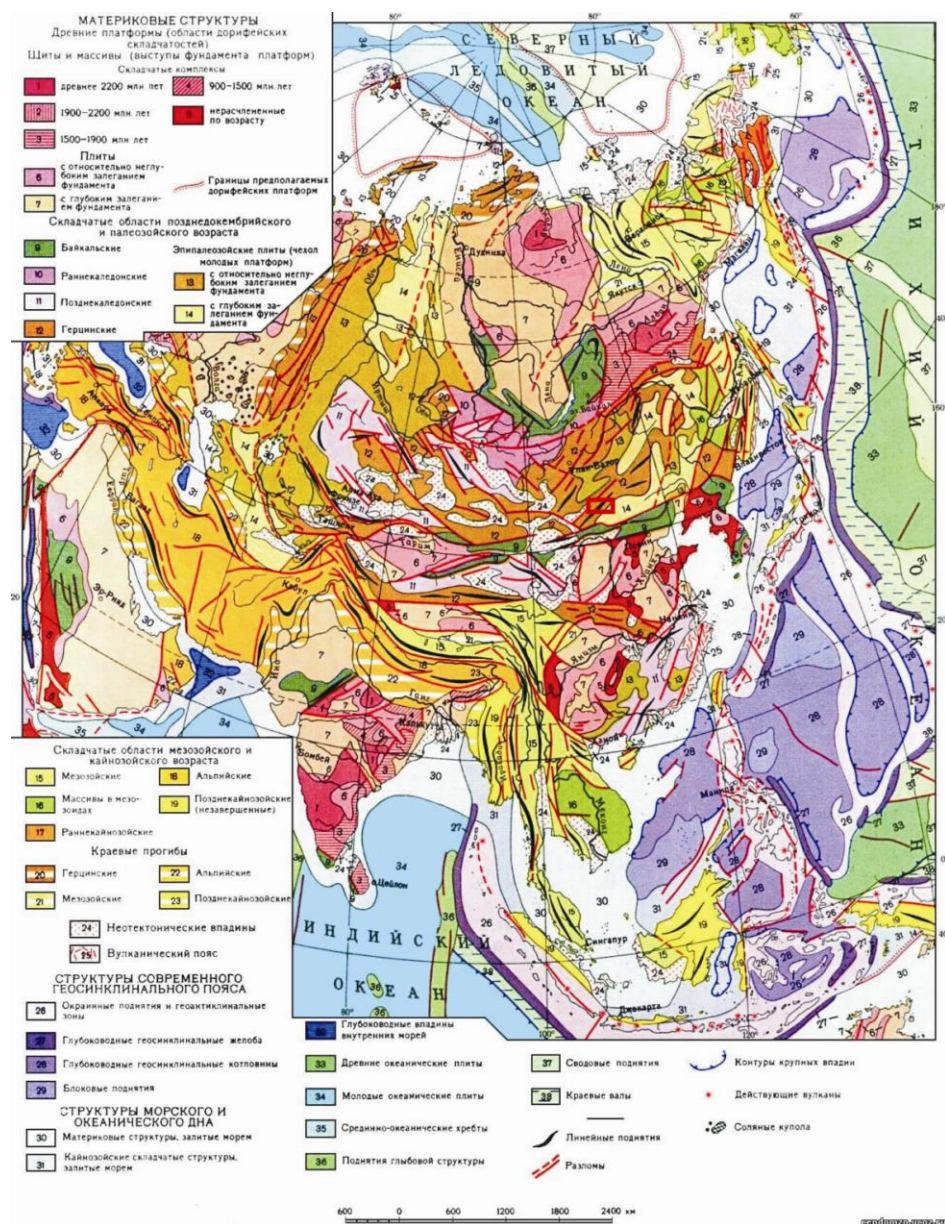


Рисунок 5 – Местоположение территории исследования на Тектонической карте показан красным квадратом [5]

Большую роль в формировании всех структур Монголии играли разломы. Они определяют основное направление простираний складчатых поясов и структурно-формационных зон.

Тектонически участок исследования расположен в восточном секторе Южно-Монгольской зоны. Южно-Монгольская зона занимает большую часть Южного блока, протягиваясь с запада на восток через всю Монголию. В строении этой зоны главное место занимает среднепалеозойские (до нижнего карбона включительно) типично эвгеосинклинальные комплексы с большим количеством зеленокаменных спилит-диабазовых толщ, кремнистых сланцев, граувакк, андезитов. Именно в этой зоне в Монголии наиболее четко обнаруживается океаническая природа эвгеосинклинальных комплексов. По основной складчатости, относящейся к первой половине карбона, южно-Монгольская зона принадлежит к герцинидам в их классическом понимании.

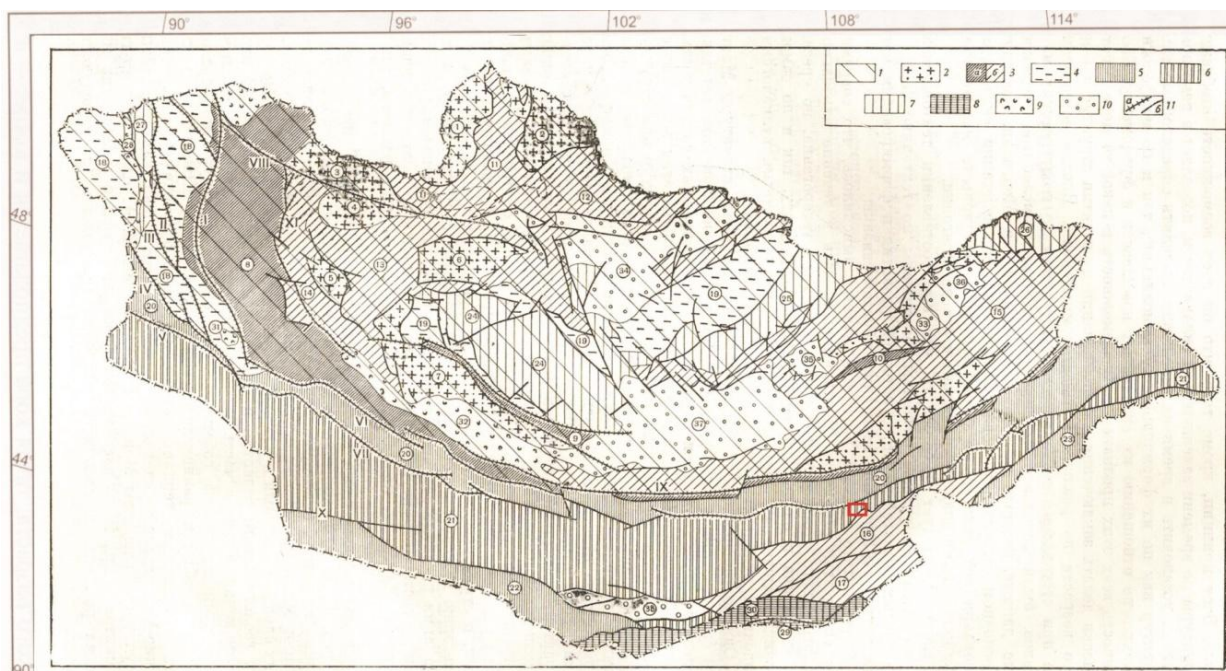


Рисунок 6 – Место положения территории исследования на Схеме тектонического районирования Монголии [6]

1-геосинклинальные структуры и комплексы области каледонид, в том числе: 2-протерозойские, 3-верхнепротерозойско-кембрийские (а-зоны I типа б-зоны II-типа), 4-нижнепалеозойские (зоны II типа); 5-7-среднепалеозойские геосинклинальные структуры и комплексы области герцинид; 5,6-зоны I типа (5-внутренняя часть, 6-внешняя часть), 7-зоны II типа; 8-верхнепалеозойские геосинклинальные зоны структуры и комплексы; 9,10-орогенные структуры и комплексы:

9-среднепалеозойские, 10-верхнепалеозойские; 11-разломы (а-глубинные б-прочие). Цифрами обозначены на схеме тектонические структуры (выступы) 20-внешняя часть Южно-Монгольской зоны; а-Баянлэгская подзона, б-Сухэбаторская подзона, в-Уэйчинская подзона; 21-внутренняя часть Южно-Монгольской зоны; 22-Гобийского Тянь-Шаня; 23-Нукут-Дабан

Разломы: I-Цаганшибетинский, II-Кобдинский, III-Толбонурский, IV-Тургэнголинский, V-Булганский, VI-Ихэбогдинский, VII-Заалтайский, VIII-Ханхухэйский, IX-Ундуршлинский; X-Гобитяньшаньский, XI-Дзабханский.

В геоструктурном плане площадь месторождения расположена в южной прибортовой части Унэгэтинской впадины, которое входит в систему рифтогенных впадин Южной Монголии. Помимо этой впадины, данной системе принадлежит Дзунбаинская, Сайншандинская, Ундуршилинская и ряд других.

По концепции тектоники литосферных плит территория исследований находится на границе островодужных террейнов Гурвансайханского (Южный террейн Монголии) и Нухэт-Давааского. Здесь, в середине мезозоя, в конце юрского и в начале мелового периода формировались горсты и грабены (рис.9). Островодужные террейны широко развиты на западе и юге Монголии и состоят главным образом из разрозненных выходов офиолитов, толеитовых (до известково-щелочных) вулканитов и вулканокластитов, прорванных интрузиями диоритов и гранидиоритов.

Гурвансайханский террейн в центральной части Южной области сложен офиолитовыми отторженцами, меланжем, метаморфизованными в зеленосланцевой фации ордовик-силурийскими песчаниками, аргиллитами, кремнистыми породами, вулканокластитами, верхнесилурийско-нижнедевонскими радиоляритами, толеитовыми пиллоу лавами, андезитами, туфами, среднедевонско-карбоновыми вулканокластитами, кремнистыми породами, в меньшей степени олистостромами с облоками коралловых известняков (Зоненшайн и др., 1975; Энджин, 1983). Террейн вмещает медные месторождения порфиринового типа. Возраст медных руд месторождения Цаган-Субурга 364.9 млн лет (Ar-Ar, серицит; Ламб и Кокс, 1998) и $370,4 \pm 0,8$ млн лет (Re-Os, молибденит; Ватанабе, Штейн, 2000). Гипогенное медно-золоторудное месторождение Оюу Тологой датируется по возрасту кремнекалиевого метасоматоза 411 ± 3 млн лет (K-Ar, биотит, перелло и др., 2001). Строение террейна сложное, с преобладанием чешуйчатых надвиговых структур, блоков-отторженцов, меланжа и зон сильных деформаций. В террейне широко распространены постааккреционные карбоновые интрузии сиенитов. На юго-восточной окраине террейна расположен Ханбогдинский массив рибекитовых гранитов, возраст 287 ± 2 млн лет (K-Ar; Коваленко, Ярмолюк, 1995). Ордовик-силурийские породы перекрыты карбоновыми отложениями.

Нукут-Дабанский террейн - узкая, вытянутая в СЗ направлении структура в Восточной Монголии, вблизи монголо-китайской-границы. Террейн сложен неопротерозойскими гнейсами, сланцами, кварцитами, строматолитовыми

мраморами, кембрийскими песчаниками, алевролитами, редко конгломератами и коралловыми известняками, девонскими базальтами, андезитами, вулканокластитами, коралловыми известняками, перекрытыми нижнекарбовыми отложениями морского мелководья (Суетенко, Лхасурен, 1973; Бадарч, Оролмаа, 1998). В террейне развиты силурийские интрузии гранитов и габброидов (419-435 млн лет, K-Ar;). Отмечены и массивы гранитов карбона, перми, триаса-ранней перми.

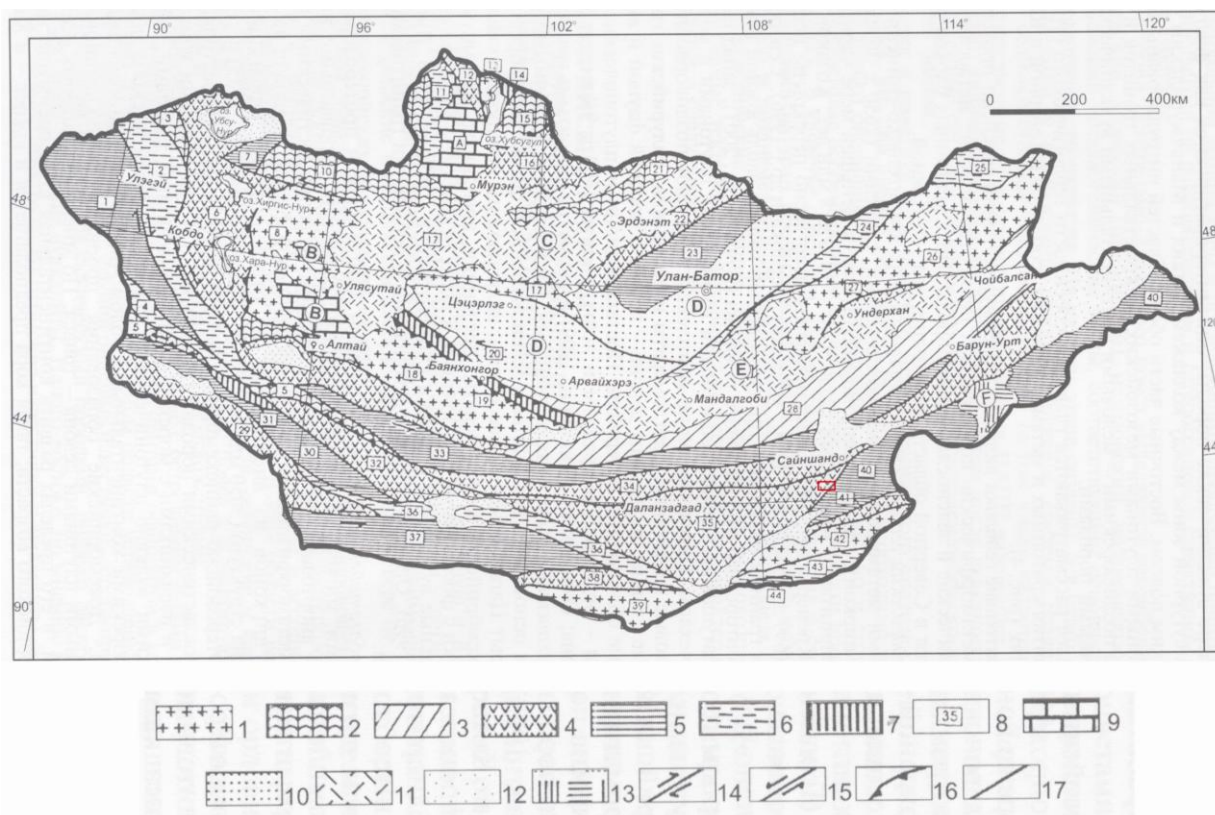


Рисунок 7– Тектоно-стратиграфические террейны Монголии (по G.Badarch et al., 2002) [7]:

Типы тектоно-стратиграфических террейнов: 1-кратонные, 2-метаморфические, 3-пассивной континентальной окраины, 4-островодужные, 5-преддуговые/задуговые, 6-аккреционного клина (призмы), 7-офиолитовые, 8-номера террейнов на карте: 1 Алтайский, 2 Ховдский, 3 Цаган-Шибэтэнский, 4 Тургэнский, 5 Цельский, 6 Озерный, 7 Агардаский, 8 Завханский, 9 Даривский, 10 Сангиленский, 11 Хугский, 12 Дархатский, 13 Гарганский, 14 Ильчирский, 15 Хамар-Дабанский, 16 Джидинский, 17 Тарбагатайский, 18 Байдрагский, 19 Баянхонгорский, 20 Цагский, 21 Бутэльский, 22 Баянгольский, 23 Харадский, 24 Адацагский, 25 Дучигольский, 26 Эрэндабанский, 27 Керуленский, 28 Идермэгский, 29 Байтагский, 30 Бааранский, 31 Бидзский, 32 Эрдэнский, 33 Гоби-Алтайский, 34 Мандалгобийский, 35 Гурвансайханский, 36 Зууленский, 37 Атасбогдский, 38 Хашатский, 39 Цаган-Ульский, 40 Нукут-Дабанский, 41 Эншульский, 42 Хутаг-Ульский, 43 Солонкерский, 44 Дулгантский. Коллизионные и постколлизионные сооружения: 9-кембрийские шельфовые бассейны карбонатного осадконакопления (А-Хубсугульский, В-Цаганоломский), 10-среднепалеозойские (девон-карбовые) турбидитовые бассейны (D-Хангай-Хэнтэйский), 11-фанерозойские вулcano-плутонические пояса (С-Селенгинский, Е-Гобийский), 12-кайнозойские аллювиальные бассейны, 13- поля кайнозойских платобазальтов (F-плато Дариганга). Главные разломы, их кинематика: 14- правосторонние сдвиги, 15- левосторонние сдвиги, 16-надвиги, 17-разломы неясной кинематики.

Ундуршилинский глубинный разлом является частью главного Монгольского разлома, разделяющего два мегаблока- Северный и Южный.

Зона разлома, контролирующая размещение офиолитовых интрузий, представляет собой серию сильно сближенных ветвящихся разломов близкого к вертикальному залегания.

Региональные разломы к которым относятся Сайхандуланский и Уланбадарханский разломы, разделяют отдельные структурно-фациальные зоны и более мелкие структурные единицы. Зоны региональных разломов проявлены в виде цепочек трещинных интрузии основного состава и фиксируются линейными магнитными аномалиями широтного простирания в пределах Южно-Гобийской и Южной Монгольской систем, что указывает на длительность их развития

Таким образом, наиболее важной структурной особенностью Дуланской площади является различная ориентировка складчатых систем и большое количество разрывных нарушений.

1. 1.3.2 Стратиграфия

В геологическом строении участка исследования принимают участие отложения доюрского фундамента и мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. Пермо-девонские метаморфические и осадочно-вулканические отложения фундамента формации Таван Талгой перекрываются с угловым и стратиграфическим несогласием породами формации Цаганцав (K_1).

Осадочный чехол представлен формациями нижнего, верхнего мела и четвертичными отложениями.

Меловая система (K)

Отложения меловой системы в изучаемом районе представлены двумя отделами: нижним и верхним. Нижний отдел сложен осадками цаганцабской, зуунбаинской, нижней частью тавантолгойской свит, верхний – верхами сайншандской, баянширээской, баруунгоеотской, нэмэгткой свит. На рисунке 8 представлена геологическая карта без четвертичных отложений.

Цаганцабская свита (K_{1cc}) :

Цаганцабская свита несогласно залегают с нишележащим и вышележащим породами, включая в себя осадки валанжинского яруса.

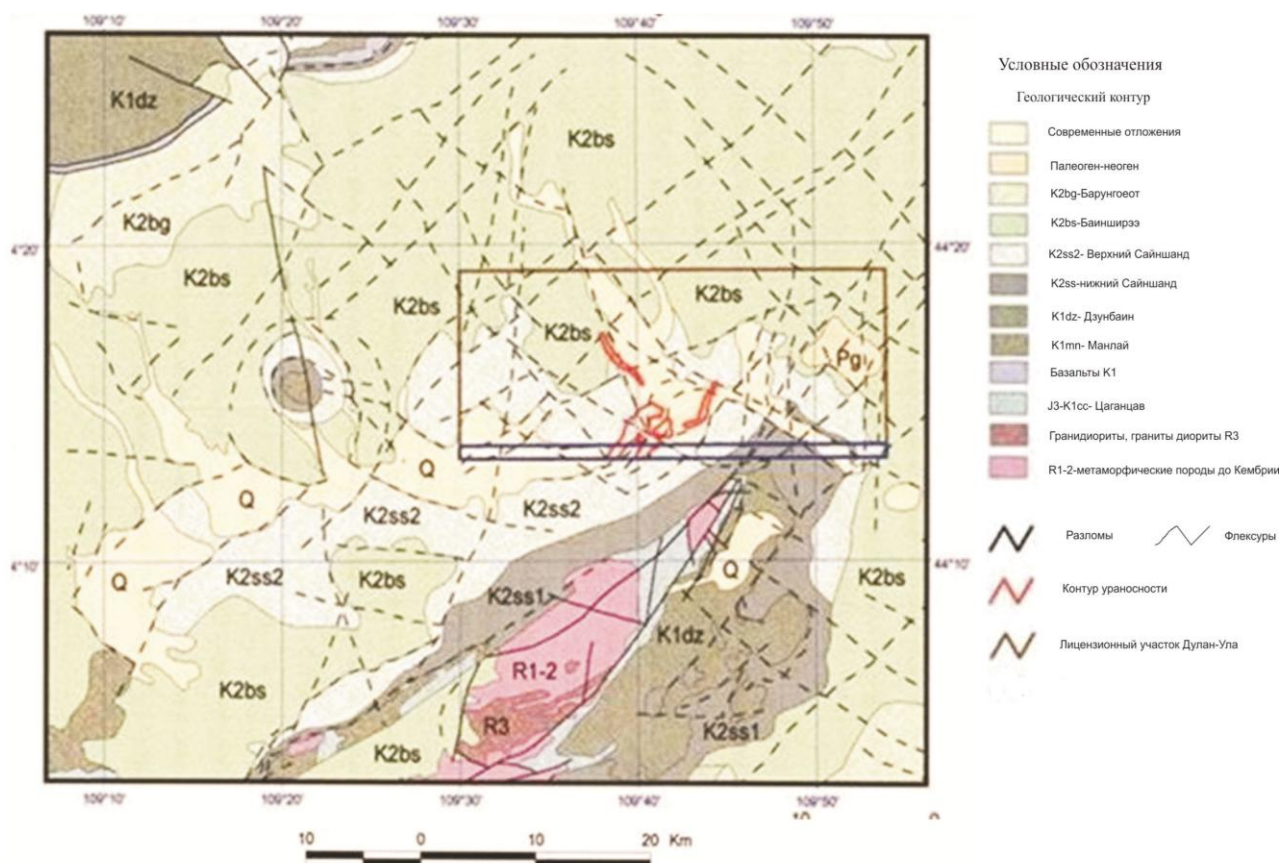


Рисунок 8 – Геологическая карта района

Свита представлена в нижней части конгломератами, гравелитами, базальтами, андебазальтами, трахиабазальтами, трахиандезитами, в верхней части конгломератами, песчаниками, глинами, карбонатными, туфами, алевролитами и аргиллитами (рис.9). Мощность цаганцабской свиты изменяется от 250 до 1100 м.

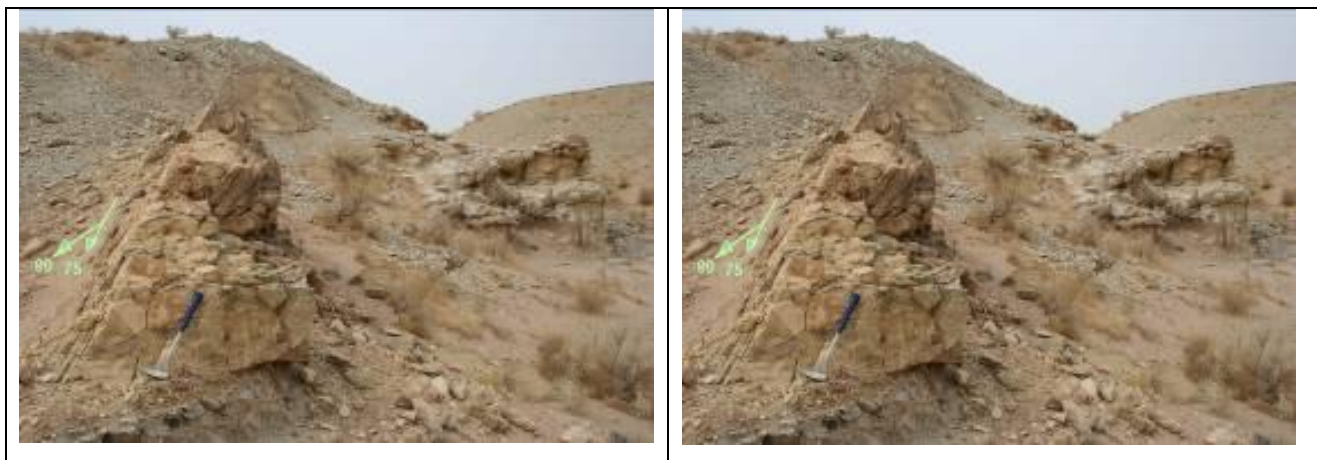


Рисунок 9 – Выход Цаганцабской свиты на Дуланской площади

Дзунбаинская свита (K_1dz):

Дзунбаинская свита несогласно залегают с нишележащим породами, а с вышележащим согласно, включая в себя осадки готеривского, барремского, аптского, альбского ярусов. Свита представлена в нижней части конгломератами, глинами глинистыми сланцами, мергелами, битумами, песчаниками, доломитами, в верхней части песчаниками зелено-серого и редко коричневого цветов, глинами, алевролитами, угле-глинистые-сланцы, конгломератами, песчаниками, глинами, сланцами зеленого цвета, карбонатными, алевролитами и аргиллитами (рис. 10). Мощность Дзунбаинской свиты изменяется от 250 до 1000 м.

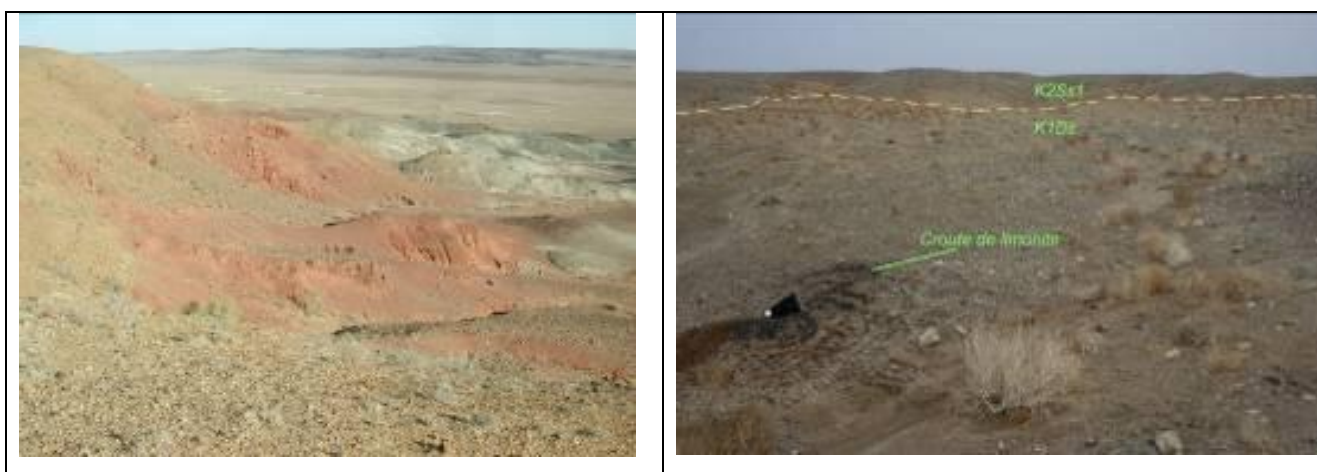


Рисунок 10 – Выход Дзунбаинской свиты на Дуланской площади

Сайншандинская Свита (K_2ss)

Сайншандинская свита согласно залегают с нишележащим и вышележащим породами, включая в себя осадки сеномонского яруса. Свита представлена конгломератами красного цвета, конглобрекчами, глинами, глинистыми песчаниками, песчаниками, алевролитами отложениями (рис.11). Свита сложена главными ураноносными отложениями.

Возраст свиты определен по палеонтологическим остаткам: *Campeloma yihsiensis* Grab., *Oxynaia sainshandica* Baesb., остракод-*Cypridea gosteata* Gal., *C.pognata* Lub., *Timizasevia gata* Lub.

Мощность сайншандинской свиты достигает до 650м.



Рисунок 11 – Выход Сайншандинской свиты на Дуланской площади

Баянширэйская свита (K_2bs):

Отложения свиты распространены в области Южно и Восточной гоби (Оошийн гоби, Хархотол, Байшин цав). Баянширэйская свита согласно залегает с нишележащим и вышележащим породами, включая в себя осадки туронского, коньякского, сантонского ярусов. Свита представлена конгломератами, глинами, песчаниками, алевролитами, гравелитами, песками белый-серого цвета, глинистыми песчаниками красного цвета (рис.12).



Рисунок 12 – Выход Баянширэйской свиты на Дуланской площади

Мощность баянширэйской свиты изменяется от 160- до 270м. Встречаются остатки динозавр-*Signosaurus halbiensis*, остракод-*Talicypridea longiscula* Stank.

Баруунгоеотская свита (K_2bg):

Отложения свиты трудно отличить от четвертичного. Баруунгоеотская свита согласно залегают с нишележащим и вышележащим породами, включая в себя

осадки сантонского, кампанского ярусов. Свита представлена глинами красного и красно-коричневого цвета, песчаниками, гравелитами, песками, гальками, мергелами. Найдены остатки динозавр-*Signosaurus halbiensis*, остракод-*Talicypridea longiscula* Stank. Мощность свиты достигает до 100м.

Четвертичная система (Q)

Четвертичные отложения распространены на большой территории. Представлены они, в основном, песками серыми, глинами, глинистыми песками красного, красно-коричневого и коричневого цветов, озёрно-аллювиальными глинами, песками, редко гальками и гравием, золовыми образованиями (рис.13).



Рисунок 13 – Выход четвертичных отложений на Дуланской площади

Общая мощность четвертичных отложений в районе исследования составляет около 30 м.

На рисунке 14 представлен сводный литолого-стратиграфический разрез территории исследования.

Система	Отдел	Ярус	Литологическая колонка	Названия формации	Индексы	Мощность
Четвертичная	Верхний				Q	30
Меловая	Верхний	Маастрихт Кампан		Нэмэгт	K ₂	
		Кампан Сантон		Баруунгоёт	K ₁ bg	<100
		Сантон Коньяк Турон		Баянширээ	K ₁ bs	160-270
		Сеноман		Сайншанд	K ₁ ss	650
	Нижний	Альб Апт		Верхний Зүүнбаян	K ₁ dz	250-1000
		Баррем Готерив		Нижний Битумжсэн		
		Валанжин		Цагаан цав	K ₁ cc	250-1100
Перм-девон R ₁₂₃				Тавантолгой	P-D R ₁₂₃	

Рисунок 14 – Сводный литостратиграфический разрез суббассейна Унэгт

1.3.3 Полезные ископаемые района

В Монголии открыты два типа промышленных месторождений урана – эндогенного и экзогенного генезиса. Участок исследования расположен в Гобийской ураноносной провинции, там где найдены оба типа месторождения. По району участок находится в Сайншандинском потенциально урановорудном районе (рис.15).

Пространственное распределение урановых формации экзогенного (гидрогенного) происхождения ограничивается в основном двумя провинциями.

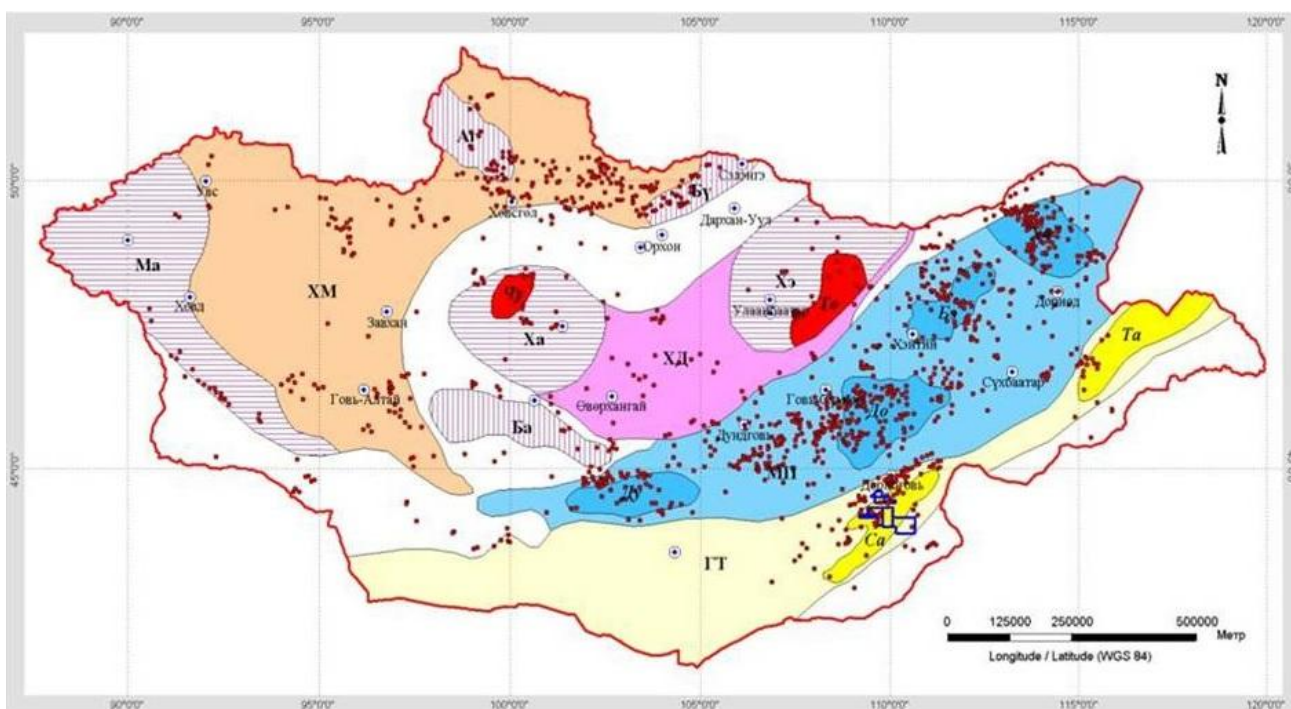


Рисунок 15 – Карта металлогенического районирования Монголии на уран (по Миронову, 2006). Провинции: МП-Монгол-Приаргуанская урановорудная, 2-ГТ-Гобийская урановорудная, 3-область совмещения ураноносных структур Гоийской и Монголо-Приаргунской провинции, 4-ХД-Хэнтэй-Даурская, 5-ХМ-Северо-Монгольская потенциально урановорудная, области: Ха-Хангайская, Хэ-Хэнтэйская, Ма-Монголо-Алтайская, Аг-Арагольская, Бу-Бутэлийнурская, Ба-Баян-Хонгорская зона (вне провинции), 6-районы ХЧ-Северо Чойбалсанский, Б-Бэрхинский, До-Восточно-Гобийский, Ду-Средне-Гобийский, Са-Сайншандинский, Та-Тамцагский, То-Центральный, Чу-Чулутский,

Гобийская провинция выделена в южной части Монголии, где известны многочисленные урановые формации в терригенных отложениях мезозойско-кайнозойских депрессий в связи с зонами пластового окисления и восстановления и имеются достоверные признаки выявления месторождений урана в связи с зонами поверхностного и грунтового окисления (рис.15).

В пределах провинции по комплексу данных намечен Сайншандинский потенциально урановорудный район, в котором установлены Нарс и Мягмар, многочисленные проявления урана в слаболитифицированных впадинах. В пределах провинции выделяются Тамцагская, Северо-Сайншандская, Дзунбаинская Ундуршилинская, Онгийнгольская Унэгэтэйнская Гурвансайханская и целый ряд других потенциально ураноносных впадин.

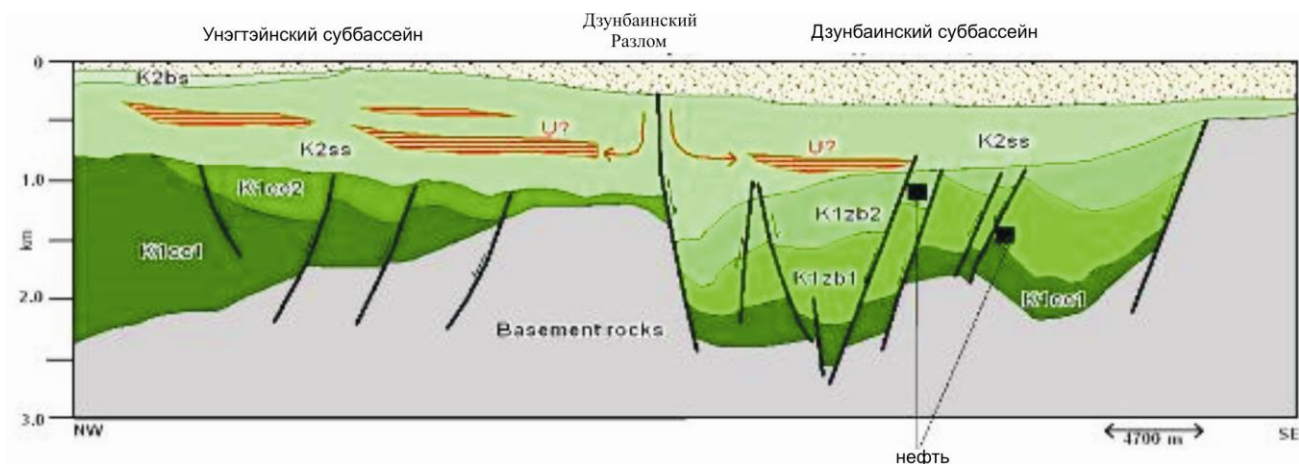


Рисунок 15 – Урановые залежи на геологическом разрезе, выполненном по сейсмическим данным интерпретации [3]

В Гобийской провинции и областях ее взаимодействия с примыкающей с севера частью Монголо-Приаргунской провинции в качестве весьма перспективных на гидрогенное урановое оруднение рассматриваются Ульдзуйтинская, Сайншандинская, Дзунбаинская, Гурвансайханская, Ошийнуринская, Чойренская, и некоторые другие впадины.

1.3.4 Гидрогеология

Поскольку в районе выявлены урановое оруденение экзогенного (гидрогенного) типа, гидрогеология играет важную роль.

В районе Дулаан рек и озера нет. Здесь находится единственный источник Баруунбаян. В формации Сайншанд K_{2SS2} (рис.17) залегают многослойные подземные воды. Эти водные горизонты питаются грунтовыми водами с северо-запада, но источника пока не установлено.

Предполагают что, формация Баинширээ возможно включает непроницаемые слои. В настоящее время, основная минерализация ураноносных пород – верхняя Сайншанд K_{2SS2} (слои 1-4), является одной из форм многослойного водоносного горизонта.

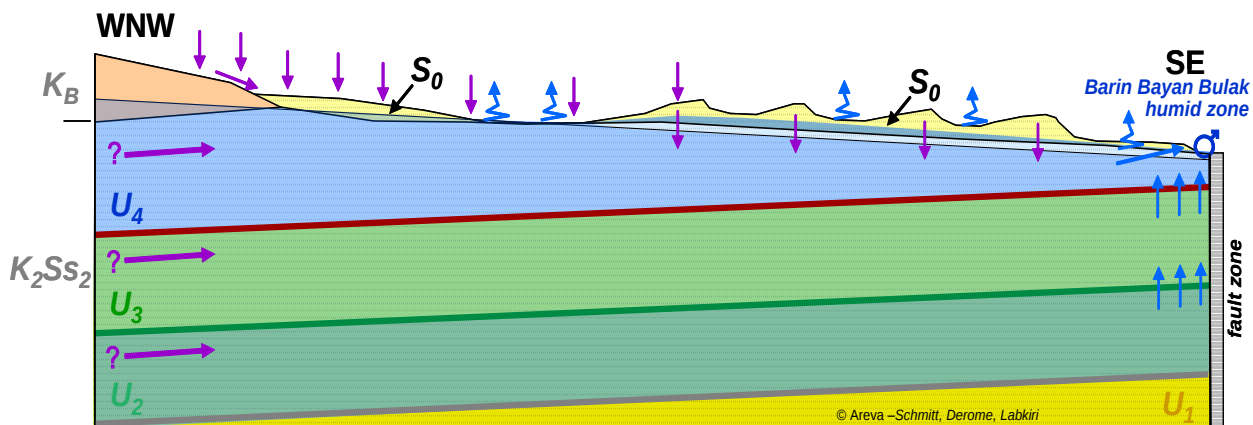


Рисунок 17 – Гидрогеологический разрез. Подземные воды и источник района Баруунбаян

Свита Баянширээ имеет перерывы в формировании водопроницаемого водоносного горизонта, выклинивается. Формирование поверхности (аллювиальные и коллювиальные Дюн формация) возможно за счет временных потоков и состоит из разрывных водоносных горизонтов, которые подпитываются за счет осадков.

1.4 Физические свойства горных пород и руд и петрофизические комплексы

К физическим свойствам горных пород, исследуемых при поиске урана, относятся: плотность, пористость, удельное электрическое сопротивление и естественная радиоактивность.

Сайншандинская свита, сложенная ураноносными отложениями, представлена конгломератами красного цвета, конглобрекчами, глинами, глинистыми песчаниками, песчаниками, алевролитами отложениями.

В таблице 1 приведены основные физические свойства горных пород и руд, слагающих геологический разрез изучаемой территории. Содержание радиоактивных элементов в осадочных породах в среднем более низкое чем в магматических. Это связано со значительной дифференциацией радиоактивного вещества при разрушении магматических пород и осадконакоплении. Особенно это касается

тория, который может обособляться в монацитовых и циркониевых россыпях, содержащих торий до 10%.

Таблица.1 Физические свойства горных пород [Номоконова]

Породы	Радио- активность $U \cdot 10^{-4} \%$	Электрическое сопротивление Ом.м	Плотность , кг/м ³	Пористость , %	Проницае- мость
Уран		$3 \cdot 10^{-7}$			
Аргиллиты	1,6	$10^{-8} \cdot 10^2$	1.7-2.9	1-30	
Глины	10-20	1-100	1.2-2.4	4-75	
Пески	3,5	10-800	1.3-2.4	4-50	
Пес чаники	4	$1-6,4 \cdot 10^8$	2-2.9	0.5-40	
Алевролиты	4	$1,5 \cdot 10^4$	1.8-2.8	1-50	
Цементирова нные глинистые сланцы	100	$20-2 \cdot 10^3$	2.3-3.0		
Вода	0,1				

В силу этого осадочные отложения в целом характеризуются более низкими торий урановыми отношениями ($<3,7$) по сравнению с магматическими.

Генеральной закономерностью осадочных пород является значительно более низкая радиоактивность кремнистых и карбонатных разностей пород (мергели доломиты кремнистые сланцы) по сравнению с терригенными разностями. Повышенная радиоактивность глин связана с их высокой способностью сорбировать катионы, особенно с большими зарядами, каковыми являются ионы тория и урана а также с содержанием калия в глинистых минералах.

Фильтрационные свойство горных пород- это их способность пропускать через себя флюиды, т.е жидкости, газы и их смеси. Количественно фильтрационные свойство горных пород характеризуется коэффициентом $K_{пр}$ и коэффициент фильтрации $K_{ф}$, значения которых варьируют в большом диапазоне в зависимости от флюидного насыщения.

1.5 Анализ выполненных работ

В непосредственной близости от участка исследований выполнены следующие работы: аэроспектрометрическая, магнитная съемки и геофизические исследования скважин.

Анализ карт “Аномального магнитного поля” позволяет установить два преобладающих простирания осей магнитных аномалий: северо восточное и субширотное (рис. 18). Особенно четко аномалии северо- восточной ориентировки прослеживаются в полосе протяженностью 300 км при ширине 80 км, которая включает Дзунбаинскую и Унэгэтинскую впадины, Цагансубургинское и Мантахское поднятия. Широтную ориентировку имеют структуры Уланульского Тотошаньского поднятий, а также зоны Сайхандуланского и Уланбадархинского региональных разломов.



Рисунок 18 – Карта изодинам ΔT_a . Масштаб 1:200 000. Участок исследования показан красным квадратом

Анализ положения уранового оруднения в региональных магнитных полях показал различие для оруденения эндогенного и гидрогенного типов. Урановое оруднение гидрогенного, в том числе урана-угольного, типа приурочено к спокойному отрицательному магнитному полю. Такое же спокойное отрицательное магнитное поле (третий тип) характерно для аномалий группы шестой, обусловленных развалами уран-содержащих халцедонов.

Геологоразведочными работами первого этапа крупных месторождений урана не обнаружено, что связано с весьма скромными ассигнованиями, выделявшимися на эти цели недостаточной глубиной поисков, слабой лабораторной базой. Однако пунктов проявлений урановой минерализации на территории Монголии найдено много. По генезису они принадлежат к двум этапам-экзогенному и эндогенному (гидротермальному). Были установлены повышенные содержания урана в буровых углях раннемелового возраста на Дзундулакском, Баинбулакском, Сухэбатарском, Ульдзуйтинском и других угольных месторождениях, а также Тумэн-Цогтинском редкометальном месторождении.

Последним же при изучении экзогенных проявлений Восточной Монголии высказано предположение, что источником урана в бурых углях Чойбалсанского месторождения являются юрские граниты сопки Адун-Чулун-Ула, также кварцевые порфиры, развитые в обрамлении угленосной мульды. Из полученных материалов следовало, что формирование урановой минерализации региона происходило за счет выщелачивания металла из высокосодействующих радиоактивные элементы кварцевых порфиров и гранитов поздней перми-раннего мезозоя с последующим его осаждением в осадочных бассейнах. Убедительным примером этого может служить Чойренский гранитный массив, в депрессионных зонах вокруг которого в нижнемеловых отложениях позднее выявлено около десяти площадей с урановой минерализацией. Эти экзогенные проявления урана образовались в стадию первичного осадконакопления и эпигенетического перераспределения его впоследствии грунтовыми и поверхностными водами. Факторами способствующими протеканию этих процессов, являются наличие в разрезе отложений углей и углистых пород с большой восстановительной емкостью, высокая проницаемость осадочных отложений и их благоприятный гранулометрический состав. Таковы краткие результаты работ Восточной геологической экспедиции по поискам урановых

месторождений. Итоги исследований ранее публиковались. В последующие годы попутные поиски урана при геолого-съёмочных работах проводились в небольших объемах геологами Министерства топливно-энергетической промышленности Монгольской Народной Республики (Ш.Хуртц и др.).

Формирование в северной части Ульдзуйтинской впадины Сульджур-Худукского и Шанда-Булакского проявлений связывалось геологами партии с зонами окисления на контактах пластов угля раннемелового возраста. Урановая минерализация отмечалась только в угольных пластах и отсутствовала во вмещающих породах и породах, слагающих борта и фундамент межгорных впадин. Площади развития урановой минерализации в плане имеют вид изолированных струй, полос и пятен, приуроченных главным образом к головной, наиболее приподнятой части одного из угольного пластов, завершающих разрез. По мере погружения ураноносного пласта концентрации урана, как правило постепенно уменьшаются и в зоне выклинивания практически исчезают. Урановая минерализация наблюдались как выше, так и ниже современного уровня грунтовых вод, но почти всегда в наиболее приподнятых участках угольных пластов.

Восточной геологической экспедицией за время ее деятельности открыто семь мелких месторождений и рудопроявлений урана экзогенного типа. Однако ни одно из них, из-за незначительных масштабов оруденения и низких содержаний урана в рудах, не являются промышленным.

Хомизури Н.И. изучил радиоактивность пегматитов, широко распространенных на территории Монголии. Он пришел к заключению, что эти образования при наличии в них урана и тория могут давать крупные скопления, но лишь немногие из них образуют концентрации, заслуживающие дальнейшего изучения (пегматитовые тела Горихо Цаган-Обо). В структурном отношении наиболее благоприятными являются зональные пегматиты, в которых радиоактивные элементы обособляются в небольшие зоны.

Наиболее перспективны, по его заключению, на открытые новых проявлений урановой минерализации- дифференцированные гранитные тела, а менее благоприятны- межпластовые и малые интрузии гипабиссального характера. Содержание урана в шести изученных полях пегматитов редко превышало 0,03%.

В результате аэроспектрометрической съемки были получены: карта гамма поля, карта содержания тория, радия, калия (рис.19, 20).

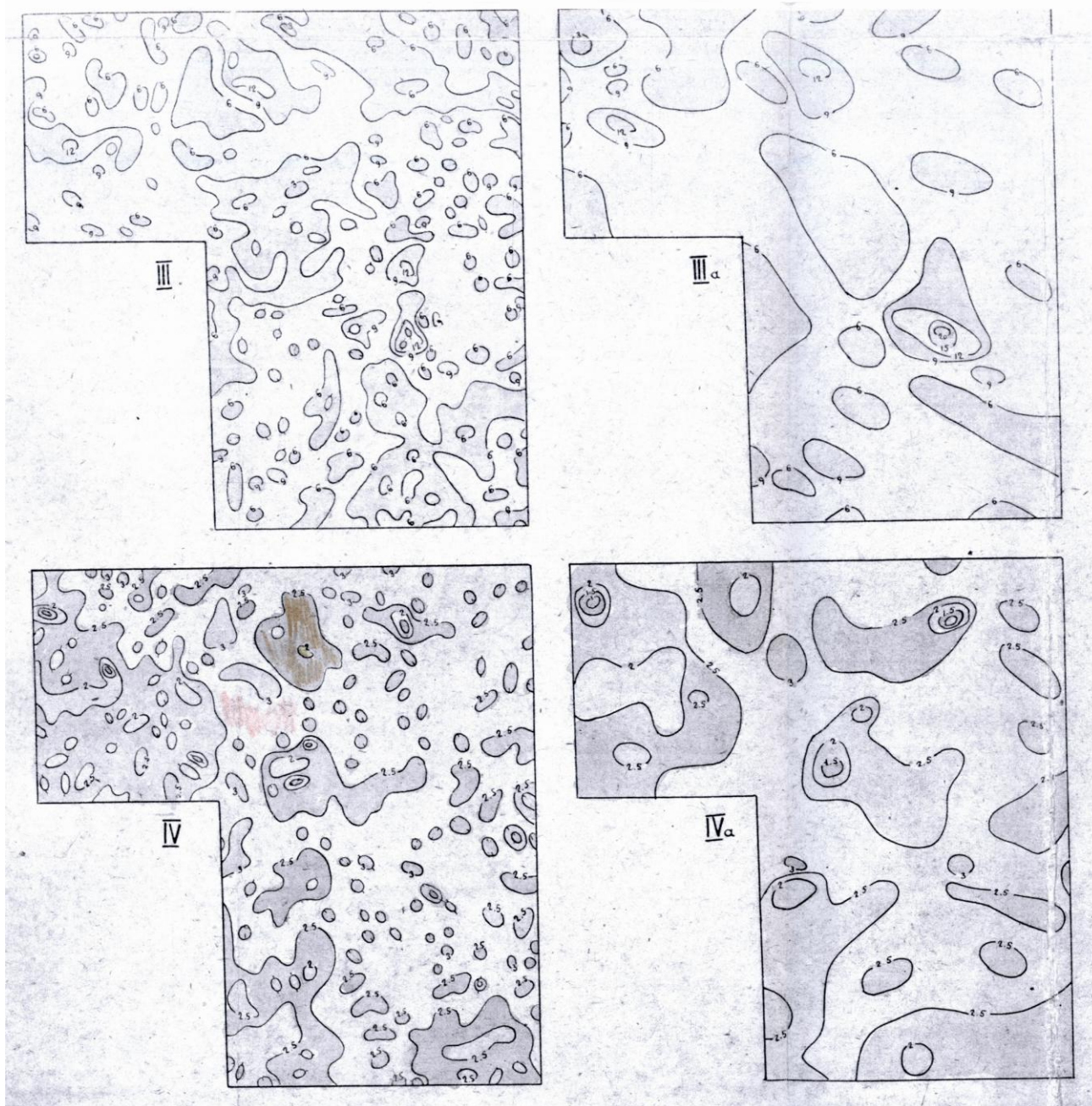


Рисунок 19 – Карта III, IIIa содержание тория в $10^{-4}\%$, Карта IV, IVa содержание калия в %

В.А. Бобров по наблюдениям на Туманцогтинском рудном поле отмечает, что установленная здесь урановая минерализация приурочена к трещенным зонам, секущим кварц-вольфрам-молибденовые жилы. В юго-западном Прихубсугулье на Арагольском рудопроявлении было выявлено урановое оруденение, связанное с флюоритовыми прожилками и гидротермально измененными известняками.

Проведенными ревизионными работами были установлены незначительные масштабы уранового оруденения этого типа.

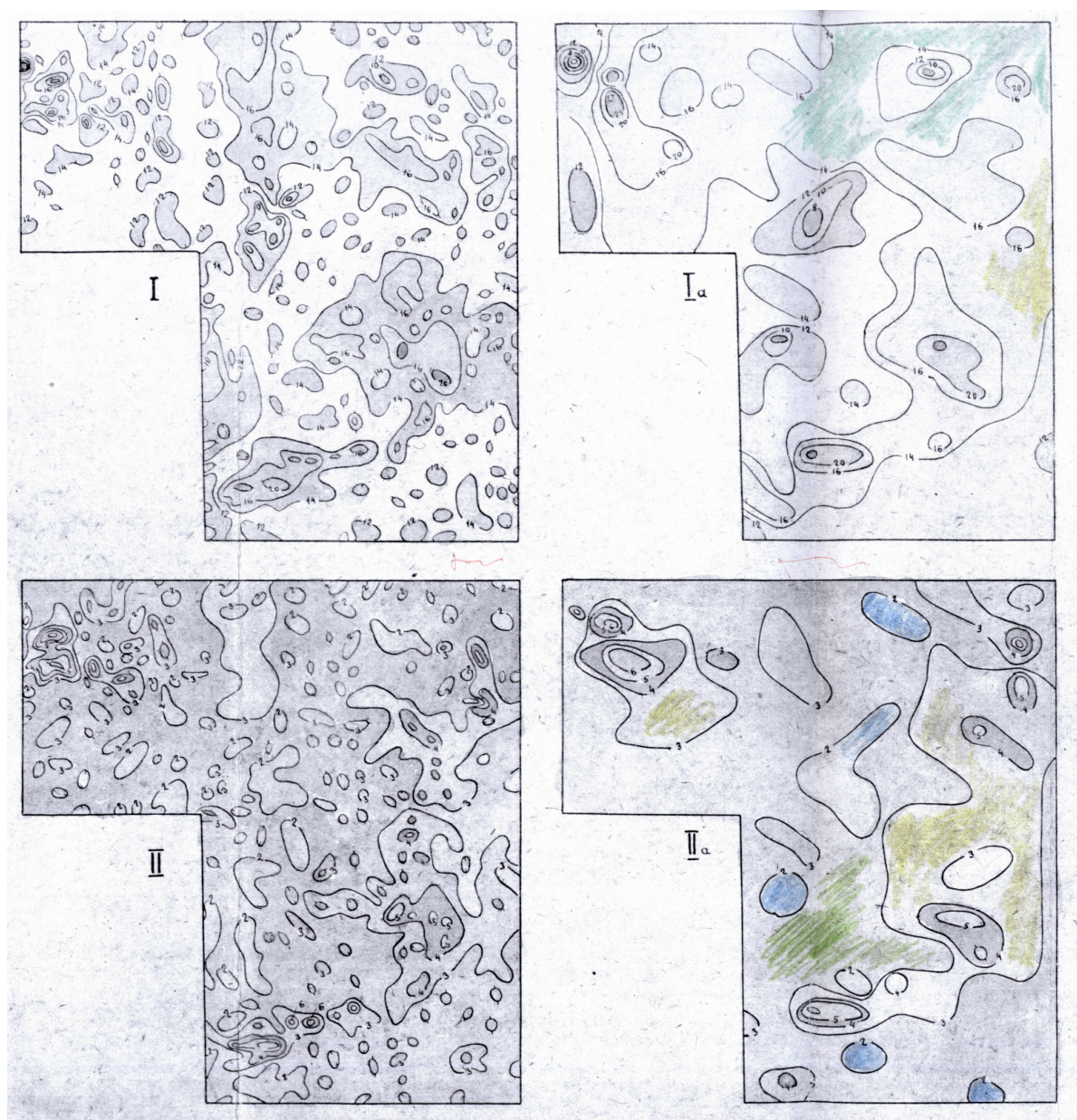


Рисунок 20 – I, Ia Карта гамма поля, II, IIa Карта содержаний урана (радия)
Гамма поля в мкр/ч, содержаний урана в $10^{-4}\%$

Д.И. Федорович, наблюдавший редкометалльные рудопоявления Сайхан-Ульской зоны (Югодзырская площадь), указывал, что радиоактивная минерализация тесно связано с крупным широтным тектоническим нарушением. К.П. Столбков, посетив этот район, обратил внимание на повышенную радиоактивность флюорита, кальцитов, их корочек на поверхности обломков и тектонической глинки.

Выявления данных месторождений показывает, что в пределах Гобийской плиты процессы поверхностного и особенно грунтового окисления приводят к образованию промышленно значимых объектов, пригодных для эксплуатации методом скважинного подземного выщелиачивания.

Урановорудное месторождение образовано на границе зон окисления и восстановления. Также, имеются данные гамма-каротажа со значениями, более 100 еUppm, что свидетельствует о верности нашего предположения, так как значения 75 еUppm – фоновое-значение. На рисунке 21 наглядно показано это месторождение. На этом участке можно предположить наличие рудного тела, которое является продолжением ранее обнаруженного объекта. Проектируемая залежь урана инфильтрационного типа, залегающих непосредственно на поверхности и под маломощным рыхлым чехлом в районе образуют открытые ореолы которые легко фиксироваться радиометрической съемкой. Соответственно этот метод становится при поисках основным. Выявленные локальные аномалии проверяются эманационными методами, осуществляется их вскрытие канавами или шурфами, оценка на глубину – мелкими рекогносцировочными скважинами, а в дальнейшем – разбуривания перспективных участков равномерной сетью скважин с отбором необходимых проб и проведением технологических исследований руд.

2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор участка работ

В Гобийской провинции были найдены ранее проведенными работами 2 месторождения, 32 рудопроявления и 100 точек минерализации, связанные с процессом окисления в зоне эпигенеза. На Дуланской площади 1981-ом году были проведены аэрогеофизические работы в масштабе 1:200000 (в том числе аэромагниторазведка). В результате было обнаружено Дуланское рудопроявление. На основе этих проведенных работ и анализа геолого-геофизических исследований выполнен выбор участка работ для поиска урана на Дуланской площади, который расположен юго-западнее открытых ранее залежей (рис.22).

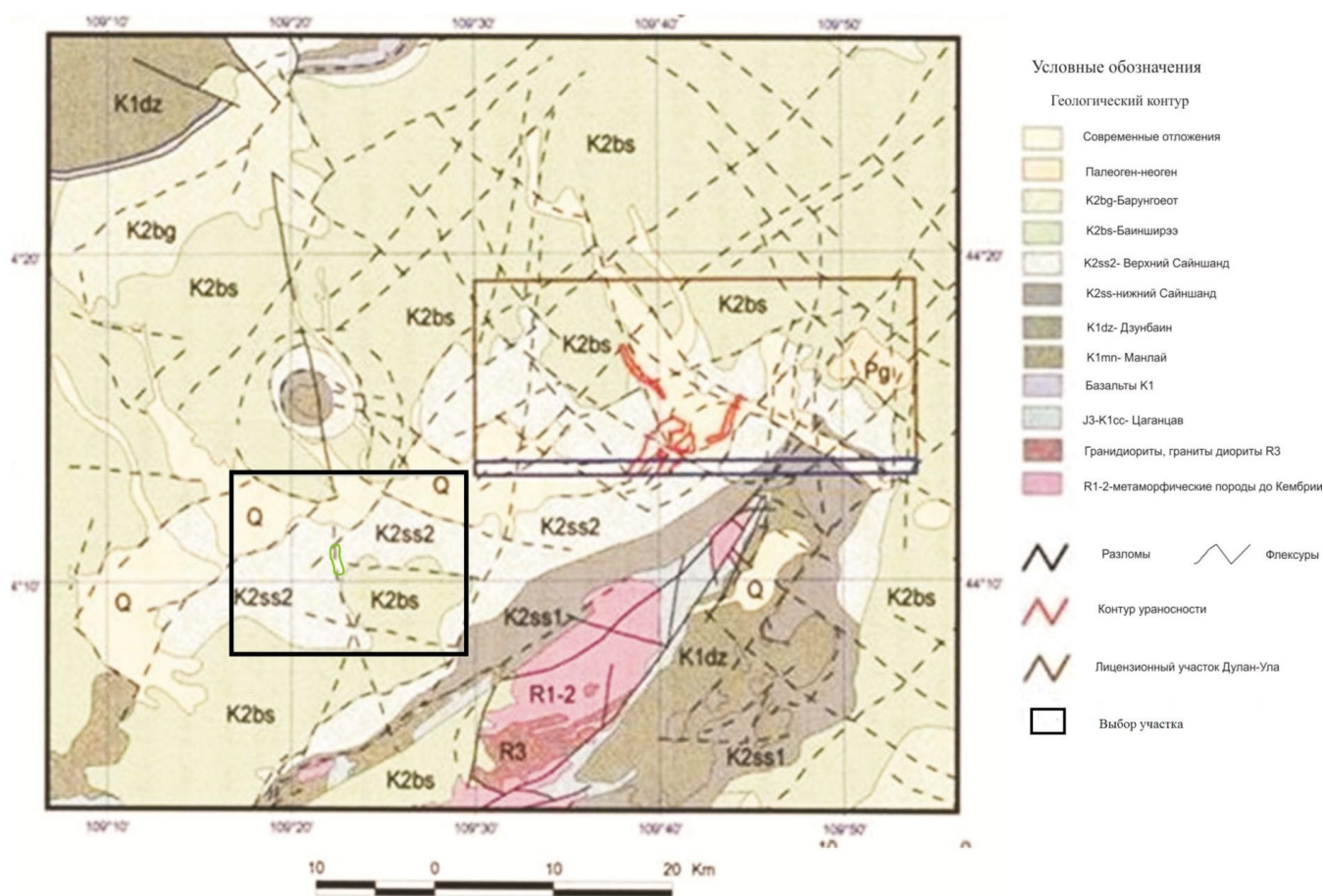


Рисунок 22 – Положение проектного участка работ на геологической карте

Площадь участка исследования составляет 3.5 км². Предполагаемая залежь приурочена к Сайншандинской свите (K_2SS_2), имеющей здесь широкое площадное распространение.

Гипотетическая залежь иглообразной формы расположена на пересечении глубинных разломов субмеридианального и северо-восточного простирания.

Размеры предполагаемой залежи следующие: длина 2500 м, ширина порядка 500 м.

2.2 Априорная физико-геологическая модель (ФГМ) объекта и задачи работ

Априорная физико-геологическая модель построена по данным комплекса геофизических исследований, включающих КС, ГК и ИК (рис. 23).

Литолого-стратиграфическая привязка продуктивного горизонта выполнена по данным бурения скважин на месторождении. Интересующий горизонт, который включает урановородное тело, располагается в интервале от 156 до 165 м и приурочен к терригенным отложениям Сайншандинской свиты. Литологически интервал представлен переслаиванием конгломератов красного цвета, глин, глинистых песчаников, песчаников и алевролитов. Перекрываются отложения свитой Баянширээ, сложенной конгломератами, песчаниками, алевролитами, гравелитами, песками серо-белого цвета и глинистыми песчаниками красного цвета. Подстилаются ураноносные отложения нижнемеловой Дзунбаинская свитой, сложенной конгломератами, глинами, глинистыми сланцами, мергелами, битумами, песчаниками, доломитами, в верхней части песчаниками зелено-серого и редко коричневого цветов, глинами, алевролитами, угле-глинистые-сланцы, конгломератами, песчаниками, глинами, сланцами зеленого цвета, карбонатными алевролитами и аргиллитами.

По данным гамма-каротажа, значения естественной гамма-активности достигают более 100 еUppm. По данным КС сопротивление в этой части разреза составляют 20-50 ом*м.

По индукционному каротажу значения кажущейся электропроводности σ_k в ураноносном горизонте резко увеличивается.

Горизонт отличается от нижележащих и вышележащих пород высокой радиоактивностью, низким сопротивлением. Сайншандинская свита является главным объектом урановорудного тела.

Радиоактивное равновесие

Радиоактивное равновесие - чтобы оценить радиоактивность уранового или ториевого ряда, достаточно знать количество урана или тория. Это обстоятельство очень упрощает изучение радиоактивности пород, так как в случае радиоактивного равновесия отпадает необходимость в определении содержаний тех радиоактивных элементов, которые входят в состав рядов. В урановом ряду равновесие наступает через 8×10^5 лет, в ториевом ряду – примерно через 70 лет [23].-

Нарушение радиоактивного равновесия в урановом ряду связано с процессами раздельной миграции U и продуктов его распада, а также с эманированием руд.

Миграция твердых продуктов распада урана определяется, главным образом, их химическими свойствами, а миграция радона (эманирование) связана с физическими процессами, определяющими его выделение из породы и движение по капиллярам и трещинам.

Количественно нарушение радиоактивного равновесия характеризуется коэффициентом радиоактивного равновесия K_{pp} (Рисунок 24) под которым понимают отношение количества родоначальника к данному изотопу или предшествующему по ряду распада, причем количество обоих элементов выражают в единицах равновесного урана.

Для того чтобы определить коэффициент радиоактивного равновесия K_{pp} надо иметь информация количества радия и урана. С помощью опробования керна можно определить количества радия и урана в лаборатории.

K_{pp} между ураном и радием получают по формуле:

$$K_{pp} = C(U) \cdot 3.4 \cdot 10^{-7} / C(Ra),$$

где содержания урана и радия приведены в массовых долях процентах. При сохранении радиоактивного равновесия коэффициент равен единице. Если $K_{pp} < 1$, то равновесие сдвинуто в сторону радия, если $K_{pp} > 1$ то – в сторону урана.

В равновесии с 1 грамм U^{238} находится $3,4 \cdot 10^{-7}$ грамм Ra^{226} .



Рисунок 24 Ожидаемое радиоактивное равновесие

2.3 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса

Проектируемая залежь урана инфильтрационного типа, залегающих непосредственно на поверхности и под маломощным рыхлым чехлом в районе образуют открытые геофизические и геохимические ореолы которые легко фиксироваться радиометрической съемкой. Соответственно этот метод становится при поисках основным. Выявленные локальные аномалии проверяются эманационными методами, осуществляется их вскрытие канавами или шурфами, оценка на глубину – мелкими рекогносцировочными скважинами, а в дальнейшем – разбуривания перспективных участков равномерной сетью скважин с отбором необходимых проб и проведением технологических исследований руд.

С учетом изученности предшествующими геофизическими работами, геологического строения, степени применимости и эффективности геофизических методов, а также аппаратных возможностей в составе комплекса геофизических работ планируется проведение следующих методов геофизических исследований:

- а) Радиометрия
- б) Пешеходная гамма спектрометрия (гамма спектральная съемка)

в) Электроразведка методом естественной поляризации (ЕП) способ потенциала

г) Вертикальное электрическое зондирование ВЭЗ

В комплекс обычно входит метод магниторазведка для подсечения разломной тектоники, однако 1981-ом году такие работы были проведены. В результате этих работ была построена кондиционная геологическая карта и оконтурены тектонические нарушения. Эти материалы были использованы в дипломном проекте. При помощи электроразведки выделяются локальные зоны проводимости. Радиометрия дает положение радиоактивных аномалий, а спектрометрия определит энергию гамма квантов. ВЭЗ можно определить толщину и границу слоев.

С целью определения K_{pp} коэффициент радиоактивного равновесия будет проводиться керна бурения в нескольких местах. С помощью керна будут определены количество урана и радия при лабораторных условиях.

Комплекс предложенных методов является высокопроизводительными и достаточно информативными.

2.4 Методика и техника полевых работ

2.4.1 Радиометрические исследования

Наши исследования проектируется на поисковой стадии работ. Размеры размещения объекта выбраны по аналогии с имеющимися планами аномалии на соседней площади со сходным геологическим строением. Размер гипотетического рудного тела, представляющего практический интерес, следующий: длина 2500 м ширина 500м (рис19).

В этом случае пешеходные радиометрические съемка с учетом простого геологического строения проводится в масштабе 1:25000 с протяженностью маршрутов до 1 км и расстояние между профилями 250 м между пикетами 50 м точками. При сети непрерывных наблюдений по параллельным равноотстоящим линиям вероятность P геометрического пересечения фигуры иглообразной формы сетью с расстоянием d между профилями

$$P=L/d$$

где L - проекция фигуры на перпендикуляр к двум соседним профилям рис.19.

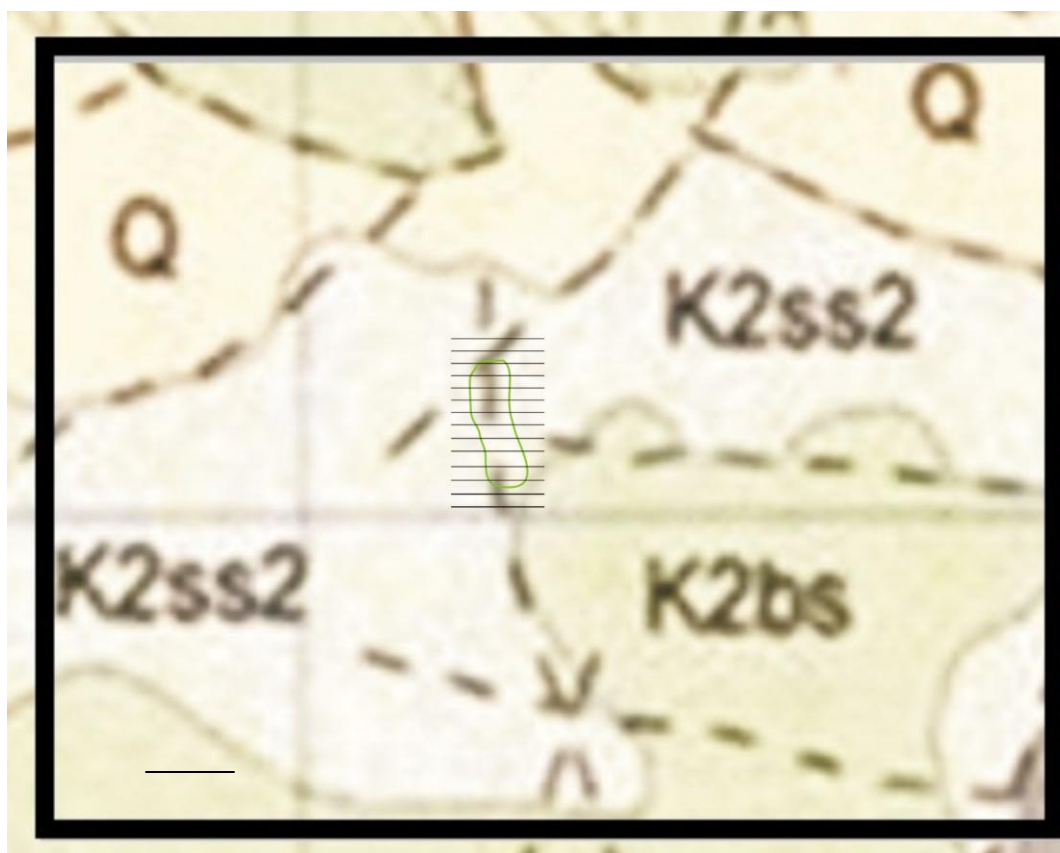


Рис.19 Участок исследований с гипотетической залежью

При проведении радиометрических работ будут использованы метод интегрального измерения гамма-радиоактивности, при которых оцениваются суммарное излучение всех трех (урана, тория, калия). И дифференциального (спектрометрического) измерения, позволяющие по характерным спектральным линиям гамма-излучения отдельно оценивать содержания урана (по радию), тория, калия.

Методы исследования: гамма метод, гамма-спектрометрия.

Аппаратура: Радиометр СРП-97, предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения и средней скорости счета регистрируемых гамма-квантов (рис.20). Может быть использован для изучения взаимодействия гамма-излучения с веществом.



Рисунок 20 Аппаратура: радиометр СРП-97

Технические характеристики:

Диапазон измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения (5 поддиапазонов), мкР/ч		0-3000
Основная отн. погрешность по ^{226}Ra , %		± 15
Диапазон измерения средней скорости счета гамма-квантов (5 поддиапазонов), с ⁻¹		0-10 000
Основная отн. погрешность, %		± 15
Энергетический порог, кэВ		25+5
Индикация: - визуальная - звуковая		стрелочный прибор головной телефон
Питание (аккумулятор, зарядное уст-во), В		12,5
Ресурс аккумулятора, ч, не менее		150
Температурный диапазон, °С		-20...+50
Габариты, мм:		Масса, кг:
- блока детектирования	56x155x480	1,3
- пульта	190x90x145	2,6

Методика проведения съемки и сеть наблюдений будет такая же, как для вышеуказанной гамма-съемки.

Гамма-спектрометрическим методом будем фиксировать на площади интенсивность гамма-излучения U (Ra), Th, K. При значении $E_\gamma > 1.0$ МэВ такими участками являются области фотопиков γ -линий 1,12 ; 1.76; 2,20 МэВ для U; 2,61 МэВ для Th и 1,46 МэВ для K.

Аппаратура: Гамма-спектрометр GS-512 (рис. 21) предназначен для полевых измерения энергетического распределения гамма-излучения, определения активности гамма-источников в геометриях, определяемых пользователями, а также для решения различных задач радиационного контроля.



Рисунок 21 Аппаратура: Гамма-спектрометр GS-512

Технические характеристики

Экран: LCD с разрешением 240 x128 пикс.
Клавиатура: мембранного типа с 21 кнопкой, пыле- водонепроницаемая, герметичная.
Звуковая индикация: пьезоэлектрический зуммер, работающий на частоте 4 кГц.
Интерфейс: USB.
Источник энергии: внутренний: 6D алкалиновых батарей или 6 NiCd аккумуляторов; внешний: зарядное устройство, 8 -15 V400 мА.
Ресурс батарей: не менее 8 часов при использовании алкалиновых батарей при температуре воздуха + 20°C.
Габариты: 235x100x125 мм.
Вес: 1,8 кг без батарей, 2.4 кг с батареями.
Единица измерения в % или ppm
Содержание урана, тория (ppm, г/т, 10 ⁻⁴ %) и калия (%).

Точность спектральных определений концентраций U и Th зависит от радиоактивного равновесия между определяемым и измеряемым радионуклидом, а для калия от содержаний изотопа ⁴⁰K, в природном (постоянно и принимается 0,0119%).

Равновесие в ряду тория устанавливается в течение десятков лет и практически природные ториевые концентрации всегда могут считаться равновесным. Равновесие в ряду U-Ra устанавливается около 1,5 млн лет, в течение которых разная миграционная способность этих элементов может приводить к их обособлению [9].

Для расчета фактических значений коэффициента радиоактивного равновесия необходимо на профиле заложить, как минимум, три скважины глубиной 200 м. По полученным данным по формуле:

$$KPP = U \cdot 3,4e^{-7} / Ra$$

По полученным данным строится график ожидаемое радиоактивное равновесие (рис. 19) для определения положения аномалообразующего тела.

2.4.2 Электроразведка

Наши исследования проектируется на поисковой стадии работ. В этом случае пешеходные электроразведочные съемки с учетом простого геологического строения проводится в масштабе 1:25000 с протяженностью маршрутов до 1 км и расстояние между профилями 250 м, между пикетами 50 м.

Размеры размещения объекта выбраны по аналогии с имеющимися планами аномалии на соседней площади со сходным геологическим строением. Размер гипотетического тела, представляющего практический интерес, следующий: длина 2500 м ширина 500м (рис19).

Метод ЕП

Элетроразведка методом естественной поляризации по способу потенциалов (ЕП) проводится выделить локальные зоны проводимости а ВЭЗ будет проектироваться чтобы толщину и границу слоев осадочных пород. Работы по методу ЕП будут проводиться в масштабах 1:25000 в целях определения границ окисления и восстановления. Профили разбиваются вкрест известного или ожидаемого простирания изучаемых объектов. В пределах участка планируется провести площадные электроразведочные работы в масштабе 1:25000 по сети 250х50 м. Объем 3,5 км² На поверхности будем измерить потенциал электрического поля.

При работе по способу потенциалов положение электрода М фиксировано, а электрод N последовательно перемещается по всем точкам исследуемого профиля (площади), с заданным шагом. В итоге полевых работ по методу ЕП строятся карты и графики распределения потенциала поля ЕП по площади.

В комплект аппаратуры метода ЕП входят два неполяризующихся электрода, измеритель напряжения с большим входным сопротивлением, соединительные провода, катушка.

В качестве заземлителей в методе естественного электрического поля используют неполяризующиеся электроды. Применение обычных заземлителей в виде железных или медных шпилек в методе естественного поля невозможно из-за большой и непостоянной разности их электродных потенциалов. Это связано с тем, что контакт металла с ионной средой осуществляется в неравновесных системах, т.е. на границе раздела металл – раствор происходит обмен ионами разного типа и состав солей в среде носит случайный характер. Следовательно, при перестановке металлических электродов по профилю они каждый раз будут приобретать новый электродный потенциал и приобретенный потенциал будет неустойчивым во времени. В самом неполяризующемся электроде металл (медь) соприкасается с раствором своей собственной соли (медным купоросом), который является промежуточной средой, обеспечивающей электрический контакт электрода с землей. В этом случае на границе раздела металл раствор происходит обмен ионами одного типа по схеме $Me \rightleftharpoons Me^{+}$, и металл в таких системах приобретает равновесный обратимый потенциал. По такому принципу работают медные неполяризующиеся электроды.

В качестве прибора для измерения разности потенциалов между двумя электродами можно использовать любой измеритель постоянного напряжения с большим входным сопротивлением (не менее 1 МОм). Аппаратура ЭНИКС

Аппаратура предназначена для выполнения электроразведочных работ методом сопротивлений на переменном токе (ВЭЗ, ЕП и пр.), естественного электрического поля (ЕП), определения наличия блуждающих токов, определения коррозионной активности грунтов и другими. Приборный комплекс ЭНИКС позволяет решать широкий круг задач: проводить электроразведочные наблюдения в рамках геологоразведочных работ, гидрогеологических, инженерно-геологических, геоэкологических изысканий, археологических исследований и другое.

Аппаратура имеет высокие метрологические характеристики, отличается надёжностью, высокой прочностью и эргономичностью, очень компактна, имеет небольшой вес: измеритель ЭНИКС-01 – 1,2 кг, генератор ЭНИКС-02 – 1,5 кг.



Рисунок 22 Аппаратура ЭНИКС

Проектируемые объемы геофизических работ
Таблица 2

Виды работ	Единицы измерения	Объем по проекту
1. Радиометрия	В. км	300 км ²
2. Гамма спектрометрия по сети 250х50 м	В км	3,5 км ²
3. ЕП по сети 250х50 м	В. км	3.5 км ²
4. ВЭЗ по сети 250х50 м	В. км	3.5 км ²

Метод ВЭЗ

На поверхности земли собирается установка, состоящая из двух питающих электродов А и В и двух измерительных (приемных) электродов М и N, расположенных симметрично относительно центра. Через А и В от батареи или генератора поступает электрический ток I , а между М и N с помощью прибора измеряют разность потенциала ΔU . На одной стоянке выполняем 20-25 подобных измерений при последовательном увеличении разносов.

При одном центре установки будет выполняться серия измерений тока в питающей цепи J и разности потенциалов ΔU в приемной линии для последовательно увеличивающихся разносов АВ и вычисляется значение ρ_k для каждого разноса.

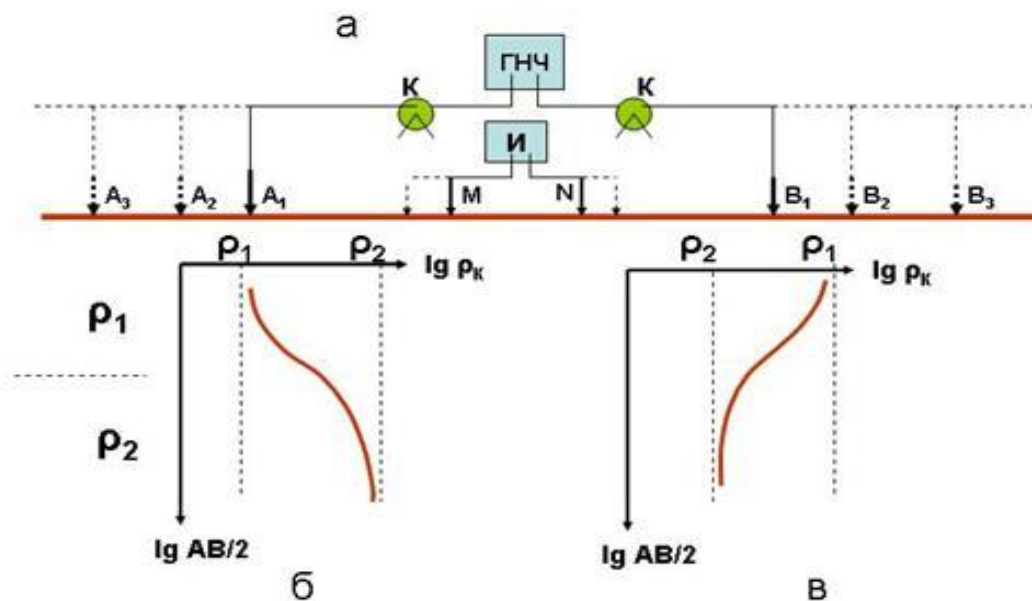


Рис .21 Методика работ при вертикальных электрических зондированиях

В процессе измерений на билогарифмическом бланке (с модулем 6,25 см) строится график зависимости кажущегося удельного электрического сопротивления от полуразноса питающих электродов $AB/2$.

2.5 Метрологическое обеспечение проектируемых работ

В комплекс проектируемых работ входят керновое буровые, топографо-геодезические и геофизические работы (радиометрия, гамма спектрометрия, электроразведочные) лабораторные исследования. При их проведении будут использованы средства измерения различных параметров.

Пользование приборами будет производиться в соответствии с техническими описаниями, инструкциями и правилами безопасности ведения работ.

Приборы в процессе эксплуатации будут проходить проверки в установленные сроки.

Сведения о средствах измерения приведены в таблице 3.

Таблица 3 Сведения о средствах измерений и метрологических параметрах

Измеряемая физическая величина (параметр)	Единица измерения	Требование по проекту		Средства измерения	Характеристика рабочих средств измерений			Место и дата поверки
		Диапазон измерений	Допуск. Погрешн. (в ед. измер.)		Тип	Диапазон измерения	Класс точности	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Разность потенциалов в линии MN	мВ	0.1-1000	5	Станция Электро-разведоч-ная	ЭНИКС	0.03-10000		Дулан
Ток в цепи АВ	А	0.01-1.0	2.5	то же	ЭНИКС	0.01-1.0		Дулан
Гамма-излучения	Мкр/ч	0-3000	±15	Стрелочный прибор	СРП-97	0-3000		Дулан
Содержания К, U, Th и полная гамма активность	в % или ppm				GS-512			Дулан

2.6 Топографические работы

Целевым назначением топографо-геодезических работ является вынос в натуру пунктов геолого-геофизических наблюдений, их закрепление и планово-высотная привязка. Геофизические работы проводятся по заранее подготовленному топографо-геодезическому обоснованию.

Площадь проектируемых работ располагается в пределах пустынного плоскогорья Гоби, с мелкогорным рельефом и абсолютными отметками 723-870 м,

для всех видов проектируемых топографо-геодезических работ категория трудности, согласно по условиям трудности при выполнении геолого-геофизических исследований район работ относится к V категории.

Методика, точность работ, оформление документации и стоимость определяются в соответствии с требованиями следующих документов:

1. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ, изд. 2014 г. Улан-батор

2. Руководство по ведению топографо-геодезической документации в системе Мингео Монголии, изд. 1995 г.

Сеть работ 250×50 м. По этой сети будут выполнены радиометрические и электроразведочные работы, общая площадь проведения которых составляет 3.5 км^2 . На участке будут профили на расстоянии 250 м с разбивкой пикетажа через 50 м.

Магистрали планируется разбить с помощью теодолита. Объем теодолитных ходов точности 1:25000 с разбивкой пикетов через 250 м составит 60 п.км. В связи с приобретением приборов GPS Stratus возможно в процессе работ разбивка магистралей будет выполняться с помощью этого прибора.

Профили прокладываются глазомерным вешением с применением геодезической буссоли ортогонально магистралям. Разбивка пикетажа на них производится в горизонтальном положении шагом 20 м 20-ти метровой стальной лентой или мерным шнуром в одном направлении, а углы наклона линий измеряются эклиметром с ошибкой не более 1° , поправки за наклон вводятся непосредственно на местности. Закрепление пунктов долговременными знаками производится путем установки столбов с крестовиной. На все эти пункты составляется список координат.

Для определения координат точек наблюдения при проведении геофизических маршрутов, будут использоваться спутниковые навигаторы GPS map 60Cx Garmin.

2.7 Камеральные работы

Камеральная обработка данных, полученных в результате выполнения комплекса наземных геофизических работ, будет проведена стандартным способом, согласно требованиям инструкций по электроразведке и радиометрии, а также с применением современных методов обработки на персональных компьютерах.

Продолжительность камерального периода определяется количеством наблюдений или продолжительностью полевого периода.

Исходные данные представлены в табличных файлах (xls, txt, dbf и др.), графическая информация – в файлах программы «Surfer» (srf).

При интерпретации необходимо прежде всего установить закономерности и особенности поведения полей, отражающих пространственное распределение определенных физических процессов и свойств пород, который в свою очередь связаны с геологическими факторами – составом пород, характером структур и т.д. Результатами анализа наблюденного материала являются карты и физические разрезы. Такие чисто геофизические документы служат основой для геологической интерпретации и уже сами несут определенную геологическую информацию.

Геологическая привязка геофизических данных производится путем сопоставления их с известными разрезами, прохождения дополнительных геологических маршрутов и, в случае необходимости, задания горных выработок. На основе геологической привязки структурно-корреляционным геофизическим картам и разрезам сообщается геологическое содержание и соответствующая геологическая номенклатура. Как правило, из-за недостатка привязочных данных и просто из-за слабой изученности геологической обстановки окончательная геологическая интерпретация геофизических данных оказывается неполной и в той или иной мере неоднозначной. Поэтому важнейшим требованием к обработке и интерпретации геофизических данных являются полный анализ и представление результатов геофизических работ в таком виде, в котором они могли бы служить геофизической основой при дальнейших работах на изучаемой территории.

В задачу камеральных работ входит окончательная обработка полевых материалов, их интерпретация и составление отчета. При камеральной обработке производятся выборочная проверка вычислений и правильности обработки осциллограмм, проверка оценки точности наблюдений по участкам и видам работ, определение временных и частотных параметров изучаемых объектов, вычерчивание необходимых графических приложений к отчету.

Обработка геофизических материалов будет проводиться в два этапа: полевой и камеральный.

Обработка данных полевых наблюдений ведется_ в следующем порядке.

1. Определяют среднюю абсолютную погрешность по участку (δ_{cp}). Для этого вычисляют абсолютные погрешности на всех точках, где проводились повторные и контрольные измерения, как разность между основными и повторными (контрольными) наблюдениями. Обычно это 5, 10, 15-я и т. д. точки:

$$\delta_5 = \Delta U_{осн5} - \Delta U_{повт5}; \delta_{10} = \Delta U_{осн10} - \Delta U_{повт10}; \text{ и т.д.}$$

Эта разность не должна превышать 5 мВ, но в отдельных точках допускается 15 мВ. Средняя абсолютная погрешность вычисляется по формуле

$$\delta_{cp} = \frac{\sum \delta_i}{i},$$

где δ_i — абсолютная погрешность на отдельных точках;

i — число повторных и контрольных наблюдений.

Все значения абсолютных погрешностей (с указанием номеров точек) и δ_{cp} по участку вносятся в графу 6 журнала (см. табл. 1).

2. Вычисляют среднее значение разности потенциалов ΔU_{cp} между нулевыми точками профилей по результатам прямого и обратного ходов:

$$\Delta U_{cp} = \frac{\Delta U_{np} + \Delta U_{обп}}{2}.$$

Расхождение между ΔU_{cp} и ранее замеренным ΔU не должно превышать утроенной величины средней абсолютной погрешности ($3\delta_{cp}$). Вычисленные ΔU_{cp} записывают в графу 2 журнала против нулевых точек соответствующих профилей.

3. Вычисляют по данным увязочных ходов значения потенциалов нулевых точек всех профилей по отношению к начальной точке съемки и вписывают их в графу 4 журнала. За начальную точку съемки обычно берут нулевую точку профиля I, хотя можно взять любую другую точку: $U_{011} = U_{01} + \Delta U_{cp}$ и т. д.

4. Вычисляют потенциалы точек наблюдений по каждому профилю, для чего к значению потенциала на нулевой точке данного профиля прибавляют (алгебраически) ΔU между нулевой и первой точками, между нулевой и второй точками и т. д., т. е. $U_{0(1)} = U_{0(0)} + \Delta U_{0;1}$; $U_{0(2)} = U_{0(0)} + \Delta U_{0;2}$ и т.д.

Результаты съемки в методе ЕП изображаются в виде карт-графиков потенциала (рис. 2) или листов графиков потенциала. Различаются они тем, что на картах графиков расстояние между профилями дается в масштабе, а на листах графиков оно берется произвольно, но так, чтобы графики соседних профилей не пересекались.

Когда результаты работ необходимо представить в схематизированном виде, строят карты изолиний потенциала (рис. 3). Сечение изолиний выбирают в зависимости от интенсивности поля.

При построении карт и графиков необходимо обращать внимание на выбор масштаба. Горизонтальный масштаб обычно соответствует масштабу съемки. Вертикальные масштабы рекомендуются следующие: в 1 см 20 мВ для спокойных полей и в 1 см 100 мВ для аномальных полей.

На графики потенциала должны наноситься данные всех наблюдений: основных (точками), контрольных (крестиками), повторных (треугольниками). Кривая проводится через значения основных наблюдений.

Карты графиков и изолиний потенциала для наглядности раскрашиваются (отрицательные поля — красным цветом, положительные—синим) или дается соответствующая штриховка.

К окончательному отчету будет приложена следующая результативная графика:

- Планы топогеодезического обеспечения геофизических работ масштаба 1:25000.
- Планы изолиний радиоактивного поля
- Планы графиков и кривая кажущегося сопротивления
- Геоэлектрический разрез
- Схема результатов интерпретации геофизических материалов масштаба 1:25000 с выделением перспективных участков.

Обработка геофизических материалов будет выполняться в соответствии с техническими инструкциями.

В связи с особенностями геологического строения проектируемой площади, материалы радиометрий и электроразведки относятся к сложным, поэтому при проведении количественной интерпретации учитывается коэффициент 1,2.

В полевой период будет произведена первичная обработка полевого материала, включающая следующие виды работ:

- составление в программе «Excel» таблиц баз данных радиометрической съемки и электроразведки;
- построение с применением программы «Surfer» планов аномального радиоактивного поля (гамма поля) участка работ масштаба 1:25000;

- построение с применением программы
- составление с применением программы «ArcGis» рабочей топоосновы.

В камеральный период будут выполнены следующие работы:

- обработка материалов радиометрической съемки, электроразведки на персональном компьютере;
- окончательное построение схем топографо-геодезических планов участков масштаба 1:25000, вынесение на них фактического материала;
- построение основной отчетной графики;
- анализ полученных материалов и написание отчета по геофизическим работам.

2.8 Интерпретация геофизических данных

2.8.1 Интерпретация материалов радиоактивных методов

В задачу интерпретации радиометрических данных входит: а) анализ физико-геологических факторов, влияющих на структуру аномального поля; б) определение генетической природы региональных и локальных аномалий и выявление рудных аномалий, связанных с урановым оруденением; в) определение линейной и площадной продуктивности U в пределах рудных аномалий и прогнозная оценка запасов U ; г) выделение (в сочетании с другими геолого-геофизическими данными) границ участков для детальных исследований и мест заложения скважин и горных выработок; д) получение данных к подсчету запасов U , Th , K .

Из-за малой проникающей способности ионизирующих излучений уверенная количественная интерпретация, связанная с расчетами линейных и объемных запасов U , возможно лишь там где информация идет с представительного горизонта автохтонных отложений или с горизонта опробования рудных тел.

К окончательному отчету будет приложена следующая результативная графика:

- Планы изолиний радиоактивного поля
- Схема результатов интерпретации радиометрических материалов масштаба 1:25000 с выделением перспективных участков.

Обработка геофизических материалов будет выполняться в соответствии с техническими инструкциями.

2.8.2 Интерпретация электрических методов

При интерпретации метода ЕП в первую очередь проводят качественную интерпретацию материала съемок ЕП. Она заключается в анализе морфологии поля (позволяющем выделить локальные аномалии различных порядков), в сравнении карт ЕП с топографическими картами (для выявления фильтрационных аномалий) и т. п. При этом должна учитываться и оцениваться геологическая природа отдельных аномалий и аномальных зон, выделяться профили для количественной интерпретации.

Достоверность количественной интерпретации очень сильно зависит от степени соответствия реальных рудных тел (зон фильтрации и т. п.) простым физическим моделям (шар, цилиндр, пласт и т. д.), для которых на основе решений прямых задач разработаны приемы численного истолкования результатов. Когда необходимая априорная информация о форме объектов отсутствует, интерпретация носит больше оценочный (полуколичественный) характер.

В способе «характерных точек» по сглаженному графику определяют ширину аномалии и на уровне половины ее амплитуды или расстояние между точками пересечения касательных линий к экстремумам и к точке перегиба графика U . Анализируя результаты решений прямых задач для локальных тел, можно получить следующие выражения для нахождения глубин залегания шара (hm), горизонтального и вертикального цилиндров, вертикального пласта.

В литературе описаны способы оценки глубины залегания изометричных, цилиндрических, пластовых поляризованных залежей с помощью логарифмических палеток. Преимущество этого способа заключается в использовании при интерпретации всей наблюдаемой кривой потенциала, а не ее особых точек.

Интерпретация результатов геофизических работ включает анализ наблюдаемых полей, установление связи между особенностями полей и геологической обстановкой (геологическая привязка) и собственно геологическую интерпретацию геофизических данных, сопровождаемую построением

соответствующих геологических документов (карт, разрезов). Интерпретация – единый процесс, который начинается с постановки полевых работ и завершается при составлении отчета.

Интерпретация кривых ВЭЗ – Interpretatio (лат.) – толкование, раскрытие смысла чего-либо. Под интерпретацией кривых ВЭЗ обычно понимается комплекс работ, цель которых состоит в наиболее полном и достоверном геологическом истолковании наблюденных кривых ВЭЗ. Под этим понимают привязку слоёв геоэлектрического разреза с различным удельным электрическим сопротивлением к стратиграфическим горизонтам и выяснение глубины и условий их залегания. Интерпретационная работа, после окончания полевых исследований, может быть схематически подразделена на три этапа:

- 1) изучение геоэлектрического разреза;
- 2) качественная интерпретация кривых ВЭЗ;
- 3) количественная интерпретация кривых ВЭЗ.

Качественной интерпретацией называют весьма важный этап работы, обычно предшествующий количественному истолкованию кривых ВЭЗ. В продолжение этапа тщательно анализируют весь материал электроразведки с точки зрения отражения видом кривых ВЭЗ особенностей геоэлектрического разреза и закономерностей его изменения. Изучают всю имеющуюся по данному участку геологическую информацию, результаты интерпретации ГИС и кривые ГИС скважин. Информация о геоэлектрическом разрезе, получаемая с помощью электрозондирования, весьма разнообразна. В задачу интерпретатора входит максимальное её извлечение и использование. Это можно осуществить уже на этапе её качественного анализа всего количества кривых ρ_k , полученных на участке исследований за полевой период.

Самое общее представление о характере геологического строения конкретного участка даёт схема типов кривых ρ_k . Определяют параметры электрических слоёв и изменение этих параметров на площади разведки. Составляют карты типов кривых ВЭЗ и карты кажущихся сопротивлений, карты проводимостей, карты изменения положения экстремальных точек кривых ВЭЗ и другие профили и карты, дающие общее качественное представление о геологическом строении участка исследования. В результате такого анализа кривых ВЭЗ вместе с изучением всех

имеющихся геологических и других материалов по участку намечают приёмы количественного истолкования, принимают исходные параметры для количественной интерпретации.

Результатами количественного истолкования кривых ВЭЗ служат карты рельефа поверхностей опорных электрических горизонтов и геоэлектрические разрезы. Переход от разреза представленного (аппроксимированного) некоторой моделью к кривой зондирования называется решением прямой задачи ВЭЗ. Решение прямой задачи выполняется с помощью палеток или специальных компьютерных программ. Обратная процедура, т. е. переход от кривой зондирования к соответствующей ей модели разреза называется обратной задачей ВЭЗ. В основу методов количественной интерпретации положена интерпретационная модель геоэлектрического разреза в виде горизонтально-слоистой кусочно-однородной среды. Отклонения реальных разрезов от этой модели обычно приводит к уменьшению точности интерпретации. В настоящее время существует множество приёмов интерпретации для горизонтально неоднородных сред, а также для горизонтально слоистых разрезов, в которых отдельные горизонты сложены породами с удельным электрическим сопротивлением, меняющимся в вертикальном направлении (градиентные зоны). Количественные методы дают возможность получить численные характеристики геоэлектрического разреза (мощность горизонтов, угол падения и др.) с некоторой погрешностью, которая в общем случае может быть оценена.

Наиболее распространённым способом интерпретации является палеточный. Палеточный способ интерпретации кривых ВЭЗ основан на сравнении интерпретируемых полевых кривых и кривых, рассчитанных теоретически. Приемы такой интерпретации определяются, прежде всего, числом горизонтов в разрезе и соотношением их сопротивлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом дипломного проекта является рассмотренный комплекс геофизических исследований. По заключению район исследуемого участка находится в перспективной зоне. Были построены на основе изучения геологического строения участка исследований и физических свойств петрофизических комплексов, слагающих разрез, проведено построение обобщенной физико-геологической модели рудного тела. Выбор комплекса геофизических работ на участке исследований выполнен на основе анализа геолого-геофизической изученности юго-восточной части Дорногобийской области.