



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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01. Геология
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Геологические особенности строения рудных тел и интенсификация добычи урана на основе данных 3D-моделирования месторождения Южный Инкай (Южный Казахстан)	
УДК 004.9:553.495(574.5)	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ11	Бечанов Дмитрий Муратович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Е. Г.	Д. Г.-М. Н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Рыжакина Т.Г.	К. Э. Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения общетехнических дисциплин	Сечин А.А.	К. Т. Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Е. Г.	Д. Г.-М. Н.		

Томск – 2023 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе подготовки магистров по направлению 05.04.01 «Геология»

Код результата	Результат обучения
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-5	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК(У)-2	Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ОПК(У)-4	Способен профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач
ОПК(У)-5	Способен критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Владеет навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры
ПК(У)-2	Способен самостоятельно проводить научные эксперименты и исследования в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации
ПК(У)-3	Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии
ПК(У)-4	Способен самостоятельно подготавливать и проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные исследования при решении практических задач геологии стратегических металлов
ПК(У)-5	Способен самостоятельно выбирать, подготавливать и профессионально

	эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы в области геологии стратегических металлов
ПК(У)-6	Способен к комплексной обработке и интерпретации полевой и лабораторной информации с использованием современных методов с целью решения научно-производственных задач
Дополнительные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования, обобщать и анализировать полученную информацию, формулировать заключения и рекомендации



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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 05.04.01. Геология
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата)

Языков Е.Г.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ11	Бетчанову Дмитрию Муратовичу

Тема работы:

Геологические особенности строения рудных тел и интенсификация добычи урана на основе данных 3D-моделирования месторождения Южный Инкай (Южный Казахстан)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

20.01.2023г. №20–8/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

14.06.2023 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Фондовые и рабочие материалы предприятия. Публикации в периодической печати, фондовые источники, интернет-ресурсы, самостоятельно собранный материал.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Общие сведения о районе работ; - Геологическая характеристика месторождения; - 3D-моделирование: анализ, разработка и прогнозирование; - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. - Социальная ответственность;
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Разрезы разведочного профиля мынкудукского и инкудукского горизонта месторождения Южный Инкай.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p>	<p style="text-align: center;">Рыжакина Татьяна Гавриловна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Сечин Андрей Александрович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Geological peculiarities of the structure of ore bodies on the example of the South Inkai deposit</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Е. Г.	Д.г.-м.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ11	Бетчанов Дмитрий Муратович		



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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 05.04.01. Геология
Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии
Уровень образования Магистратура
Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр
2022 /2023 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерской диссертации

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.11.2022	Глава 1. Общие сведения о районе работ	
15.12.2022	Глава 2. Геологическая характеристика месторождения	
25.05.2023	Глава3.3D-моделирование: анализ, разработка и прогнозирование	
20.04.2023	Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
20.05.2023	Глава 5. Социальная ответственность при разработке урана на месторождении буденовское	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Е.Г.Язиков	Д.Г.-М.Н.,		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Е.Г.Язиков	Д.Г.-М.Н.,		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ11	Бетчанову Дмитрию Муратовичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Геологические особенности строения рудных тел и интенсификация добычи урана на основе данных 3D-моделирования месторождения Южный Инкай (Южный Казахстан)	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<p>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</p> <p>2. Матрица SWOT</p> <p>3. График проведения и бюджет проекта</p> <p>4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ11	Бетчанов Дмитрий Муратович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ11	Бетчанову Дмитрию Муратовичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геология

Тема ВКР:

Геологические особенности строения рудных тел и интенсификация добычи урана на основе данных 3D-моделирования месторождения Южный Инкай (Южный Казахстан)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования - урановое месторождение Южный Инкай (Южный Казахстан) Рабочая зона – рабочее место инженера-геолога в офисе рудника Южный Инкай, оснащенное ПК, для построения геологических разрезов и 3-d модели. Области применения – урановая промышленность.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. 	<ul style="list-style-type: none"> - ТОИ Р-45-084-01; - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019).
<p>2. Производственная безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора 	<ul style="list-style-type: none"> – недостаточное освещение рабочей зоны; – отклонение параметров микроклимата; – нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса; – недостаточная проветриваемость помещения; – предлагаемые средства защиты при работе на месторождении: средства индивидуальной защиты (СИЗ) от воздействия вредных производственных факторов,

	<p>спецодежда и спец. обувь.</p> <p>Выявить опасные факторы, связанные с количеством воздуха, необходимым для обеспечения нормативных параметров воздушной среды в рабочей зоне, провести расчет воздухообмена при механической вентиляции.</p>
3. Экологическая безопасность	<p>Воздействие на селитебную зону: радиоактивное заражение территории при аварии</p> <p>Воздействие на литосферу: твердые радиоактивные отходы, разливы кислоты</p> <p>Воздействие на гидросферу: выделение радионуклидов и химических веществ, которые могут загрязнять поверхностные и подземные воды, отходы и хвосты (остаточные продукты обогащения урана), которые могут попадать в окружающую среду.</p> <p>Воздействие на атмосферу: испарение остаточных продуктов обогащения урана, выбросы радонового газа.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – аварии, связанные с оборудованием и техническими системами. Может включать разрывы трубопроводов; – разливы химических реагентов, радионуклидов и других опасных веществ; – выброс радиоактивных материалов в окружающую среду, проникновение радиации в рабочие помещения, или несоблюдение правил радиационной безопасности; – пожары и взрывы. <p>Наиболее типичная ЧС: пожары и взрывы, которые представляют серьезную угрозу для безопасности. Могут быть вызваны неправильным обращением с огнем, несоблюдением правил безопасности или техническими сбоями. Пожары и взрывы могут привести к материальным потерям, травмам и загрязнению окружающей среды.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения общетехнических дисциплин	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ11	Бетчанов Дмитрий Муратович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 110 с., 25 рис., 23 табл., 20 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: месторождение Южный Инкай, добыча урана, интенсификация, 3D-моделирование, рудные тела.

Объектом исследования является 3D-модель, созданная на основе геологических и геофизических данных месторождения Южный Инкай.

Цель работы – анализ геологических особенностей строения рудных тел и интенсификация добычи урана на основе данных 3D-моделирования месторождения Южный Инкай.

Область применения: полученные результаты могут использоваться при дальнейшей добыче исследуемого района, а также служить фоном для эффективного использования ресурсов месторождения.

Обозначения и сокращения

ПСВ – Подземное скважинное выщелачивание

3D – Три измерения

ЗПО – Зона пластового окисления

ГК – Гамма-каротаж

КС – Каротаж кажущегося сопротивления

ПС – Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации

КНД – Каротаж методом мгновенных нейтронов деления

ВР – Выщелачивающий раствор

ПР – Продуктивный раствор

SWOT – Сокращение от английских слов Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

ТК – Трудовой кодекс

КАЭ – Комиссия атомной энергии Республики Казахстан

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	15
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ	16
1.1 Географо-экономическая характеристика района	16
1.2 История геологического изучения района.....	19
2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	22
2.1 Геологические особенности строения рудных тел на примере месторождения Южный Инкай	22
2.2 Характеристика минерального состава руд	24
2.3 Текстурно-структурные особенности руд	27
2.4 Стратиграфия.....	30
2.5 Тектоника	34
2.6 Гидрогеологические условия	36
3. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ: АНАЛИЗ, РАЗРАБОТКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ 39	
3.1 Методика 3D-моделирования	39
3.2 Описание процесса создания модели.....	41
3.3 Использование геологических данных при моделировании	43
3.4 Интенсификация добычи урана на основе данных 3D-моделирования.....	46
3.5 Анализ текущих методов добычи урана.....	50
3.6 Разработка новых методов на основе 3D-моделирования	52
3.7 Прогнозирование эффективности новых методов.....	53
3.8 Выводы и рекомендации по применению методов 3D-моделирования при добыче урана на месторождении.....	54
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	56
4.1.Предпроектный анализ	57
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	57
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	57

4.1.3.	SWOT-анализ.....	58
4.2.	Планирование научно-исследовательских работ.....	60
4.2.1.	Структура работ в рамках научного исследования.....	60
4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	61
4.3.	Бюджет научно-технического исследования	64
4.3.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования	64
4.3.2	Расчет амортизации специального оборудования.....	64
4.3.3	Расчет материальных затрат научно-технического исследования	65
4.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	68
4.3.5	Накладные расходы	68
4.3.6	Бюджет НИР	69
4.4.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	69
4.4.1	Оценка абсолютной эффективности исследования.....	69
4.4.2	Оценка сравнительной эффективности исследования.....	74
4.5.	Выводы по разделу.....	77
5.	Социальная ответственность при выполнении научно-исследовательских работ по изучению геологических особенностей строения рудных тел и 3D-моделирования месторождения Южный Инкай (Южный Казахстан)	78
5.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
5.1.1	Правовые нормы трудового законодательства	78
5.1.2.	Эргономические требования к организации рабочего места	81
5.2.	Производственная безопасность.....	83
5.3.	Анализ опасных и вредных производственных факторов	84
5.4.	Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	86
5.5.	Экологическая безопасность.....	88
5.6.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	90

5.7.Выводы по разделу.....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	95
Приложение А	97
Приложение Б	98

ВВЕДЕНИЕ

Месторождение Южный Инкай является крупнейшим урановым объектом в Шу-Сарысуйской урановорудной провинции и граничит на севере – с месторождением Мынкудук, на юге – с месторождением Буденновское. Добыча урана на месторождении Южный Инкай осуществляется методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) серноокислотными растворами. Этот метод считается наиболее рациональным способом и благоприятным по горно-геологическим, экологическим и геотехнологическим условиям.

В контексте месторождения Южный Инкай, расположенного в Южном Казахстане, геологическое строение рудных тел исследуется с использованием современных методов и технологий, включая 3D-моделирование. В итоге полученные результаты позволят получить более полное представление о геологической структуре месторождения, оптимизировать процессы добычи и повысить эффективность использования ресурсов.

Цель работы. Разработка 3D-модели месторождения Южный Инкай, которая позволит более эффективно использовать ресурсы месторождения и интенсифицировать добычу урана.

Данная модель будет использована для более точного определения расположения и характеристик рудных тел, а также для разработки оптимальных стратегий добычи урана.

Задачи исследования:

1. Изучить геологическое строение района месторождения;
2. Создание 3D-модели месторождения на основе геологических данных;
3. Провести анализ по применению методов 3D-моделирования.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ

Инкай — крупнейшее пластово-инфильтрационное месторождение в Казахстане и СНГ. Оно расположено в Мынкудукском рудном районе, где контролируется передовой частью гигантской дуги, которую образуют региональные рудоконтролирующие фронты пластового окисления в проницаемых горизонтах верхнего мела. Рудоносные, зоны месторождения прослеживаются с северо-востока на юг на расстояние около 55 км при их общей ширине от 7 до 17 км. На северо-востоке Инкай отделяется от Мынкудука перерывом рудоносной полосы в районе антиклинальной структуры Центральной.

Месторождение открыто в 1976 г. партией №27 (начальник В. Н. Плеханов, главный геолог Н. Н. Петров) в ходе поисково-рекогносцировочного бурения. В 1979—1983 гг. была проведена его предварительная разведка, а в 1984—1991 гг. — первый этап детальной разведки, выполнявшейся специально созданной экспедицией № 7. В тот период был осуществлен натурный многоскважинный эксперимент по извлечению урана способом подземного выщелачивания и в результате подтверждена не только высокая рентабельность добычи урана этим методом, но и принципиальная возможность попутного извлечения из урановых руд других компонентов: скандия, рения, редкоземельных элементов [9].

1.1 Географо-экономическая характеристика района

В административном отношении район работ входит в состав Южно-Казахстанской области, а южная часть участка в состав Кызылординской области Республики Казахстан [5].

Площадь участка работ расположена на плато Бетпак-Дала, представляющем песчано-глинистую, полого наклонённую с севера на юг равнину, осложнённую бессточными такырами, дефляционными котловинами и редкими куполовидными поднятиями. Абсолютные отметки – от 160 м до 200

м. с запада и юга плато Бетпак-Дала ограничено крутыми склонами-чинками.

Гидрографическая сеть района формируется временно действующими реками Шу, сарысу и Бактыкарын. Реки имеют водоток только в паводковый период (май – июнь), позднее разбиваются на отдельные плесы с горько-соленой водой. Минерализация вод меняется от 2,1 г/дм³ до 9,0 г/дм³, на отдельных участках реки Бактыкарын соленосность воды в конце лета достигает 212 г/дм³.

Климат района резко континентальный и характеризуется значительными годовыми и суточными амплитудами колебаний температуры, суровой зимой, жарким летом, короткой весной, сухостью воздуха и малым количеством осадков. По данным наблюдений метеостанции "Бетпак-Дала", средняя годовая температура воздуха плюс 6 °С, плюс 9 °С, абсолютный максимум температур наиболее жарких месяцев июня – июля составляет плюс 43 °С, абсолютный минимум минус 35 °С наблюдается в январе. суточные колебания температуры воздуха в летние месяцы достигают 14 °С.

Средняя годовая сумма осадков - в пределах от 130 мм до 140 мм. Количество твердых осадков составляет от 22 % до 40 % от годового количества. средняя влажность воздуха - в пределах от 56 % до 59 %.

Для района характерны сильные, почти непрерывно дующие ветры. среднегодовое число штилей не превышает 17 %. Преобладающее направление ветра - северо-восточное и восточное, средняя скорость от 3,8 м/с до 4,6 м/с, нередки пыльные бури [9].

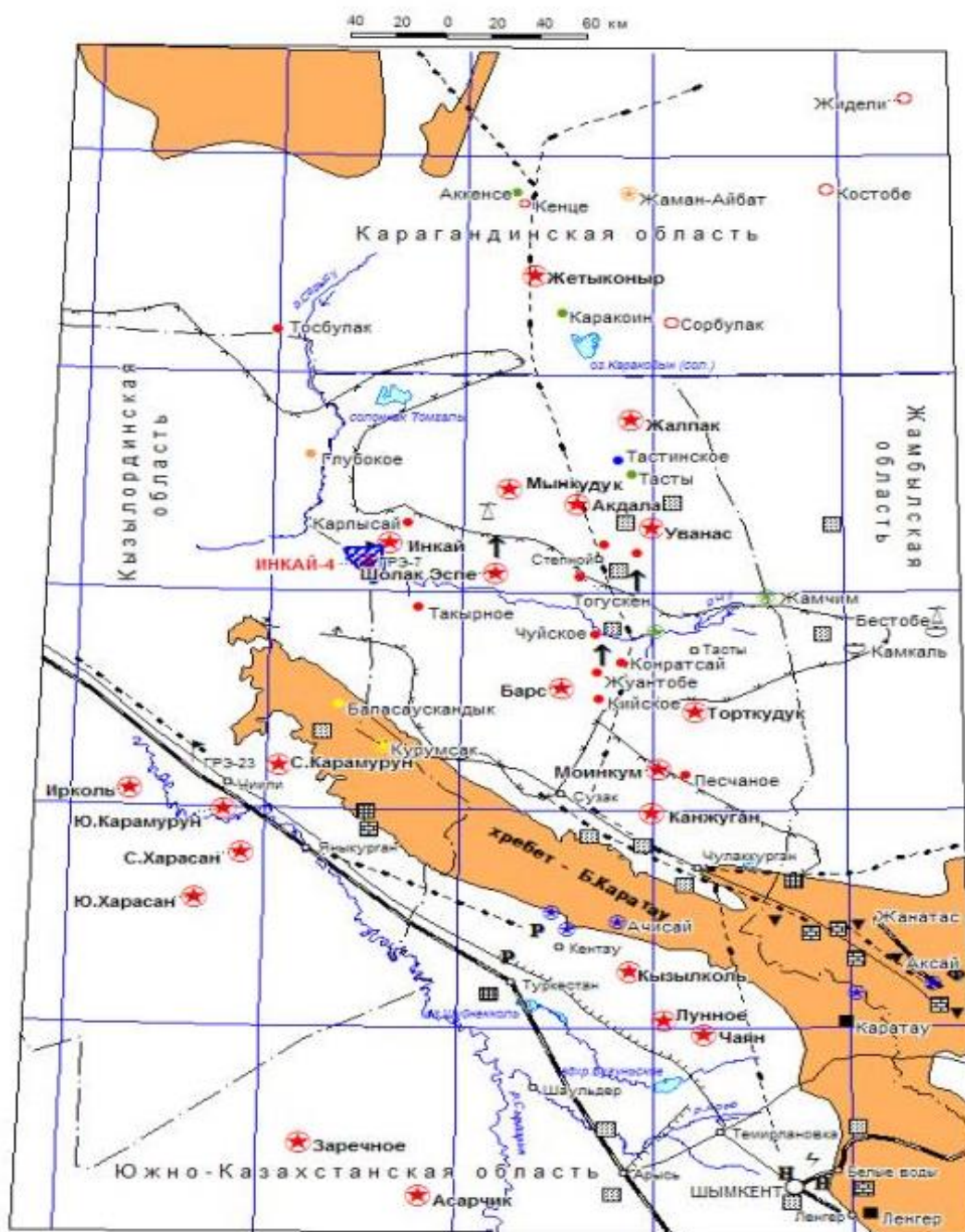


Рисунок 1 – Обзорная административная карта района

На юге месторождения Инкай распространены преимущественно песчаные почвы и только на такырах они сменяются глинистыми, суглинистыми, обычно сильно засоленными почвами [9].

Месторождение находится в благоприятных условиях для добычи урана способом ПСВ – минерализация пластовых вод продуктивных горизонтов составляет от 2 г/дм³ до 5 г/дм³.

1.2 История геологического изучения района

Заложение Шу-сарысуйской эпикаледонской впадины относится к началу каледонского орогенеза [3].

В триас-юрское время осадкообразование происходило лишь за пределами района месторождения – в Леонтьевском и Турланском грабенах (хр. Б.Каратау). Остальные площади в обрамлении Шу-сарысуйской депрессии и в самой депрессии в это время имели вид приподнятого денудационного плато, где в условиях гумидного и субаридного климата протекали процессы интенсивного химического и физического выветривания домезойских пород. Эти процессы привели к дезинтеграции этих образований с высвобождением ряда элементов и минералов и переводу их в миграционноспособные формы.

В начале раннего мела активизационный режим сменяется платформенным. В неокоме, апте, альбе центры седиментации по-прежнему остаются за пределами района. В литологически благоприятных сероцветных породах накапливаются спорадические концентрации урана сорбулакского типа. В сеномане в понижениях рельефа зарождаются центры позднемеловой седиментации (пестроцветные песчано-глинистые отложения с гравием и галькой).

Особенностью раннетуронского этапа развития является устойчивое расширение области осадконакопления. Территория района была занята аккумулятивной озерно-аллювиальной равниной с накоплением гравийно-песчаных и пестроцветных глинистых отложений мынкудукского горизонта. К этому времени относится зарождение и активизация деятельности рек палео-Чу, палео-сарысу и их притоков. Осадкообразование происходило в условиях влажного и теплого климата. Каратау, Итмурунская ступень представляли собой приподнятые участки с преобладанием денудационных процессов и с резко ограниченным осадконакоплением.

После короткого периода тектонического покоя в конце турона произошло обширное воздымание окружающих депрессию поднятий, что привело к накоплению грубообломочных высокопроницаемых галечно-гравийных отложений инкудукского горизонта. структурный план развития района в целом унаследован с

раннего турона, но активность аллювиальной деятельности в инкудукское время была выше. Преобладание в разрезе горизонта зеленоцветных и пестроцветных отложений свидетельствуют о некоторой аридизации климата в это время.

В конце верхнего мела и раннем палеоцене вся депрессия и район работ явились ареной глубокого развития процессов регионального выравнивания и выветривания в окислительных средах с формированием мощной зоны грунтового окисления.

Отложения раннего-позднего палеоцена (уванасский горизонт) накопились в условиях фаций низовий рек, надводной и подводной дельты, заболоченных озерных бассейнов морского побережья.

В конце палеоцена - начале эоцена начался длительный период морских трансгрессий, в течение которого море трижды наступало на район. Поздний эоцен является временем максимальной за весь мезозойско-кайнозойский этап морской трансгрессии. Район обрамления депрессии представлял в эоцене приподнятую холмистую равнину с богатой субтропической растительностью.

По-видимому, уже к концу позднего эоцена относится регрессия морского бассейна и начало длительного (не менее 9 млн лет) стратиграфического перерыва.

Раннеолигоценовая эпоха в районе отмечена разрастанием областей поднятий – начался активизационный период неотектогенеза, возникновение которого связывается с бактыкаринской тектонической фазой (25–30 млн лет назад). Для этого времени характерен вид приподнятой денудационной страны, где господствовали процессы выветривания и корообразования в окислительных условиях.

В позднем олигоцене следует новое воздымание областей обрамления Шусарысуйской депрессии, с которыми связывается начало развития региональных ЗПО в отложениях верхнего мела, палеоцена и эоцена. Эти процессы сопровождаются накоплением преимущественно красноцветных слабокарбонатных образований бетпакдалинской свиты. Длительный суборогенный период неотектогенеза (P32-N22), в которой была сформирована главная часть региональных ЗПО, контролирующих урановое оруденение, завершается в позднем

плиоцене [5].

В конце позднего плиоцена резкая активизация глыбово-блоковых движений привела к формированию высокогорных сооружений в орогенных областях Южного Казахстана. В предгорных областях, в межгорных впадинах отложения этого возраста представлены мощными грубообломочными молассами, которые с удалением от предгорий сменяются мелкообломочными и глинистыми образованиями. На территории района месторождения они проявлены спорадически. Тем не менее, орогенические процессы, развивающиеся за пределами района, определяют гидрогеологический режим региона. Интенсификация гидродинамических процессов в Шу-сарысуйском артезианском бассейне вызвала на многих участках довольно резкие перемещения ранее сформировавшихся ЗПО и связанного с ними уранового оруденения.

2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

2.1 Геологические особенности строения рудных тел на примере месторождения Южный Инкай

Инкай – крупнейшее пластово-инфильтрационное месторождение в Казахстане, СНГ, бывшем союзе. Оно контролируется передовой частью гигантской дуги регионального фронта пластового окисления в проницаемых горизонтах Чу-Сарысуиской депрессии (Рис. 2).

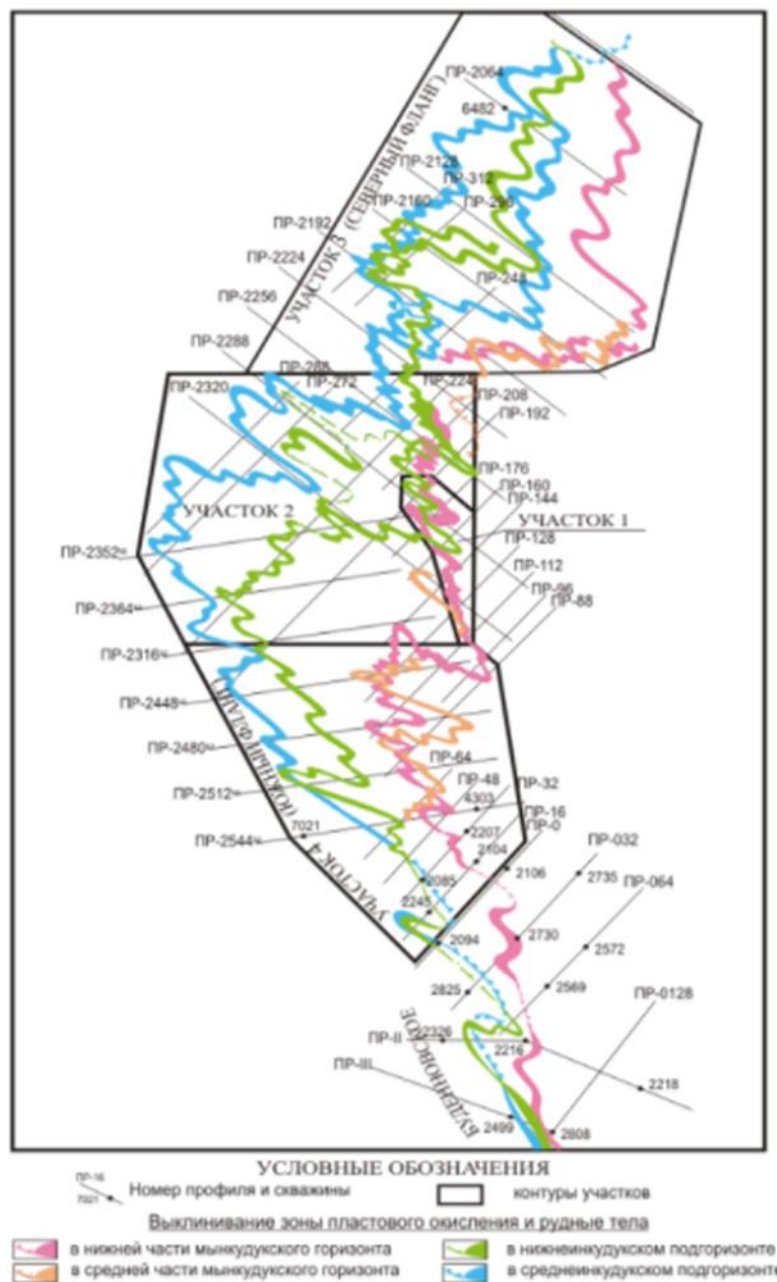


Рисунок 2 – Схема рудоносности месторождения Инкай с разбивкой на участки

Месторождение протягивается в субмеридиальном направлении на расстоянии около 55 км при общей ширине рудной полосы от 7 до 17 км. В геологическом строении депрессии участвуют образования трех структурных этажей: нижнего-складчатого каледонского фундамента, среднего-промежуточного полуплатформенного и верхнего-мезозойско-кайнозойского платформенного чехла.

Геологический разрез мезозойско-кайнозойских отложений вполне соответствует Мынкудукскому месторождению. Мынкудукский горизонт формировался в условиях развития аллювиальной системы (с севера на юг). Для него характерна цикличность от русловых фаций до пойменно-старичных. Мощность его возрастает с северо-востока на юго-запад от 30 до 90 м.

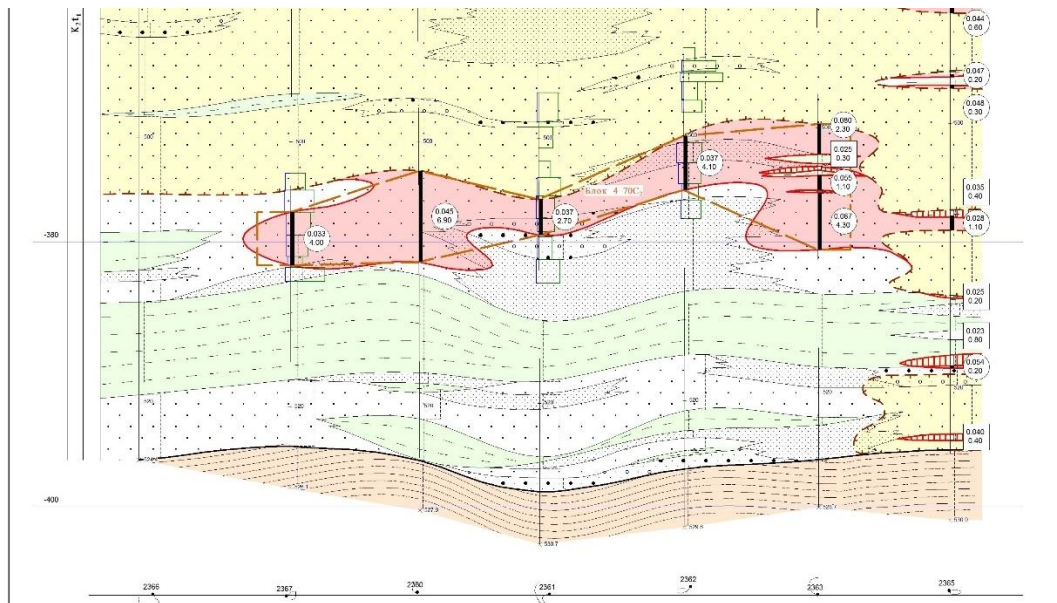


Рисунок 3 – геологоразведочный разрез по профилю (Мынкудукский горизонт)

Особенностью инкудукского горизонта на месторождении Инкай по сравнению с Мынкудуком является более значительное распространение в разрезе отложений серо-цветного геохимического типа. Выделяется три цикла осадконакопления. Мощность горизонта 130–150 м. Жалпакский горизонт на месторождении Инкай оруденения не содержит [9].

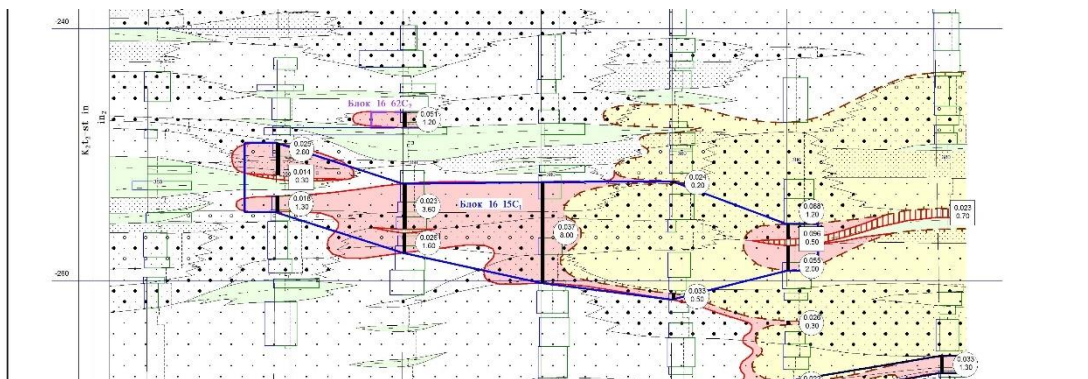


Рисунок 4 – геологоразведочный разрез по профилю (Инкудукский горизонт)

2.2 Характеристика минерального состава руд

Рудные залежи на месторождении Инкай пространственно тяготеют к границе выклинивания ЗПО, а их контуры в плане и разрезе определены по данным гамма-каротажа - по заданному кондициям бортового содержанию урана - 0,01 % и минимальному бортовому метропроценту - 0,0400 [9].

Каждая из выявленных залежей располагается в пределах одного рудовмещающего горизонта, причем в большинстве случаев соответствует одному гипсометрическому уровню, тем самым, характеризуя устойчивую приуроченность к коррелируемым по разрезам частям продуктивной толщи и представляет собой определенный структурный элемент рудного поля.

Залежи состоят из нескольких морфологических элементов - главного ролла с хорошо выраженными мешковыми частями и крыльями, соразмерность которых меняется от равновеликих величин до преобладания той или иной морфологической части в 5–10 раз. Кроме того, широко развиты сопряженные мешково-крыльевые элементы рудного тела ("крылатые мешки"), мощность которых достигает 25 м. В процессе развития рудоконтролирующего окисления возникают сателлитные и останцовые тела. Они, как правило, располагаются в "тылу" основных роллов, отделяясь от них незначительным (десятки и сотни метров) интервалом безрудных пород (Рис. 5).

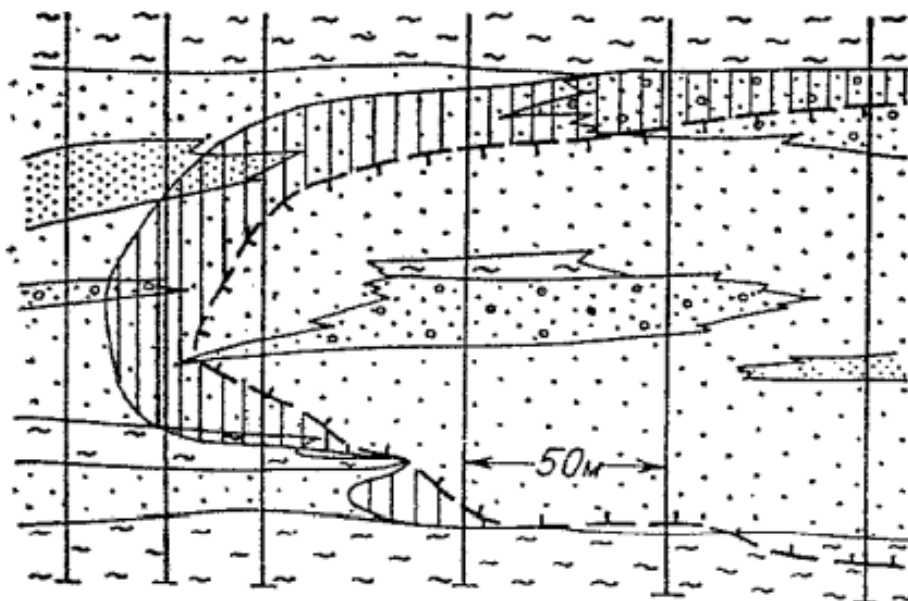


Рисунок 5 – Разрез по мешковой части рудной залежи

Урановое оруденение на месторождении развито во всех литологических разностях пород.

Обломочный материал как в рудных, так и в нерудных песчаных и гравийно-песчаных отложениях разной степени окатанности, представлен кварцем, полевыми шпатами, обломками кремнистых и кислых вулканических пород, небольшим количеством слюды (мусковит, биотит), фрагментами обугленного растительного детрита. средний минеральный состав руд приведен в таблице 1.

Таблица 1 – средний минеральный состав руд, содержание в %

Минералы	Мынкудукский горизонт	Инкудукский горизонт
1	2	3
А. Нерастворимые		
Кварц	61,30	56,60
Обломки кремнистых пород	12,10	23,49
Акцессорные	0,42	1,19
ИТОГО:	73,82	81,28
Б. Труднорастворимые		
Полевые шпаты	17,20	10,36
Каолинит	3,82	3,63
Монтмориллонит	3,04	2,36
Гидрослюды	0,98	0,65
Мусковит	0,27	0,70
Биотит	-	0,08
Органическое вещество	0,04	0,05
ИТОГО:	25,35	17,83

В. Растворимые		
Лимонит	0,58	0,56
Карбонаты	0,10	0,18
Сульфиды	0,10	0,10
Урановые минералы	0,05	0,05
ИТОГО:	0,83	0,89

От суммы всего обломочного материала кварц в среднем составляет от 50 % до 70 %. содержания обломков кремнистых и кислых вулканических пород изменяются от 3 % до 30 %. Для I, II литолого-фильтрационных типов (гравийно-галечниковых отложений и разнозернистых песков с содержанием фракции более 1 мм до 40 %) характерно более высокое содержание кремнистых и кислых обломков, которые представлены микрокварцитами, микрогранитами, кремнистыми и серицит-кремнистыми сланцами. Полевые шпаты составляют от 5 % до 25 % в зависимости от литолого-фильтрационного типа и представлены ортоклазом, микроклином, плагиоклазом [3].

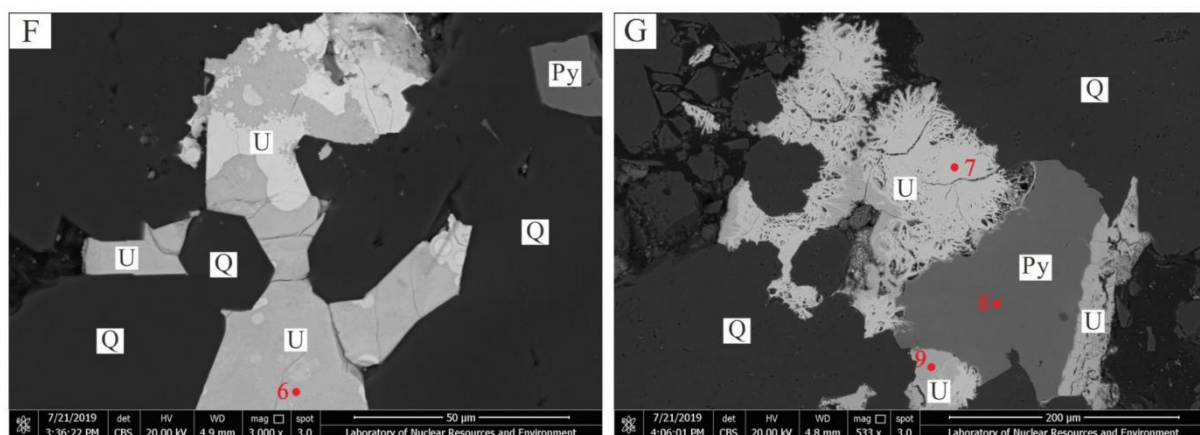


Рисунок 6 – Прожилковая урановая руда с микрокристаллическим кварцем в качестве основного жильного минерала (настуран (U) и пирит (Py) внедрены в микрокристаллический кварц (Q), а границы между кристаллами настурана, пирита и кварца четкие и прямые) [7]

средние содержания слюдястых материалов (мусковит и биотит) варьируют от 0 % до 1,8 %. Обугленный растительный детрит в виде мелких фрагментов растений, стеблей, листьев составляет от 0,01 % до 0,11 % и выражен гелифицированной структурной (ксилен, ксиловитрен) и бесструктурной тканью.

Акцессорные минералы для всех литолого-фильтрационных типов пород одинаковы и представлены: ильменитом, лейкоксенизированным ильменитом, турмалином, ставролитом, гранатом, эпидотом, андалузитом, апатитом, дистеном,

цирконом, рутилом. От общей массы породы тяжелая фракция составляет от 0,1 % до 1,7 %.

Аутигенная минерализация представлена пиритом (марказитом), кальцитом, сидеритом, гетитом, гидрогетитом, самородным селеном, сфалеритом, хлоритом; в оруденелых песках, кроме перечисленных минералов, присутствуют настуран и коффинит.

Цементация рудных песков слабая, в воде они легко размокают. Поровый наполнитель как в рудных, так и в нерудных отложениях сложен глинисто-алевритовым материалом полимиктового состава и составляет от 11 % до 27 % от общей массы породы.

Вместе с глинистыми минералами во фракции менее 0,05 мм присутствуют неокатанные зерна кварца, полевые шпаты, чешуйки слюды (мусковит, биотит), обрывки обугленного растительного детрита, акцессорные и аутигенные минералы.

По степени распределения и количеству, цемент можно охарактеризовать как поровый, неравномерный, пятнистый. По степени кристалличности – пленочный, крустификационный. Поровое пространство между алевритовыми частицами заполнено глинистыми минералами – монтмориллонитом, гидрослюдой, каолинитом и составляет от общей массы породы от 5 % до 16 % [9].

2.3 Текстурно-структурные особенности руд

Урановая минерализация в песчаных и гравийно-песчаных породах накапливается в межзерновом, поровом пространстве, заполняя мезопоры глинисто-алевритового наполнителя, а также используя для осаждения поверхности обломочных зерен как алевритовой, так песчаной фракции.

При дезинтеграции и отмучивании глинистых частиц в дистиллированной воде (объем воды 1 дм³ на 100 г навески рудной пробы) часть металла переходит в водную вытяжку, а часть обогащает алеврит-глинистые классы вследствие высокой дисперсности и отсутствия прочных связей рудных минералов с терригенным цементирующим материалом оруденелых песков.

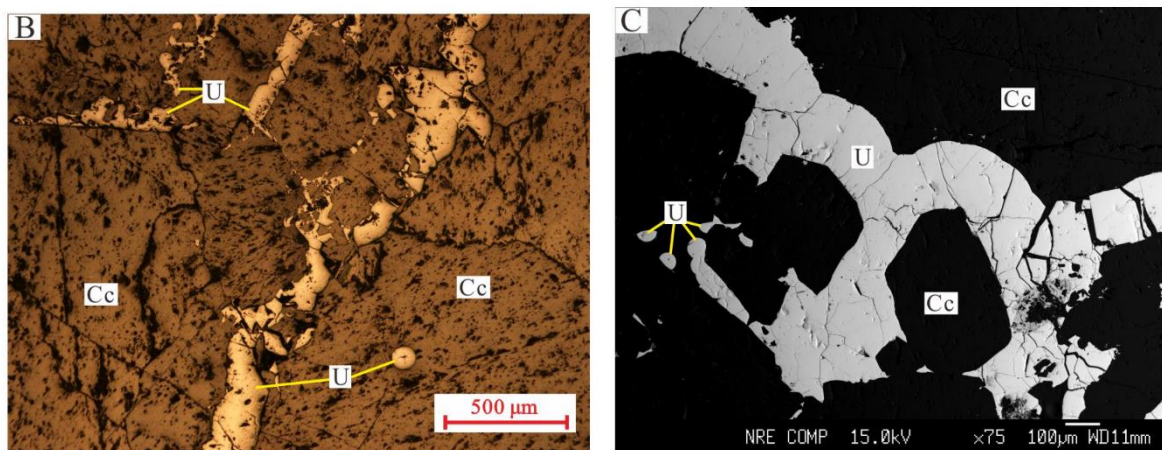


Рисунок 7 – настуран встречается в кристаллах кальцита или между ними, а границы кристаллов между настураном и кальцитом четкие и прямые [6]

Незначительная часть урана концентрируется в виде псевдоморфоз по обугленному растительному детриту, на зернах ильменитов и лейкоксонов, а также в кавернах, микротрещинах и микропорах песчаных, гравийных зерен и галек, в межслоевых промежутках слюд. Таким образом, руды всего месторождения Инкай характеризуются дисперсной и тонковкрапленной текстурой, интерстиционной структурой [1].

Урановая минерализация на всем месторождении Инкай представлена настураном и коффинитом. соотношения окисла и силиката урана приведены в таблице 2. Колебания в значениях объясняются дисперсностью руд (для рентгенфазового анализа), недостаточной статистикой по отдельным элементам ролла.

Таблица 2 – Баланс урановых минералов в рудах в %

Горизонт	Настуран	Коффинит
Инкудукский	77	23
Мынкудукский	87	13
В целом по месторождению	82	18

Настуран – окись урана – дифракционная картина аналогична кубической решетке флюоритового типа. Параметры кристаллической ячейки изменяются от $(5,36 \pm 0,02) \text{ \AA}$ до $(5,42 \pm 0,02) \text{ \AA}$. Макроскопически это черный, темно-серый, сажистый минерал, образующий дисперсную вкрапленность и мелкие скопления в глинисто-алевритовом заполнителе рудных песков, налеты и корочки на обломочных зернах, тонкую вкрапленность во фрагментах обугленного растительного детрита. Редко настуран высаживается на поверхности зерен пирита или лейкоксенов и может образовывать псевдоморфозы по последнему [2].

В проходящем свете урановые минералы неотличимы от обугленного растительного детрита. В отраженном свете они имеют серый цвет и выше, чем у кварца и органики, отражательную способность.

Коффинит – силикат урана – так же, как и настуран диагностируется рентгенфазовым анализом, как и настуран присутствует в виде тонкорассеянной черной вкрапленности в поровом глинисто-алевритовом заполнителе песков.

Кристаллические индивиды минералов имеют размеры от 0,1 мкм до 0,01 мкм и представлены микроглобулями и веретеновидными образованиями, которые в результате срастания и частичной перекристаллизации вещества образуют почковидные сферокристаллические агрегаты с концентрически зональными и радиально-лучистыми трещинами отдельности размером от 5 мкм до 10 мкм.

Поверхность веретеновидных почек у коффинита относительно гладкая и мелкобугорчатая у глобулей настурана. Часто глобули настурана покрыты микрокристаллитами, легко извлекаемыми на реплику [3].

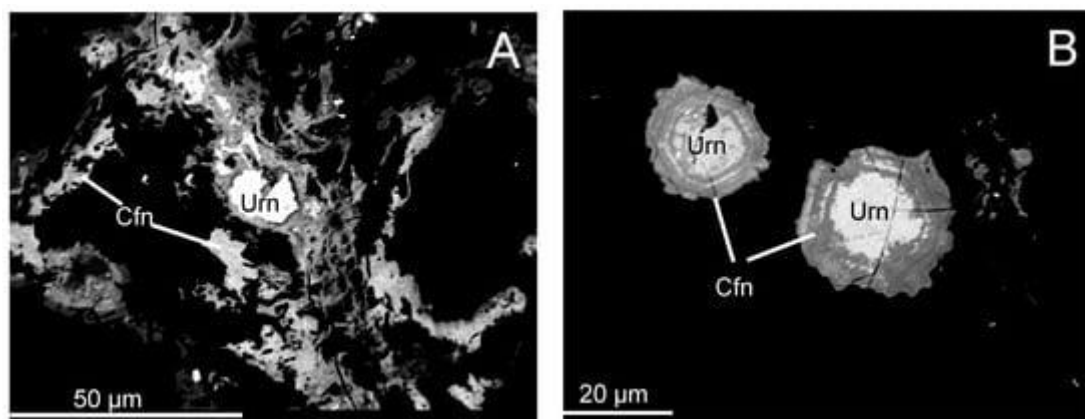


Рисунок 8 – Изображения урановой минерализации в обратно-рассеянных

электронах [8]

Таким образом, убогие и богатые руды отличаются не составом урановых минералов, а характером их распределения – убогие руды более дисперсные, чем богатые.

Содержание в руде $C_{орг.}$, валового и закисного железа по классам содержаний урана приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость геохимических параметров рудных песков мынкудукского горизонта от содержаний урана

Геохимические параметры	Содержания урана в пробах по интервалам, %				
	0,01-0,03	0,031-0,050	0,051-0,070	0,071-0,100	более 0,100
$C_{орг.}$ (%)	$\frac{0,035}{80}$	$\frac{0,039}{57}$	$\frac{0,038}{40}$	$\frac{0,045}{33}$	$\frac{0,049}{32}$
Fe_2 (%)	$\frac{0,039}{67}$	$\frac{0,043}{57}$	$\frac{0,049}{40}$	$\frac{0,050}{33}$	$\frac{0,071}{32}$
$(Fe_2 + Fe_3)$ (%)	$\frac{0,086}{67}$	$\frac{0,079}{57}$	$\frac{1,10}{40}$	$\frac{1,10}{33}$	$\frac{1,48}{32}$

Химический состав руд на месторождении определяется, как силикатный. В таблице 4 отображен состав в процентах.

Таблица 4 – Химический состав руд

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	FeO	Na ₂ O	CaO	TiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	ППП	Fe ₂ O ₃	MnO	Сумма
88,48	5,22	1,87	3,49	0,28	0,38	0,12	0,13	0,03	-	-	0	100,0

2.4 Стратиграфия

Мезозойско-кайнозойские отложения Шу-сарысуйской депрессии разделяются на три комплекса: юрский – предплатформенный, мел-палеогеновый – платформенный и неоген-четвертичный – платформенно-суборогенный.

Отложения юрского предплатформенного комплекса на территории участка не установлены, но известны в прибортовых частях депрессии, где заключены в грабенах среди пород ПсЭ и имеют единую с ними поверхность выравнивания, так что в структурном отношении они скорее относятся к ПсЭ. Отложения представлены сложным пролювиально-озерно-аллювиальным комплексом пород, угленосных в нижней части разреза. Общая мощность юрских отложений в Нижнесарысуйском грабене свыше 400 м.

Мел-палеогеновый платформенный комплекс представлен континентальными терригенными образованиями позднего мела и континентальными и морскими терригенными образованиями палеоцена и эоцена.

Позднемеловые отложения в районе несогласно залегают на глубоко размытой поверхности ПсЭ и представлены только континентальными образованиями.

В основании разреза, в понижениях поверхности среднепалеозойских пород, по данным бурения выделяются сохранившиеся от размыва реликты красноцветных плотных глин с включением гальки и гравия кварца и кремнистых пород, с прослоями разнозернистых глинистых песчаников. Их мощность обычно не превышает 15 м. По аналогии с подобными образованиями в Кызылкумах они условно отнесены к сенomanу (K2cm).

В вышележащих позднемеловых отложениях (Н.Н.Петров, ВсЕГЕИ, 1980 г.) выделяются три самостоятельных горизонта: мынкудукский (ранний турон), инкудукский (поздний турон-коньяк-сантон) и жалпакский (кампан-маастрихт до раннего палеоцена).

Каждый из названных горизонтов образует крупный ритмостратиграфический цикл, построенный по близкому плану: в нижней части преобладают грубозернистые песчаные и галечно-гравийно-песчаные преимущественно сероцветные отложения, в верхней части главное место занимают относительно мелкозернистые, нередко глинистые, первично красноцветные (как правило, вторично восстановленные) образования.

Мынкудукский горизонт (K2t1mk) выделен в 1973 году на одноименном месторождении. На территории района представлен пачкой сероцветных и пестроцветных аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений, накопленных в условиях туронской речной системы, ориентированной, в целом, с юго-востока на северо-запад.

В вертикальном разрезе горизонта хорошо проявлена закономерность смены литолого-фациальных обстановок снизу-вверх:

- стержнево-русловые, разнозернистые пески с гравием и галькой;

- пойменные отложения среднезернистых песков;
- средне-мелкозернистые пески с прослоями глин пойменно-старичных фаций.

Инкудукский горизонт (K2t2-st in) залегает на отложениях турона с отчетливой границей размыва. Отличается грубозернистым составом и низкой степенью сортировки материала. В его разрезе выделяются три подгоризонта (цикла), которые начинаются гравийно-галечными отложениями и завершаются мелко-среднезернистыми песками с прослоями и линзами глин.

средняя мощность нижнего подгоризонта от 30 м до 35 м, среднего от 55 м до 60 м, верхнего от 25 м до 35 м.

Отложения нижнего подгоризонта представлены серыми, зеленовато-серыми гравийно-галечниковыми разностями, закономерно переходящими выше по разрезу в более сортированные разно-среднезернистые пески.

В основании среднего подгоризонта также преобладают зеленовато-серые разнозернистые пески с гравием и галькой, переходящие в средне-мелкозернистые пески с прослоями глин.

Отложения верхнего подгоризонта имеют более однородный литологический состав, в основном это пески среднезернистые с незначительной долей разнозернистых – разнозернистых с гравием разностей (до 10 % от мощности). По отношению к двум нижним подгоризонтам в нем доминируют первичные сероцветные тона.

Породы инкудукского горизонта подвергнуты региональному "глеевому" восстановлению, благодаря чему среди его отложений отмечается резкое преобладание зеленоцветных проницаемых пород, в которых обнаруживаются реликтовые пестроцветные окраски, характерные для глинистых прослоев. Роль сероцветных пород в составе горизонта возрастает в юго-западном направлении. В этом же направлении увеличивается и общая мощность горизонта до 150 м в осевой части сузакского прогиба. Инкудукский горизонт является рудоносным на участке.

Жалпакский горизонт (K2km-P11gp) залегает на инкудукском с незначительным перерывом. Расчленяется на два подгоризонта нижний-сероцветный и

верхний-пестроцветный. Граница между пестроцветной и се-роцветной частями горизонта – геохимическая, соответствует уровню стояния грунтовых вод дат-ранне-палеоценового времени.

Отложения пестроцветной части горизонта представлены преимущественно песками средне-мелкозернистыми зеленовато-желтовато-буро-красных тонов и оттенков. Верхняя часть подгоризонта сложена красновато-бурыми глинами. Глины карбонатизированы и являются региональной границей разделения соленых вод мелового комплекса от пресных палеогеновых вод. Мощность "пестроцветного" подгоризонта - от 20 м до 60 м.

В сероцветной части горизонта развиты серые среднезернистые косослоистые полевошпат-кварцевые пески с примесью гальки и гравия. Нередко в них присутствует углефицированный детрит с дисульфидами железа.

Палеогеновые отложения представлены континентальными (палеоцен) и морскими (эоцен) образованиями.

Отложения мынкудукского горизонта в вертикальном разрезе представляют собой аллювиальный макроритм первого порядка, в котором выделяются несколько (8–10) элементарных циклов мощностью от 1 м до нескольких метров. Каждый из них начинается относительно грубозернистыми, плохо сортированными отложениями и заканчивается мелко- или тонкообломочными породами, реже маломощными (до 20 см) прослоями плотных песчаников с карбонатным цементом. Большинство элементарных циклов не завершено или размывто в ходе последующего осадконакопления.

В нижней части горизонта выделяется 3–5 элементарных циклов. Для них характерен пестрый литологический состав слоев, преобладание грубозернистых разновидностей пород, плохая сортировка материала, светло-серые и серые окраски пород, обусловленные присутствием углефицированного растительного детрита. На отдельных участках месторождения в нижней части мынкудукского горизонта распространены пестроцветные песчанистые глины и алевропелиты пойменных фаций.

В верхней части мынкудукского горизонта число элементарных циклов

меньше, в их составе отмечается преобладание мелкозернистых разностей пород и глин над грубозернистыми. Преобладающая окраска пород светлая, серовато-зеленая, пестрая.

суммарная мощность отложений мынкудукского горизонта на участке от 55 м до 65 м. Закономерная смена в вертикальном разрезе русловых отложений на пойменные характерна и в горизонтальном направлении, когда первично пестрые и зелено-цветные песчано-глинистые образования пойменных фаций сменяются русловыми грубообломочными серо-цветными отложениями [4].

2.5 Тектоника

Современный структурный план депрессии и района месторождения Инкай сформировался на границе плиоцена и четвертичного времени в результате резкого воздымания обрамляющих горных сооружений. В связи с возникновением Каратауского горстантиклинория произошло отделение Шу-Сарысуйской депрессии от соседней Сырдарьинской, и в дальнейшем она развивалась как самостоятельная структура (Рис. 9).

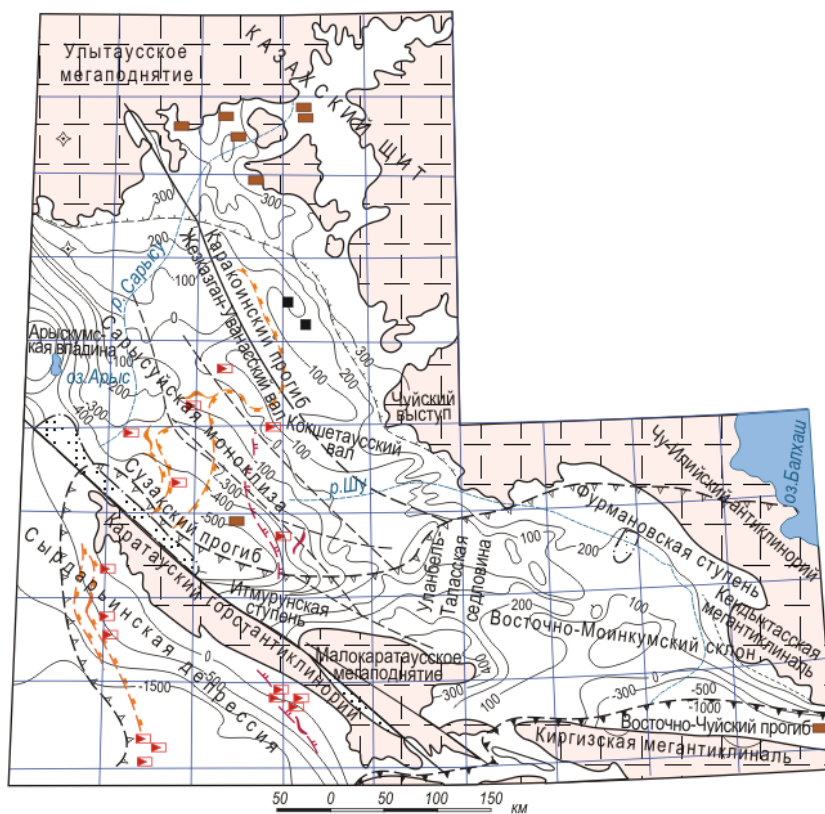


Рисунок 9 – Структура мезозойско-кайнозойского чехла Чу-Сарысуйской депрессии с расположением ураноносных фронтов пластового окисления

Район месторождения Инкай приурочен к крупной структуре второго порядка – сарысуйской впадине. с севера и востока последняя окаймляется Казахским щитом, на юго-западе ограничивается Каратауским горстантиклинорием, а на юго-востоке Уланбель-Таласской седловиной отделяется от Восточно-Моинкумского склона. северная граница сарысуйской впадины не имеет четкого выражения. Впадина характеризуется пологим региональным погружением отложений чехла в юго-западном направлении при среднем наклоне слоев около 15'. В этой же ее части выделяется сузакский прогиб, где общая мощность чехла достигает 800 м. Юго-западный борт прогиба, обращенный к Каратаусскому антиклинорию значительно круче, чем северо-восточный: углы падения пород достигают здесь нескольких градусов, в зоне Главного Каратауского разлома – нескольких десятков градусов. Южная граница месторождения захватывает северо-восточный борт сузакского прогиба и в северном направлении переходит на Бугуджильское поднятие, где отложения ПсЭ вскрываются на глубинах 410 м.

Площадь месторождения сопряжена с районом, где проявлены главнейшие разрывные нарушения глубинного заложения каледонского возраста. Это разломы северо-западного направления: Главный Каратауский, Аксумбинский, Жуантюбинский и их северо-восточные оперяющие ветви. В мезозойско-кайнозойском чехле унаследовано проявлены только наиболее крупные разрывные нарушения складчатого фундамента и ПсЭ. В течение мела, палеогена, миоцена большинство из них развивалось конседиментационно, что подтверждается в изменении мощности отложений в разделяемых разломами блоково-пликативных структурах.

Чаще всего нарушения в чехле проявлены флексуорообразными перегибами слоев, затухающими вверх по разрезу. Особенно отчетливо перегибы выражены в основании мезозойско-кайнозойского чехла, в мынкудукском горизонте, где в зонах разломов не исключаются и разрывы слоев со смещением, незначительным по амплитуде. Выше по разрезу они выполаживаются. Над зонами разломов в породах

нередко фиксируются зеркала скольжения, трещиноватость.

В целом рудовмещающие и их перекрывающие горизонты на месторождении залегают практически горизонтально [9].

2.6 Гидрогеологические условия

Шу-Сарысуский артезианский бассейн второго порядка, в пределах которого находится район месторождения, располагается на территории одноимённой межгорной впадины и представляет собой сложную систему артезианских бассейнов третьего порядка (Рис. 10).

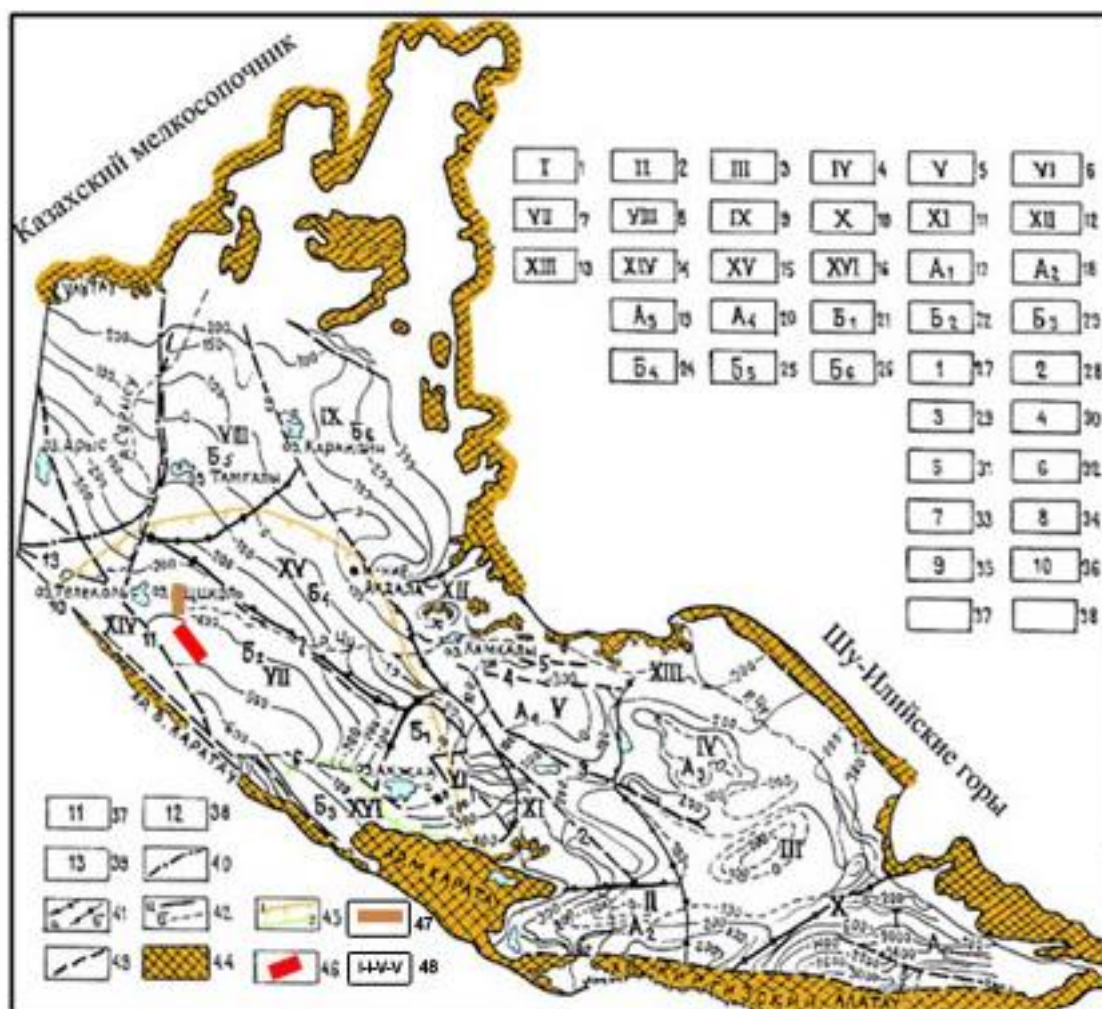


Рисунок 10 – Схема структурно-гидрогеологического районирования Шу-Сарысуйского артезианского бассейна

Границами бассейна и одновременно областями питания подземных вод являются на юге, юго-востоке – горные хребты: Киргизский Алатау, Б. и М.

Каратау, на северо-востоке, севере – Шу-Илийские горы и Казахский мелкосопочник. На западе бассейн граничит по р. сарысу с северо-Кызылкумским и Тургайским артезианскими бассейнами.

Шу-сарысуский артезианский бассейн – полузамкнутая структура с погруженной центральной и приподнятыми краевыми частями, сопрягающимися с горными неотектоническими сооружениями, обрамляющими Шу-сарысуйскую депрессию, и являющимися областью формирования региональных потоков подземных вод.

Граница созакского артезианского бассейна проходит на востоке по Уланбель-Таласскому валу, на севере – по Тастинскому поднятию, на западе – по Бугуджильскому выступу и на юге – по подножию хребта Б. Каратау и созакскому разлому.

В гидрогеологическом отношении в вертикальном геологическом разрезе мезозойско-кайнозойского чехла сузакского артезианского бассейна выделяются следующие структурно-гидрогеологические этажи (11):

- I этаж состоит из преимущественно рыхлых и слаболитифицированных образований этапа новейшей тектонической активизации (P32-Q) с порово-пластовыми скоплениями подземных вод в молассоидах;

- II этаж состоит из слабосцементированных образований этапа платформенного развития (K2-P22-3) с порово-пластовыми, в отдельных случаях трещинно-порово-пластовыми скоплениями подземных вод в терригенных породах;

- III этаж состоит из слаболитифицированных и литифицированных образований этапа сводового поднятия (раннемезозойской тектономагматической активизации, рифтогенеза, T3-I2) с трещинно-порово-пластовыми и порово-трещинно-пластовыми скоплениями подземных вод в терригенных угленосных породах;

- IV этаж сложен литифицированными образованиями этапа субплатформенного развития (D3fm-P), заключающими трещинно-пластовые,

карстово-пластовые, пластово-трещинные, иногда трещинно-жильные и карстово-жильные скопления подземных вод в терригенных, карбонатных и соленосно-гипсоносных породах;

- V этаж представлен интенсивно литифицированными, в разной степени метаморфизованными, осадочными и магматическими, а также метаморфическими образованиями геосинклинального (PR-S) и орогенного (D1-D2fr) этапов развития (складчатый фундамент) с трещинно-жильными и карстово-жильными скоплениями подземных вод.

Породы IV и V этажей выходят на дневную поверхность в хребте Б. Каратау. Воды палеозойских и допалеозойских образований хр. Б. Каратау поступают в сопредельные части изученного региона в составе подземного и поверхностного стока.

Воды в зоне пластово-окисленных пород, содержащие кислород, агрессивны по отношению к металлу, и на всей территории месторождения обладают сульфатной агрессивностью из-за повышенного содержания сульфатов. Магнезиальной агрессивностью подземные воды не обладают [9].

Повышенная минерализация подземных вод, их высокая жёсткость, повышенное содержание сульфатов и хлора, стронция, брома и радиоактивных элементов делают подземные воды инкудукского и мынкудукского горизонтов на месторождении непригодными не только для питьевого, но и для технического водоснабжения.

Положительными факторами для отработки уранового оруденения методом подземного выщелачивания являются:

- высокая проницаемость и водообильность рудовмещающих отложений, при этом проницаемость толщи надрудных и подрудных отложений практически одинакова;

- наличие регионального водоупора, подстилающего рудные залежи мынкудукского горизонта на всей территории месторождения.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель данной главы заключается в анализе финансово-экономической эффективности разработки месторождения на основе геологических особенностей и данных 3D-моделирования.

В данном разделе будет проведен анализ коммерческого потенциала месторождения Южный Инкай на основе геологических и геофизических данных. Будет произведен сравнительный анализ альтернатив разработки месторождения с учетом ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для достижения поставленных целей будут решены следующие задачи:

- разработка плана и формирования бюджета,
- определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки на основе моделирования различных сценариев развития.
- оценка рисков и возможностей проекта
- разработать меры по снижению рисков.
- рассчитывание бюджета проводимого научно-технического исследования
- проведение анализа социально-экономических последствий разработки месторождения Южный Инкай на регион и население.

Исследования проводились на месторождении урана «Южный Инкай». Исследование проводилось с целью более эффективно использовать ресурсы месторождения и интенсифицировать добычу урана.

4.1. Предпроектный анализ

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В данном разделе определяются и анализируются потенциальные потребители, которые могут использовать результаты исследования. К таким потенциальным потребителям относятся:

- студенты, магистранты и аспиранты, работающие в сфере геологии, горной промышленности и добычи урана;
- Уранодобывающие компании;
- Научно-исследовательские организации.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Данный раздел является одним из ключевых в работе, так как он позволяет оценить эффективность выбранного технического решения и сравнить его с аналогичными решениями на рынке.

Для начала необходимо выделить основные технические решения, используемые в добыче урана на месторождении Южный Инкай. Далее, проводится анализ различных вариантов технических решений с учетом их ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

В таблице 5 приведена оценка конкурентов, где Φ – разрабатываемый проект, $k1$ – исследование, проведенное инженером-геологом в научно-исследовательском институте, $k2$ – исследование, проведенное организацией, которая занимается добычей.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{Φ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{Φ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,16	5	3	4	0,8	0,48	0,64
2. Точность	0,13	4	4	4	0,52	0,52	0,52
3. Скорость	0,17	5	3	2	0,85	0,51	0,34
4. Технологичность	0,18	4	4	4	0,72	0,72	0,72
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	3	0,28	0,28	0,21

2. Цена	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
3. Время	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
Итого	1	32	27	24	4,62	3,81	3,44

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что проект превосходит конкурентные исследования, является более актуальным и перспективным.

4.1.3. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ (сокращение от английских слов Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) являющийся инструментом стратегического анализа, который помогает компаниям и организациям оценить их внутренние сильные и слабые стороны, а также внешние возможности и угрозы, с которыми они сталкиваются. Анализ проводится в три этапа:

1. На первом этапе составляется матрица SWOT, в которой описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта.

Таблица 6 – Матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Отсутствие подобного исследования на территории области</p> <p>С2. Достаточно высокая точность результатов</p> <p>С3. Распространённость и доступность объектов исследования</p> <p>С4. Экологичность проведенных исследований</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Удаленность территории объекта исследования</p> <p>Сл2. Погрешность методов анализа</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p> <p>Сл4. Высокая цена проекта</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Появление новых технологий</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на исследования</p>	<p>Угрозы</p> <p>У1. Развитие конкуренции</p> <p>У2. Несвоевременное финансирование проекта</p>

В3. Большая потребность в промышленной сфере	
--	--

2. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.	С4.
Возможности проекта	В1.	+	+	+	-
	В2.	+	+	0	-
	В3.	+	+	+	0

		Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.
Возможности проекта	В1.	-	0	+	-
	В2.	-	-	+	-
	В3.	-	0	+	-

		Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.	С4.
Угрозы	У1.	+	+	-	+
	У2.	0	-	0	0

		Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.	Сл4.
Угрозы	У1.	-	-	-	-
	У2.	+	0	+	-

3. На третьем этапе составляется итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 8.)

Таблица 8 –SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Отсутствие подобного исследования на территории области С2. Достаточно высокая точность результатов С3. Распространённость и доступность объектов исследования С4. Экологичность проведенных исследований.	Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность методов анализа Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации Сл4. Высокая цена проекта
Возможности В1. Появление новых технологий В2. Появление дополнительного спроса на исследования	Введение проекта в вузы для обучения; Быстрое продвижение проекта на месторождениях	Проверка результатов, дополнительный анализ проб при подготовке данных для проекта.

В3. Большая потребность в промышленной сфере	в связи с преимуществами данного исследования; Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования, а также за счет облегчения добычи и подсчета запасов.	
Угрозы У1. Развитие конкуренции У2. Несвоевременное финансирование проекта.	Создание конкурентоспособного проекта.	Из-за относительной длительности и анализа и высокой цены проекта могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе представлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов работ представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка Технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов	Инженер
	3	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, инженер
	4	Утверждение темы и направления исследования	Научный руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка методики проведения исследования	Научный руководитель, инженер
	6	Проведение теоретических расчетов	Инженер
	7	Проведение создания модели	Инженер

	8	Оценка полученных результатов	Научный руководитель, инженер
Оформление итогового отчета по НИР	9	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научного исследования определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом для составления сметы проекта.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

Где:

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{Pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{Pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

Где:

T_{Pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же

работу на данном этапе, чел;

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{Pi} \times k$$

Где:

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{Pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

k – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{праз}}} = \frac{365}{365 - 106 - 13} = 1,48$$

Где:

$T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{праз}}$ – общее количество праздничных дней в году;

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 10:

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{Pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{mini} , чел-дни		t_{maxi} , чел-дни		$t_{\text{ожи}}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,5	-	1,5	2
2. Календарное планирование выполнения диссертации.	1	2	2	3	1,5	2	2	3
3. Подбор и изучение материалов	-	50	-	65	-	50	50	70
4. Утверждение темы и направления исследования	40	50	60	70	50	58	58	86

5. Разработка методики проведения исследования	5	5	7	8	4,6	6,2	6,2	9
6. Проведение теоретических расчетов	-	60	-	80	-	68	68	75
7. Проведение создания модели	-	10	-	15	-	8	8	17
8. Оценка полученных результатов	30	40	40	50	34	44	44	65
9. Составление пояснительной записки.	-	20	-	40	-	28	28	41
Итого:	77	237	111	331	91,6	264,2	265,7	368

На основе таблицы был построен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (Таблица 11)

Таблица 11 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	Продолжительность работ													
			январь			февраль			март			апрель				
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Исп.1	█													
2	Календарное планирование выполнения диссертации.	Исп.1, Исп.2	█	█												
3	Подбор и изучение материалов	Исп.2				█	█	█	█	█	█					
4	Утверждение темы и направления исследования	Исп.1, Исп.2													█	█
№	Вид работ	Исполнители	Продолжительность работ													
			май			июнь			июль			август				
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
4	Утверждение темы и направления исследования	Исп.1, Исп.2				█	█	█								
5	Разработка методики проведения исследования	Исп.1, Исп.2							█	█						
6	Проведение теоретических расчетов	Исп.2													█	█
№	Вид работ	Исполнители	Продолжительность работ													
			сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь				
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
7	Проведение создания модели	Исп.2	█	█												
8	Оценка полученных результатов	Исп.1, Исп.2													█	█

оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Таблица 13 – Расчет затрат на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Персональный компьютер	1	70	70
2	Программное обеспечение	1	2	2
3	Лицензия для программы 3-d моделирования	1	620	620
Итого		692 тыс. руб.		

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}$$

Где: n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \times t$$

Где:

I – итоговая сумма, тыс. руб.; t – время использования, мес.

Рассчитывается норма амортизации для персонального компьютера, с учётом того, что срок полезного использования составляет 5 лет:

$$H_A = \frac{1}{5} = 0,2$$

Общая сумма амортизационных отчислений составляет:

$$A = \frac{0,2 * 692000}{12} \times 12 = 138400 \text{ руб.}$$

4.3.3 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя,

помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_p$$

Где:

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней. (по таблице 6 для инженера: $T_{p2} = 264$ дней, для руководителя: $T_{p1} = 92$ дней).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d}$$

Где:

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дней (в данном случае $F_d = 246$ дней);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 119 раб. дней, $M = 8,1$ месяц, 6-дневная рабочая неделя);

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле:

$$Z_m = Z_{mc} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \times k_p$$

Где:

Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб (для руководителя $Z_{mc1} = 26300$ руб, а для инженера $Z_{mc2} = 17000$ руб);

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томск);

По формуле определяется должностной оклад за месяц:

— Для руководителя:

$$Z_{m1} = Z_{mc1} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \times k_p = 26300 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 51285 \text{ руб}$$

— Для инженера:

$$Z_{m2} = Z_{mc2} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 17000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 33150 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

— Для руководителя:

$$Z_{дн1} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{51285 \times 8,1}{246} = 1688,65 \text{ руб}$$

— Для инженера:

$$Z_{дн2} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{33150 \times 8,1}{246} = 1091,52 \text{ руб}$$

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

— Для руководителя:

$$Z_{осн1} = Z_{дн1} \times T_{p1} = 1688,65 \times 92 = 155355,8 \text{ руб}$$

— Для инженера:

$$Z_{осн2} = Z_{дн2} \times T_{p2} = 1091,52 \times 264 = 288161,28 \text{ руб}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$Z_{осн\ общ} = Z_{осн1} + Z_{осн2} = 155355,8 + 288161,28 = 443517,08 \text{ руб}$$

Результаты расчетов по заработной плате переносятся в таблицу 14:

Таблица 14 – Расчеты основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	Z_{mc} , руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , дн	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	1688,65	92	155355,8
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1091,52	264	288161,28
Итого:								443517,08

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

— Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 * 155355,8 = 23303,37 \text{ руб}$$

— Для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 * 288161,28 = 43224,192 \text{ руб}$$

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15);

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$Z_{\text{доп общ}} = Z_{\text{доп1}} + Z_{\text{доп2}} = 23303,37 + 43224,192 = 66527,562 \text{ руб}$$

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле:

$$Z_{\text{внеб1}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн1}} + Z_{\text{доп1}})$$

Где:

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году –30% (ст. 425 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя определяются по формуле:

$$Z_{\text{внеб1}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн1}} + Z_{\text{доп1}}) = 0,3 \times (155355,8 + 23303,37) = 53597,75 \text{ руб}$$

Отчисления во внебюджетные фонды для инженера определяются по формуле:

$$Z_{\text{внеб2}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн2}} + Z_{\text{доп2}}) = 0,3 \times (288161,28 + 43224,192) = 99415,64 \text{ руб}$$

Таким образом, общие затраты на отчисления во внебюджетные фонды составляет:

$$Z_{\text{внеб общ}} = Z_{\text{внеб1}} + Z_{\text{внеб2}} = 53597,75 + 99415,64 = 153013,39 \text{ руб}$$

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии и т. д. Сумма статей затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице 15:

Таблица 15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
138400	4080	443517,08	66527,562	153013,39	805538,032

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5)k_{\text{нр}}$$

Где:

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

$$Z_{\text{накл}} = 805538,032 * 0,2 = 161107,6064 \text{ руб}$$

4.3.6 Бюджет НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИР по форме, приведенной в таблице 16. Также, в данной таблице представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 16 – Бюджет НИР

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий проект	Исп. 1	Исп. 2	
1	Материальные затраты НИР	4080	4700	4300	Пункт 5.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	138400	640000	183000	Пункт 5.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителем темы	443517,08	443517,08	443517,08	Пункт 5.3.3
4	Затраты дополнительной заработной плате исполнителей темы	66527,562	66527,562	66527,562	Пункт 5.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	153013,39	153013,39	153013,39	Пункт 5.3.4
6	Накладные расходы	161107,6064	261551,61	170071,61	Пункт 5.3.5
Бюджет затрат НИР		966645,6384	1569309,6	1020429,6	Сумма статей

4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

4.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

Оценка абсолютной эффективности исследования является сложным процессом, который включает анализ различных аспектов и результатов исследования. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (Net Present Value, NPV) — это финансовый показатель, используемый для оценки экономической эффективности инвестиционного проекта. NPV позволяет определить разницу между текущей стоимостью денежных поступлений и текущей стоимостью денежных оттоков, связанных с проектом, с учетом временной стоимости денег.

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧПД_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: ЧДП_{опt} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета.

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если **NPV > 0**, то проект оказывается эффективным.

В таблице 17 представлен расчет чистой текущей прибыли по проекту в целом

Таблица 17 – расчет чистой текущей прибыли по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1159974,8	1159974,8	1159974,8	1159974,8
2	Итого приток, руб.	0	1159974,8	1159974,8	1159974,8	1159974,8
3	Инвестиционные издержки, руб.	-966645,6384	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	521988,7	521988,7	521988,7	521988,7

5	Налогооблагаемая прибыль (1–4)	0	637986,1	637986,1	637986,1	637986,1
6	Налоги 20 %, руб. (5*20%)	0	127597,2	127597,2	127597,2	127597,2
7	Чистая прибыль, руб. (5–6)	0	510388,9	510388,9	510388,9	510388,9
8	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль + амортизация)	-966645,6384	607053,4	607053,4	607053,4	607053,4
9	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
10	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб. (9 * 10)	-966645,6384	505675,5	421295,1	350876,9	292599,7
11	$\sum \text{ЧДД}$	1570447,2 руб.				
12	Итого NPV, руб.	603801,6 руб.				

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 603801,6 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (Profitability Index, PI), также известный как коэффициент прибыльности или индекс рентабельности, является финансовым показателем, используемым для оценки доходности инвестиционного проекта. PI позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧПД}_{\text{опт}t}}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1570447,2}{966645,6384} = 1,62$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (Internal Rate of Return, IRR) — это финансовый показатель, используемый для оценки доходности инвестиционного проекта. IRR представляет собой ставку дисконтирования, при которой чистая

текущая стоимость (NPV) инвестиционного проекта равна нулю.

IRR позволяет определить эффективность проекта и сравнить ее с требуемой доходностью или ставкой дисконтирования. Если внутренняя ставка доходности выше требуемой доходности, проект считается прибыльным.

Высокая внутренняя ставка доходности указывает на то, что проект приносит высокую доходность, и он считается более привлекательным. Однако при сравнении различных проектов следует также учитывать другие показатели, такие как NPV и период окупаемости, для принятия обоснованного решения.

В таблице 18 представлена зависимость NPV от ставки дисконтирования

Таблица 18 – зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки, руб.	-966645,6384	607053,4	607053,4	607053,4	607053,4	NPV, руб.
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-966645,6384	551866,7	501697	456088,2	414625,6	957631,9
	0,2	-966645,6384	505877,8	421564,9	351304,1	292753,4	604854,6
	0,3	-966645,6384	466964,2	359203,2	276310,2	212546,3	348378,3
	0,4	-966645,6384	433609,6	309721,1	221229,4	158021	155935,5
	0,5	-966645,6384	404702,3	269801,6	179867,7	119911,8	7637,8
	0,6	-966645,6384	379408,4	237130,3	148206,4	92629	-109271,5
	0,7	-966645,6384	357090,2	210053,1	123560,6	72682,7	-203259
	0,8	-966645,6384	337251,9	187362,2	104090,1	57827,8	-280113,6
	0,9	-966645,6384	319501,8	168158,9	88504,7	46581,4	-343898,8
	1,0	-966645,6384	303526,7	151763,4	75881,7	37940,9	-397532,9

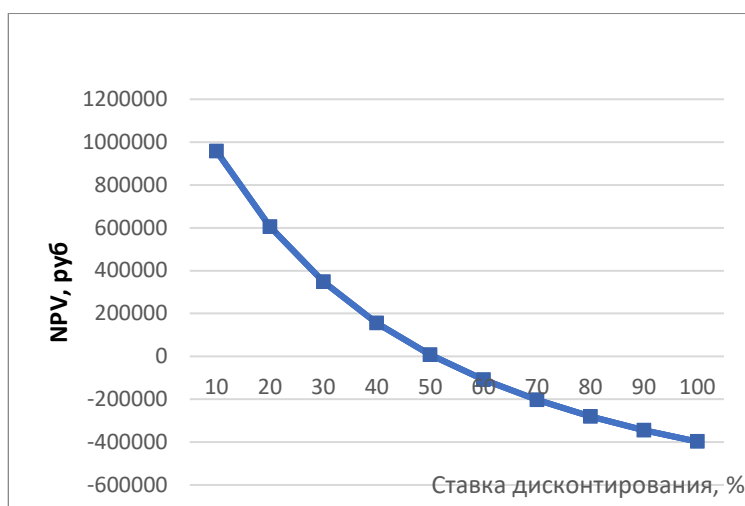


Рисунок 25 – зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,52. Запас экономической прочности проекта: $52\% - 20\% = 32\%$.

Дисконтированный срок окупаемости (Discounted Payback Period) — это финансовый показатель, используемый для оценки времени, необходимого для возврата инвестиций в проект, учитывая дисконтирование денежных потоков.

Дисконтированный срок окупаемости учитывает не только сумму денежных потоков, но и их временную структуру и ставку дисконтирования. Он определяет, через сколько периодов времени инвестиции вернутся с учетом дисконтирования будущих денежных потоков.

Дисконтированный срок окупаемости позволяет учесть временную структуру денежных потоков и ставку дисконтирования, что делает его более точным индикатором окупаемости инвестиций, чем обычный срок окупаемости. Однако он также требует определения ставки дисконтирования и оценки долгосрочной прибыльности проекта.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 19).

Таблица 19 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	-966645,6384	505675,5	421295,1	350876,9	292599,7
2	То же нарастающим итогом, руб.	-966645,6384	-11571,5	183171,8	526315,4	614459,4
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DPP_{диск} = 1 + (11571,5 / 421295,1) = 1,03$ года				

4.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается по формуле:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

Где:

$I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения из всех вариантов;

$\Phi_{текущ.проект} = 966645,6384$ руб,

$\Phi_{исп.1} = 1569309,6$ руб,

$\Phi_{исп.2} = 1020429,6$ руб,

$\Phi_{max} = \Phi_{исп.1} = 1569309,6$ руб.

По формуле определяется интегральный финансовый показатель для текущего проекта:

$$I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}} = \frac{\Phi_{\text{текущ.проект}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{966645,6384}{1569309,6} = 0,62$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{исп.1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1569309,6}{1569309,6} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1020429,6}{1569309,6} = 0,65$$

В результате расчетов интегральных финансовых показателей по трем вариантам разработки текущий проект с меньшим перевесом считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральные показатели ресурсоэффективности всех вариантов определяются путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (Таблица 20):

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик всех вариантов

Объекты исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,3	5	5	4
2. Стабильность работы	0,15	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	4	4
4. Механические свойства	0,2	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	5	4
ИТОГО	1	4,8	4,4	4

По данным из таблицы 13 определяется интегральный показатели ресурсоэффективности:

$$I_p^{\text{текущ.проект}} = 0,3 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,2 \times 5 + 0,15 \times 5 = 4,85$$

$$I_p^{\text{исп.1}} = 0,3 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,15 \times 5 = 4,45$$

$$I_p^{\text{исп.2}} = 0,3 \times 4 + 0,15 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 3 + 0,15 \times 4 = 3,95$$

Интегральные показатели эффективности всех вариантов вычисляются на основании показателей ресурсоэффективности и интегральных финансовых показателей по формуле:

$$I_{\text{эф.}i} = \frac{I_p^{\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}}$$

Где:

$I_{\text{эф.}i}$ – интегральный показатель эффективности i -ого варианта разработки;

$I_p^{\text{исп.}i}$ – интегральный показатель ресурсной эффективности i -ого варианта разработки;

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель i -ого варианта разработки;

По формуле определяется интегральный показатель эффективности:

$$I_{\text{эф.текущ.проект}} = \frac{I_p^{\text{текущ.проект}}}{I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}}} = \frac{4,85}{0,062} = 78,2$$

$$I_{\text{эф.исп.1}} = \frac{I_p^{\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}}} = \frac{4,45}{1} = 4,45$$

$$I_{\text{эф.исп.2}} = \frac{I_p^{\text{исп.2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}}} = \frac{3,95}{0,065} = 60,8$$

Далее, среднее значение интегрального показателя каждого варианта НИР сравнивалось со средним значением сравнительной эффективности проекта (таблица 21):

Таблица 21 – Сравнительные эффективности разработок

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,062	1	0,065
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,45	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	78,2	4,45	60,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,03	0,084	0,732

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансовым и ресурсным эффективным вариантом является текущий проект. Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами. Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким

сроком окупаемости.

4.5. Выводы по разделу

В ходе выполнения работы по части финансового менеджмента можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР, как наиболее подходящего и оптимального, по сравнению с другими;
2. Был разработан график реализации этапов работ, а также было определено, что общее количество календарных дней на выполнение работ составляет 368 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 264 дня; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 92 дня;
3. Был разработан проектный бюджет, который составил 966645,6384 руб;

5. Социальная ответственность при выполнении научно-исследовательских работ по изучению геологических особенностей строения рудных тел и 3D-моделирования месторождения Южный Инкай (Южный Казахстан)

Целью данной работы является изучение геологических особенностей строения рудных тел и интенсификация добычи урана на основе 3d-моделирования месторождения Южный Инкай.

Область применения: данная научно-исследовательская работа имеет геологическую и горнодобывающую направленность. Она связана с исследованием геологических процессов, определением структуры и характеристик рудных тел, а также разработкой методов оптимизации и интенсификации добычи урана. Результаты исследования могут применяться на урановых месторождениях, а также в учебных заведениях.

Месторождения «Южный Инкай» расположено на территории, находящейся в пределах тополистов масштаба 1:100 000 L-42-99,-100, в юго-западной части Шу-Сарысуйской депрессии. Общая площадь геологического отвода составляет 192,0 км².

В административном отношении район работ входит в состав Южно-Казахстанской области, а южная часть участка в состав Кызылординской области Республики Казахстан.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

На руднике Южный Инкай работы проводятся вахтовым методом. В п.1 ст. 135 ТК (здесь и далее Трудовой кодекс Республики Казахстана - ТК) содержится легальное определение вахтового метода как особой формы осуществления трудового процесса вне места постоянного проживания работников, когда не может быть обеспечено ежедневное их возвращение к постоянному месту жительства. Из

этого определения выделяются две главные характерные черты, отличающие вахтовый метод от обычных способов организации труда:

- выполнение работы вне места постоянного проживания работников;
- отсутствие возможности обеспечения их ежедневного возвращения к этому месту [11].

Указанная специфика влечет за собой, в частности, применение особых режимов труда и отдыха на основе суммированного учета рабочего времени, регулярных поездок к месту выполнения работ и обратно к месту жительства, связанных с дополнительными расходами, а также специальные ограничения при выполнении такой работы. Отмечу, что дополнительно суммированный учет рабочего времени является обязательным условием вахтового метода в силу прямого указания п. 5 ст. 135 ТК.

Рабочее время. При организации вахтового метода работы важное значение имеет правильное распределение, учет рабочего времени. Согласно ст. 135 ТК работодатель обязан утвердить график работы на вахте (график вахт), законодатель не требует их согласования с работниками либо их специального уведомления. Кроме того, поскольку работа на вахте осуществляется, как правило, посменно, то в силу ст. 73 ТК работодатель обязан установить графики сменности, включающие в себя продолжительность рабочей смены, переход из одной рабочей смены в другую. Графики сменности доводятся работодателем до сведения работников не позднее чем за десять календарных дней до введения их в действие (полагаю, что данное требование распространяется, как при приеме на работу работника, так и при изменении графиков в процессе трудовой деятельности). Наряду с вышеуказанными положениями работодателем устанавливаются пятидневная или шестидневная рабочая недели в соответствии с условиями трудового и коллективного договоров или актом работодателя. Максимальная продолжительность сменной работы в течение суток должна составлять 12 часов, а минимальная - 6, исходя из содержания пп. б) п. 1 ст. 1 ТК, определяющего количество смен, приходящихся на одни сутки.

Общее требование к максимальной продолжительности вахты составляет

пятнадцать календарных дней. С письменного согласия работника ее продолжительность может быть увеличена до тридцати календарных дней в соответствии с коллективным, трудовым договорами. Буквальное толкование изложенной нормы позволяет сделать вывод о то, что требуется во всех случаях письменное согласие работников на увеличение продолжительности вахты, при этом, полагаю, что указанное письменное согласие может быть отражено при подписании трудового договора, если подобное условие о большей продолжительности вахты было включено в договор. Коллективный договор может предусмотреть увеличение продолжительности вахты, а также порядок согласования с представителями работников введения нового условия труда.

Персональные данные - сведения, относящиеся к определенному физическому лицу, зафиксированные на электронном, бумажном и (или) ином материальном носителе. Что касательно трудовых отношений персональные данные – это те данные, которые необходимы в связи с принятием на работу, осуществлением трудовой деятельности работника [10].

Так только для заключения трудового договора работодателю, как минимум, необходимо получить от работника нижеследующую информацию:

- фамилия, имя, отчество (при наличии);
- наименование, номер, дату выдачи документа, удостоверяющего личность;
- индивидуальный идентификационный номер и т.п.

Дополнительно при работе необходимы данные, касательно образования, квалификации, наличии специальных знаний или профессиональной подготовки, информация, касающаяся сведения о трудовой деятельности работника и т.п. При этом работодатель не имеет права требовать у работника информацию о его политических, религиозных и иных убеждениях и частной жизни, информацию о его членстве или деятельности в общественных объединениях, в том числе в профессиональных союзах.

Работодатель обязан обеспечить сбор, обработку и защиту персональных данных работника, обеспечить порядок хранения и т. п. в соответствии с

требованиями законодательства. Для данных целей в компании может быть утверждено Положение о защите персональных данных работников.

Компенсация за работу в сверхурочное время, государственные праздники, праздничные и выходные дни. За каждый час работы в сверхурочное время, в государственные праздники, праздничные (часть первая ст. 147 ТК) и выходные дни сверх заработной платы, начисленной за указанное время, производится доплата:

- 1) работникам со сдельной оплатой труда – не ниже сдельных расценок;
- 2) работникам с повременной оплатой труда – не ниже часовых тарифных ставок (окладов) (ст. 69 ТК).

В случае если работа в государственные праздники и праздничные дни выполнена сверх месячной нормы рабочего времени, работнику по его желанию помимо доплаты предоставляется другой день отдыха (часть четвертая ст. 69 ТК) [15].

В условиях суммированного учета времени допускаются работы в государственные праздники и праздничные дни. При этом за работу в государственные праздники и праздничные дни должна производиться доплата к заработной плате, начисленной за работу в указанное время, в т.ч. в случаях, когда работа в государственные праздники и праздничные дни осуществляется по графику работ (сменности).

5.1.2. Эргономические требования к организации рабочего места

Эргономика - соответствие труда физиологическим и психическим возможностям человека, обеспечение наиболее эффективной работы, не создающей угрозы здоровью человека и выполняемой при минимальной затрате биологических ресурсов.

При организации рабочих мест необходимо учитывать то, что конструкция рабочего места, его размеры и взаимное положение его элементов (органов управления, средств отображения информации, кресел, вспомогательного оборудования и т.п.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека, а также характеру.

Организация рабочего места должна обеспечивать устойчивое положение и свободу движений работающего, безопасность выполнения трудовых операций, исключать или допускать в редких случаях кратковременную работу в неудобных позах (характеризующуюся, например, необходимостью сильно наклоняться вперед или в стороны, приседать, работать с вытянутыми или высокоподнятыми руками и т.п.), вызывающих повышенную утомляемость.

Понятие «рабочее место» является одним из центральных понятий в ряде прикладных направлений исследований и практической деятельности - проектировании, организации и эксплуатации производства, системе экономических и социальных наук, а также наук о трудовой деятельности человека.

Рабочее место представляет собой первичное звено производства, где осуществляется взаимодействие трех основных элементов труда - предмета труда, средств труда и человека. Рабочее место определяют и как систему функционально и пространственно организованных средств труда, обеспечивающую работающему условия для успешного и безопасного протекания трудовой деятельности.

В соответствии с требованиями эргономики уровни производственных факторов в рабочей зоне, источником которых является оборудование, должны находиться в пределах величин, гарантирующих здоровье человека. Если такие уровни обеспечиваются не самой конструкцией оборудования, а входящими в нее специальными техническими и санитарно-техническими средствами либо использованием средств коллективной и индивидуальной защиты, то эти средства должны способствовать удобству выполнения трудовых действий.

При проектировании оборудования необходимо предусмотреть такое распределение функций между человеком и системой управления оборудованием, такой уровень автоматизации технологического процесса, чтобы обеспечивалась

высокая эффективность функционирования системы при оптимальной или допустимой степени тяжести и напряженности труда работающих. При этом должны быть ограничены не только верхний (чрезмерная нагрузка), но и нижний (недостаточная нагрузка) пределы рабочих нагрузок.

Так, для ограничения физических нагрузок на работающего к конструкции оборудования предъявляются требования обеспечения таких величин нагрузок, которые вызвали бы в течение смены энергозатраты организма человека не более 293 Дж/с. Для исключения монотонности труда конструкция производственного оборудования должна обеспечивать возможность организации трудового процесса, ограничивающего частоту повторения простых элементарных трудовых действий и длительность непрерывного пассивного наблюдения за ходом производственного процесса. Первое имеет значение для видов физического труда, характеризующихся однообразием выполняемых простых трудовых действий, второе — для операторских видов трудовой деятельности.

Обеспечение рациональных рабочих поз осуществляется проектированием оборудования и пространственной компоновкой его элементов в целостное рабочее место с учетом антропометрических данных человека.

5.2. Производственная безопасность

При выполнении научно-исследовательской работы источником возникновения вредных и опасных производственных факторов могут быть:

- пониженная видимость или недостаточная освещенность, что может привести к различным опасностям и рискам;
- температура слишком высокая или слишком низкая, что может привести к дискомфорту, стрессу и возможным заболеваниям;
- высокие требования к выполнению задач, частые дедлайны, необходимость работать под давлением или в условиях повышенного стресса могут приводить к нервно-психическим перегрузкам. Это может быть связано с интенсивностью работы, объемом задач, нехваткой времени на их

- выполнение или сложностью поставленных целей;
- накопление вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Возможные опасные и вредные факторы приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003–2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработ ка	Изготов ление	Эксплу атация	
1. Недостаточное освещение рабочей зоны		+	+	СН РК 2.04-01-2011 [15]
2. Отклонение параметров микроклимата	+	+	+	ГОСТ 30494–2011 [16]
3. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	+	+	+	ГОСТ 12.0.003–2015 [17]
4. Недостаточная проветриваемость помещения		+	+	СП РК 3.02–101–2012 [18] СП РК 3.02-127-2013 [19]

5.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Согласно пункту 4.7.1.4 по СП РК 3.02–127–2013 «Производственные здания» количество воздуха, необходимое для обеспечения нормативных параметров воздушной среды в рабочей зоне, определяется расчетным методом, учитывая неравномерность распределения вредных веществ в помещениях с одновременным выделением в воздух нескольких вредных веществ [19]. Расчет ведется по тому веществу, которое требует наибольшего расхода воздуха для обеспечения его предельно допустимой концентрации (ПДК).

Для определения вредных веществ согласно пункту 4.7.1.5 по СП РК 3.02–127–2013 «Производственные здания» было проведено исследование по оценке валовых выделений вредных веществ от технологического оборудования, работающего с полной нагрузкой в натуральных условиях.

Согласно исследованию образцов воздуха закрытых помещений выполненным «Национальный центр экспертизы» Шымкентским городским

отделением видно, что самое большое выделение приходится к аммиаку, где концентрация газа в воздухе составляет 2,57мг/м³. Согласно пункту 4.7.1.5 по СП РК 3.02–127–2013 расчет ведется по аммиаку [19].

Необходимый воздухообмен определяют по следующей формуле:

$$L_B = \frac{G}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пр}}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

Где:

G – масса вредных веществ, выделяющихся в рабочее помещение, мг/ч;

C_{ПДК} – предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ, мг/м³;

C_{пр} – концентрация вредных веществ в приточном воздухе, мг/м³.

Находим массу вредных веществ G (в нашем случае аммиака NH₃), выделяющихся в рабочее помещение:

$$G=2,57*38\ 785=99\ 677\text{мг/час}$$

где:

1) 2,57 мг/м³ -концентрация аммиака в воздухе помещения согласно протоколу

2) 38 785 м³/час – суммарный объем удаляемого воздуха общеобменной вентиляцией в один час.

В том числе:

Системами В1=9 930м³/час

Системами В2=10 290 м³/час

Системами В3= 18 565 м³/час

3) Согласно протоколу C_{ПДК} аммиака должен составлять 20мг/м³

4) Концентрация вредных веществ C_{пр} в приточном (наружном) воздухе в обычных условиях; В нашем случае аммиак NH₃ =0,05мг/м³

Определены все исходные данные для расчета.

G=99 677 мг/час. Масса вредных веществ G выделяющихся в рабочее помещение;

C_{ПДК}=20 мг/м³. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного газа;

$C_{пр}=0,05$ мг/м³. Концентрация аммиака в наружном воздухе в обычных условиях;

Тогда минимальное требуемое количество подаваемого и удаляемого воздуха (воздухообмен) по формуле:

$$L_B = \frac{99677}{20 - 0,05} = 4996 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Фактический воздухообмен в цеху в количестве $L_{факт}=38\ 785$ м³/час в восемь раз превышает требуемый воздухообмен. Показатель предельно допустимого концентрата (ПДК) любого вредного газа (например, для аммиака 20 мг/м³) не означает что в помещении производственного цеха должна соблюдаться максимальная концентрация того или иного газа.

Фактический воздухообмен (существующий) в цеху рассчитан с требованием, чтобы концентрация вредного газа в рабочей зоне не превышала 2,62мг/м³.

Таким образом получился:

$$L_B = \frac{99677}{2,62 - 0,05} = 38784 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где:

- 1) 2,62 - сумма аммиака во внутреннем и наружном воздухе 2,57+0,05;
- 2) 2,57 - количество аммиака по протоколу исследования;
- 3) 0,05 - количество аммиака в наружном воздухе в обычных условиях;
- 4) 99 677 - газовыделение в цеху;

Как видно из расчета, существующие системы общеобменной вентиляции удовлетворяют требованиям по созданию благоприятных условий по качеству воздуха в рабочей зоне. Концентрация вредного газа в рабочей зоне (2,57мг/м³) по аммиаку меньше на 8 раз ($20/2,57=8$) чем его требуемого ПДК, которое составляет 20мг/м³.

5.4. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Для снижения уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя необходимо принять следующие меры:

1. Недостаточное освещение рабочей зоны:

- Установить дополнительные источники освещения, такие как лампы, светильники или прожекторы, чтобы обеспечить достаточную яркость в рабочей зоне;
- Регулярно проводить обслуживание и замену осветительных приборов, чтобы предотвратить падение яркости и обеспечить равномерное освещение;
- Использовать светоотражающие поверхности и цветовые решения, которые способствуют лучшей распределению света в помещении.

2. Отклонение параметров микроклимата:

- Установить систему кондиционирования воздуха, которая обеспечит оптимальные температурные и влажностные условия в помещении;
- Проводить регулярные измерения и контроль параметров микроклимата, чтобы обнаружить отклонения и своевременно принять меры по их исправлению;
- Обеспечить доступ к свежему воздуху путем установки системы вентиляции или регулярного проветривания помещения.

3. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса:

- Разработать эффективные планы и распределение задач, чтобы снизить перегрузку работника и обеспечить достаточное время для выполнения задач;
- Предоставлять возможности для перерывов и отдыха, чтобы работники могли восстановить силы и снять нервное напряжение;
- Проводить тренинги и семинары по управлению стрессом и развитию навыков эффективной работы.

4. Недостаточная проветриваемость помещения:

- Проверить и обеспечить правильную работу системы вентиляции, чтобы обеспечить постоянную циркуляцию свежего воздуха в помещении;
- Организовать регулярное проветривание помещения, особенно в перерывах между работой, чтобы обновить воздух и улучшить его качество;
- Предоставить возможность работникам выходить на улицу или в другие помещения для проветривания легких и отдыха.

5.5. Экологическая безопасность

На урановом месторождении основными источниками загрязнения могут быть:

Рудный материал:

- Основным источником загрязнения на урановом месторождении является сам рудный материал. В процессе его добычи и обработки могут выделяться различные токсичные и радиоактивные вещества, такие как уран, торий, радий и другие радиоактивные элементы. Эти вещества могут иметь негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей.

Отходы и шламы:

- В процессе обогащения и переработки урановой руды образуются отходы и шламы. Они могут содержать высокие концентрации радиоактивных и химически опасных веществ. Неконтролируемое хранение или неправильная обработка таких отходов может привести к загрязнению почвы, воды и атмосферы.

Работа техники и оборудования:

- На урановом месторождении используется различная техника и оборудование, такое как буровые установки, сепараторы и прочее. Работа этой техники может приводить к выбросу пыли, шума и выбросам вредных веществ в окружающую среду.

Химические вещества:

- Для обработки и переработки урановой руды могут применяться различные химические реагенты, такие как серная кислота, флотационные реагенты и другие. Неконтролируемое использование или утечки этих химических веществ могут привести к загрязнению почвы и воды.

Радиоактивная пыль и газы:

- При обработке урановой руды может образовываться радиоактивная пыль и газы. Это может происходить как в процессе самой добычи, так и при обработке и транспортировке руды. Вдыхание радиоактивной пыли или взаимодействие с радиоактивными газами может быть опасным для здоровья людей.

Конкретные значения радиационных норм на урановых месторождениях в Казахстане могут варьироваться в зависимости от различных факторов, включая тип и характеристики месторождения, технологии добычи и переработки, а также международные рекомендации и стандарты. Нормы загрязнения устанавливаются на основе законодательства и регуляций, включая следующие документы:

- Кодекс Республики Казахстан "Об охране здоровья народа и системе здравоохранения" (Закон от 7 июля 2006 года)
- Национальный стандарт Республики Казахстан "Нормы радиационной безопасности" (стандарт СН РК 2.02.02-04) [20]
- Решение Комиссии по атомной энергии Республики Казахстан (КАЭ)

Природоохранные мероприятия, направленные на устранение вредных воздействий на окружающую среду представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия на урановом месторождении Южный Инкай

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Селитебная зона	Радиоактивное заражение территории при аварии	Проведение мероприятий по дезактивации и очистке зараженных участков

Литосфера	Разливы кислоты	Изоляция утечки, восстановление разлива, сбор и утилизация
	Твердые радиоактивные отходы	Обработка и обезвреживание, утилизация
Гидросфера	Выделение радионуклидов	Сбор и обработка радиоактивных материалов, обезвреживание и утилизация
	Остаточные продукты обогащения урана	Обработка и хранение
Атмосфера	Испарение остаточных продуктов обогащения урана	Использование закрытых систем, применение технологий очистки и обезвреживания

5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с оборудованием и техническими системами, такими как разрывы трубопроводов, разливы химических реагентов, радионуклидов и других опасных веществ, выброс радиоактивных материалов, проникновение радиации в рабочие помещения, несоблюдение правил радиационной безопасности, пожары и взрывы, является важной частью обеспечения безопасности и предупреждения негативных последствий. Ниже приведены основные аспекты, которые могут быть учтены при таком анализе:

- Идентификация потенциальных опасностей: Определение основных источников опасностей и потенциальных ЧС, связанных с оборудованием и техническими системами, таких как слабые точки в трубопроводах, хранение и обращение с опасными веществами, и т. д.
- Оценка рисков: Оценка вероятности возникновения ЧС и анализ возможных последствий, включая их влияние на окружающую среду, здоровье людей, социально-экономические последствия и т. д. Это помогает определить наиболее критические области и принять необходимые меры предосторожности.
- Разработка мер безопасности и контроля: Разработка и внедрение мер

безопасности, таких как системы мониторинга, аварийные системы предупреждения, процедуры эвакуации и обучение персонала, а также меры по предотвращению и локализации возможных разливов и выбросов.

- Планирование реагирования на ЧС: Разработка планов реагирования на возможные ЧС, включая процедуры и инструкции по ликвидации аварийных ситуаций, координацию действий между различными службами и организациями, и предоставление необходимых ресурсов и оборудования.

Одной из ЧС, которая наиболее вероятно часто может происходить на производстве, является возникновение пожаров и взрывов.

Источники возникновения пожаров и взрывов на урановом производстве могут быть различными и могут представлять серьезную угрозу для безопасности. Некоторые из возможных источников проблем могут включать:

1. Хранение и обработка горючих веществ:

На урановых производствах используются различные химические вещества, такие как растворители, горючие жидкости и газы. Неправильное хранение или неправильное обращение с этими веществами может привести к возникновению пожара или взрыва.

2. Перегрев и самовозгорание:

Процессы, связанные с обогащением и переработкой урана, могут сопровождаться высокими температурами. Недостаточное охлаждение или несоблюдение технологических требований может привести к перегреву материалов и возникновению самовозгорания.

3. Неправильное обращение с радиоактивными материалами:

Урановое производство включает работу с радиоактивными материалами, которые могут быть опасными при неправильном обращении. При нарушении процедур безопасности или при плохом контроле над радиоактивными веществами может возникнуть пожар или взрыв.

4. Технические сбои и аварии:

Неполадки в оборудовании, электрические сбои или неправильная эксплуатация могут стать причиной возникновения пожара или взрыва на урановом производстве.

5. Нарушение правил безопасности:

Несоблюдение правил и процедур безопасности работниками или недостаточное обучение по безопасности могут увеличить риск возникновения пожара или взрыва на урановом производстве.

Для обеспечения безопасности на урановом производстве критически важно соблюдать строгие протоколы безопасности, обучать персонал правилам безопасности, регулярно проверять и обслуживать оборудование, а также эффективно контролировать и управлять радиоактивными материалами.

5.7. Выводы по разделу

В ходе выполнения работы по части социальной ответственности можно сделать следующие выводы:

1. Разработка и внедрение политики социальной ответственности: важно разработать и внедрить ясную политику, которая будет определять принципы социальной ответственности компании и ее стремление к устойчивому развитию. Это поможет создать основу для дальнейших практических действий.
2. Обеспечение безопасной и здоровой рабочей среды: внедрение практик и политик, направленных на создание безопасной и здоровой рабочей среды, может включать регулярные проверки оборудования, проведение тренингов по безопасности, соблюдение норм рабочего времени и предоставление соответствующих средств защиты.
3. Мониторинг и отчетность: не менее важно вести систематический мониторинг практической реализации мер социальной ответственности и регулярно предоставлять отчет о проделанной работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе был проведен обзор литературы и анализ предшествующих исследований, что позволило сформировать базу знаний и понимание особенностей геологического строения месторождения Южный Инкай. Затем был разработан и построен трехмерный геологический модельный комплекс, включающий в себя геометрию рудных тел, геологическую структуру и распределение урановых залежей.

С использованием полученных 3D-моделей, был проведен анализ и визуализация геологических особенностей месторождения Южный Инкай. Это позволило лучше понять геометрию и структуру рудных тел, идентифицировать потенциально богатые участки и определить оптимальные места для добычи урана.

Важным аспектом работы была интенсификация добычи урана на основе данных 3D-моделирования. Используя полученные модели, были разработаны и протестированы различные стратегии добычи, включая оптимизацию размещения скважин, определение наилучших направлений разработки и оптимальное планирование процесса добычи. Это позволяет эффективно управлять процессом добычи урана, увеличивая его объемы и снижая затраты.

Результаты работы представляют собой важный вклад в геологическое исследование месторождения Южный Инкай и оптимизацию процесса добычи урана. Использование 3D-моделирования позволило более точно оценить ресурсный потенциал месторождения, улучшить планирование и принятие решений в добыче урана, а также увеличить эффективность и устойчивость процесса добычи.

Данная дипломная работа является актуальным и полезным вкладом в область геологического исследования и добычи урана, и может быть использована в качестве основы для дальнейших исследований и разработок в данной области.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Бетчанов Д.М., Водина Е.С. экология и тафономия среднедевонских рифогенных отложений Колывань-Томской складчатой зоны (карьер «Камень») / Д.М. Бетчанов, науч. Рук. И.В. Рычкова, М. И. Шамина // XX Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», – [приняты к публикации].

2. Бетчанов Д.М., оптимизация процесса добычи урана на участке с геологическим осложнением на примере блока месторождения «Южный Инкай» / Д.М. Бетчанов, науч. Рук. Профессор Е. Г. Язиков // XXVI Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», – [приняты к публикации].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Фондовая:

1. Шевченко В. Б., Технология урана. – М.: 1961.
2. Справочник по геотехнологии урана /В. И. Белецкий, Л.К. Богатков, Н. И. Волков и др.; Под. Ред. Д. И. Скороварова. – М.: 1997. – 672 с.

Опубликованная:

3. Шишков И. А. Отчет ТОО «ВерШИна» за 2007г. «О проведении предварительной разведки с комплексом сопутствующих исследований с подсчетом запасов и ресурсов урана по категориям С1 С2 и Р1 на участке №4 (южный фланг) месторождения Инкай», Алма-Ата, фонды АО «Волковгеология», 2007.
4. Язиков В. Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: учеб. пособие / В. Г. Язиков, ТПУ, 2014.
5. Петров Н. Н., Язиков В. Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В. Н., Вершков А. Ф., Лухтин В.Ф. Урановые месторождения Казахстана. - Алматы: Almaty "GYLYM", 1995. - 259 с.
6. Relationship between Uranium Minerals and Pyrite and Its Genetic Significance in the Mianhuakeng Deposit, Minerals 2021, 11(1), 73.
7. Geochronology and Geochemistry of Uraninite and Coffinite: Insights into Ore-Forming Process in the Pegmatite-Hosted Uraniferous Province, Minerals 2019, 9(9), 552.
8. Uraninite, Coffinite and Brannerite from Shear-Zone Hosted Uranium Deposits of the Bohemian Massif (Central European Variscan Belt), Minerals 2017, 7(4), 50.
9. Отчет о результатах разведки мынкудукского горизонта с подсчетом

запасов урана по категориям С1 и С2 на участке 4 (Южный фланг) месторождения Инкай по состоянию на 01.01.2021 г. - 3-е изд. - г. Алматы: АО "Волковгеология", 2021. - 214 с.

Нормативная:

10. Часть первая ст. 147 ТК. Органы, принципы и задачи социального партнерства.

11. П.5 ст. 135 ТК РК. Вахтовый метод работы.

12. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 28.12.2022) "О специальной оценке условий труда".

13. Пп. 6 п. 1 ст. 1 ТК. Запрещение принудительного труда.

14. Ст. 69 ТК. Сокращенная продолжительность рабочего времени для отдельных категорий работников.

15. СН РК 2.04-01-2011. Естественное и искусственное освещение.

16. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

17. ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

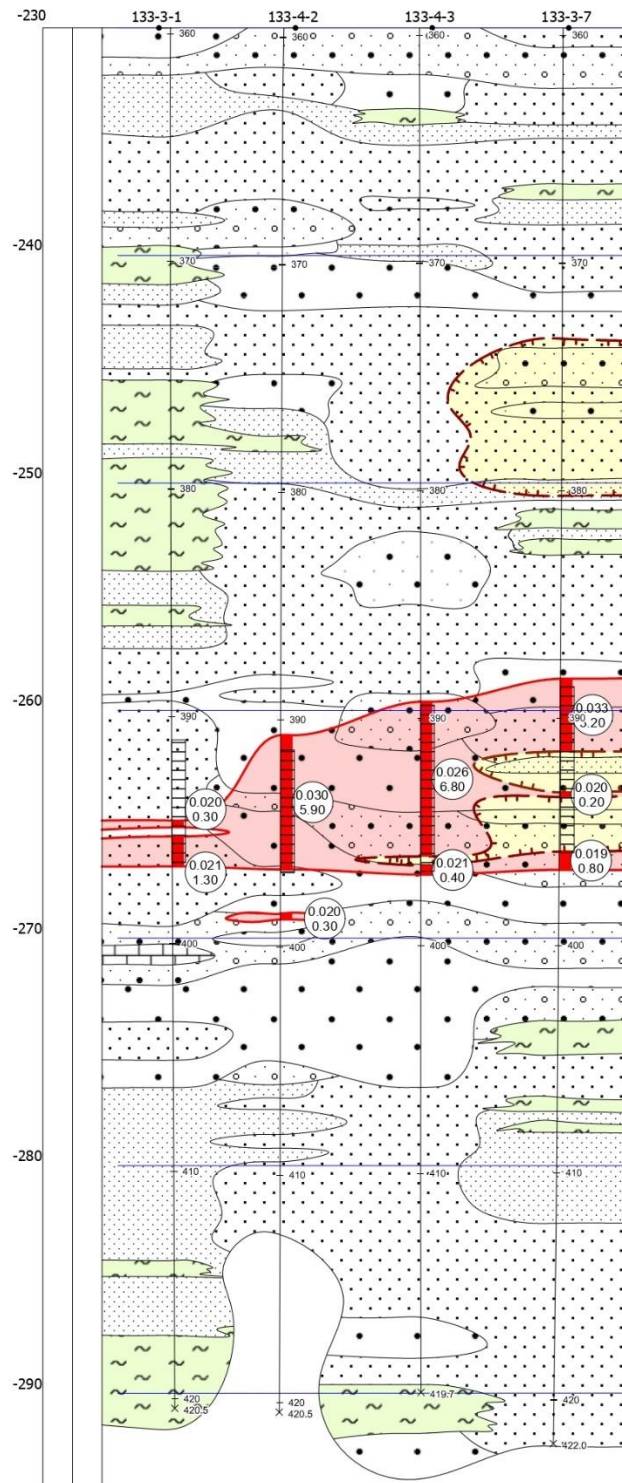
18. СП РК 3.02–101–2012. Здания жилые многоквартирные.

19. СП РК 3.02–127–2013. Производственные здания.

20. Стандарт СН РК 2.02.02-04. Проектирование объектов органов противопожарной службы.

Приложение Б

Разрез геолого-технологического профиля индукционного горизонта



Приложение
(справочное)
Geological characteristics of the deposit

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ11	Бетчанов Дмитрий Муратович		

Консультант школы ИШПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Е. Г.	Д.г.-м.н., профессор		

Консультант – лингвист отделения ОИЯ ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Надеина Л.В.	к.филол.н.		

Geological peculiarities of the structure of ore bodies on the example of the South Inkai deposit

Inkai is the largest reservoir-infiltration field in Kazakhstan, the CIS, and the former Soviet Union.

The deposit extends in the submeridional direction at about 55 km with a total width of the ore band from 7 to 17 km. In the geological structure of the depression are involved formations of three structural floors: the lower-folding caledonian basement, the middle-intermediate semiplatform and the upper-mesozoic-cenozoic platformary cover.

A feature of the incuduk horizon in the Inkai deposit compared to mynkuduk is a more significant distribution of gray-colored geochemical type sediments in the section. They are three cycles of sedimentation. Horizon thickness is 130-150 m.

Characteristics of the mineral composition of ores

Ore deposits at Inkai deposit are spatially gravitated to the border of clearing zones of formation oxidation, and their contours in the plan and section are determined by gamma-ray logging data - by the conditionally prescribed cutoff uranium content - 0.01% and the minimum cutoff metroproportion - 0.0400.

The deposits consist of several morphological elements - the main roll with well-defined baggy parts and wings, the proportionality of which varies from equal size to the predominance of one or another morphological part by 5-10 times. In addition, the conjugate sack-winged elements of the ore body ("winged sacks"), which thickness reaches 25 m, are widely developed. Satellite and remnant bodies emerge during the development of ore-controlling oxidation. As a rule, they are in the "rear" of the main rolls, separated from them by an insignificant (tens or hundreds of meters) interval of ore-free rocks (Fig. 3).

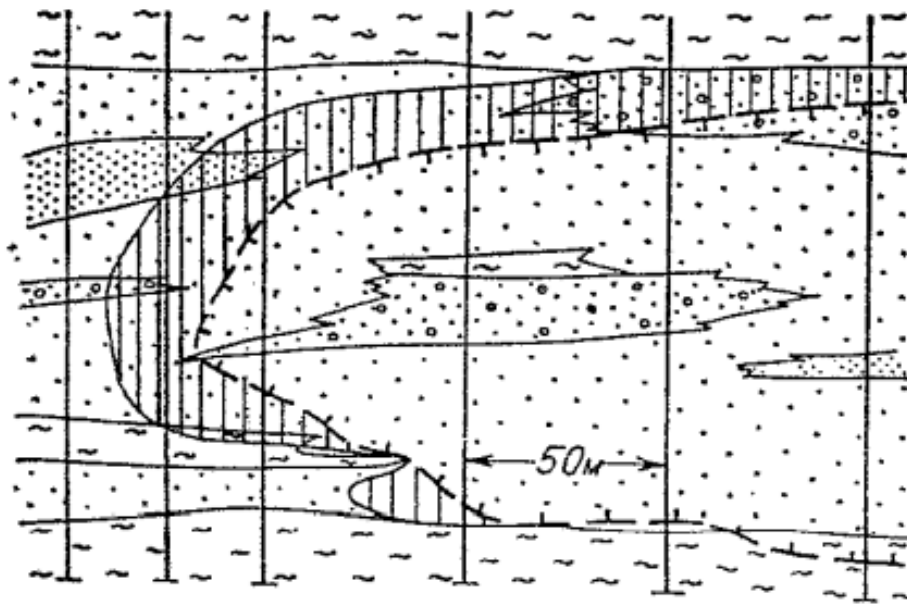


Figure 3 - Section along the bagged part of the ore deposit

Clastic material in both ore and nonore sand and gravel-sand deposits of varying degrees of fineness is represented by quartz, feldspars, fragments of siliceous and acid volcanic rocks, small amounts of mica (muscovite, biotite), and fragments of charred plant detritus. The average mineral composition of the ores is given in Table 1.

Table 1 - Average mineral composition of ores, content in %

Minerals	Mynkuduk horizon	Incuduk horizon
1	2	3
A. Insoluble		
Quartz	61,30	56,60
Debris of siliceous rocks	12,10	23,49
Accessory	0,42	1,19
TOTAL:	73,82	81,28
B. Hardly soluble		
Feldspars	17,20	10,36
Kaolinite	3,82	3,63
Montmorillonite	3,04	2,36
Hydromica	0,98	0,65
Muscovite	0,27	0,70
Biotite	-	0,08
Organic matter	0,04	0,05
TOTAL:	25,35	17,83
B. Soluble		
Limonite	0,58	0,56
Carbonates	0,10	0,18
Sulfides	0,10	0,10

Uranium minerals	0,05	0,05
TOTAL:	0,83	0,89

From the sum of all clastic material, quartz averages from 50% to 70%. The content of fragments of siliceous and acid volcanic rocks varies from 3 % to 30 %. Lithologic-filtration types I and II (gravel-pebble sediments and multigrained sands with a fraction over 1 mm up to 40 %) are characterized by a higher content of siliceous and acidic clasts, which are represented by microquartzites, microgranites, siliceous and sericite-siliceous schists. The feldspars range from 5% to 25%, depending on the lithologic-filtration type, and are represented by orthoclase, microcline, and plagioclase.

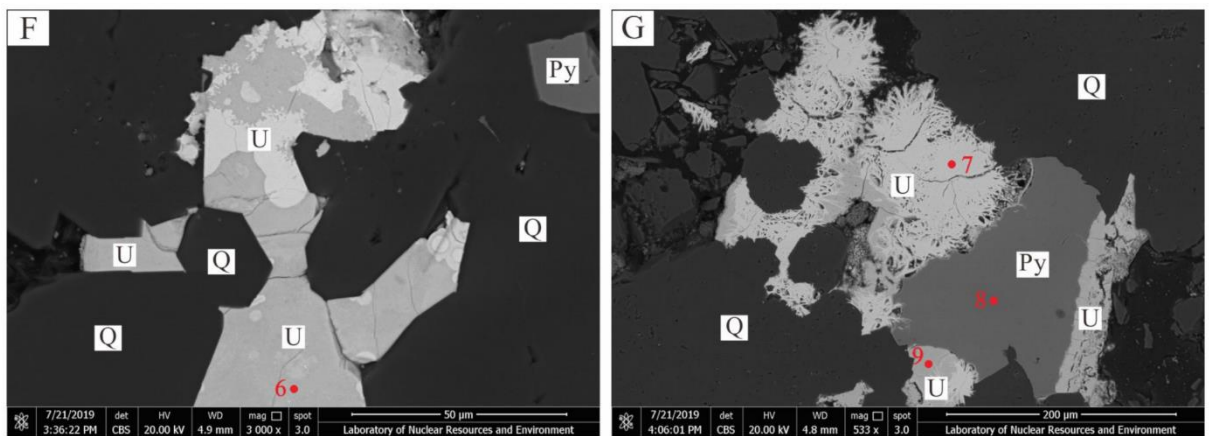


Figure 4 - Vein uranium ore with microcrystalline quartz as the main vein mineral (nasturan (U) and pyrite (Py) are embedded in microcrystalline quartz (Q), and the boundaries between nasturan, pyrite, and quartz crystals are clear and straight) [7]

The average content of mica materials (muscovite and biotite) varies from 0 % to 1.8 %. Charred plant detritus in the form of small fragments of plants, stems, leaves ranges from 0.01 % to 0.11 % and is expressed in gelified structural (xylene, xylovitrene) and structureless tissue.

The accessory minerals for all lithological-filtration rock types are similar and are represented by ilmenite, leucogenized ilmenite, tourmaline, staurolite, garnet, epidote, andalusite, apatite, disthene, zircon, rutile. The heavy fraction accounts for 0.1% to 1.7% of the total rock mass.

The cementation of the ore sands is weak, and they are easily soaked in

water. The pore filler in both ore and nonore sediments is composed of clay-siltstone material of polymictic composition and constitutes from 11% to 27% of the total rock mass.

Together with clay minerals, the fraction less than 0.05 mm contains unrocked quartz grains, feldspars, mica flakes (muscovite, biotite), fragments of charred plant detritus, accessory and authigenic minerals.

According to the degree of distribution and quantity, the cement can be characterized as porey, irregular, spotty. According to the degree of crystallinity - filmy, crucificational. The pore space between silty particles is filled with clay minerals - montmorillonite, hydromica, kaolinite and constitutes from 5 % to 16 % of the total rock mass.

Textural and structural features of ores

Uranium mineralization in sandy and gravelly-sandy rocks accumulates in the intergrain, pore space, filling the mesopores of the clay-siltstone filler, and using both the silty and sandy fractions to settle the surface of clastic grains.

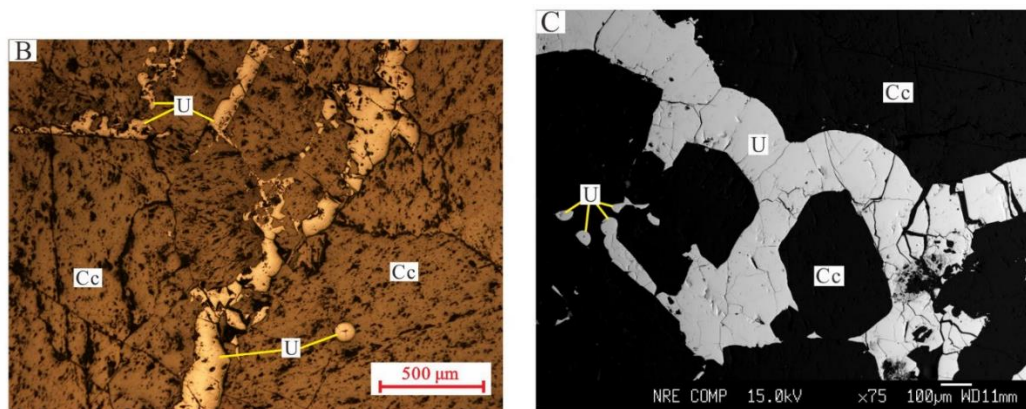


Figure 5 - nasturan occurs in or between calcite crystals, and the crystal boundaries between nasturan and calcite are clear and straight [6].

A minor part of uranium is concentrated in the form of pseudomorphosis on charred plant detritus, on ilmenite and leucoxene grains, as well as in caverns, microcracks and micropores of sand and gravel grains and pebbles, in interlayer interstices of mica. Thus, ores of the entire Inkai deposit are characterized by dispersed and thinly disseminated texture, interstitial structure.

Uranium mineralization throughout the Inkai deposit is represented by

nasturan and coffinite. The ratios of uranium oxide and silicate are shown in Table 2. Fluctuations in the values are explained by the dispersion of ores (for X-ray phase analysis), insufficient statistics on individual elements of the roll.

Table 2 - Balance of uranium minerals in ores in %

Horizon	Nasturan	Coffinite
Incuduk	77	23
Mynkuduk	87	13
In the field as a whole	82	18

Nasturan - uranium oxide - the diffraction pattern is like the cubic lattice of fluorite type. Macroscopically, it is a black, dark gray, sooty mineral that forms dispersed phenocrysts and small clusters in clay-siltstone aggregate of ore sands, patches and crusts on clastic grains, and thin phenocrysts in fragments of charred plant detritus.

In transmitted light, uranium minerals are indistinguishable from charred plant detritus. In reflected light, they have a gray color and higher reflectivity than quartz and organics.

Coffinite, a uranium silicate, is diagnosed by X-ray phase analysis, just as nasturan is present as a thinly dispersed black phenocryst in the pore clay-siltstone aggregate of sands.

Crystalline mineral individuals' range in size from 0.1 μm to 0.01 μm and are represented by microglobules and spindle-shaped formations, which form kidney-shaped spherocrystalline aggregates with concentrically zonal and radial-radial fractures of 5 μm to 10 μm because of accretion and partial recrystallization of matter. The surface of spindle-shaped buds in coffinite is relatively smooth.

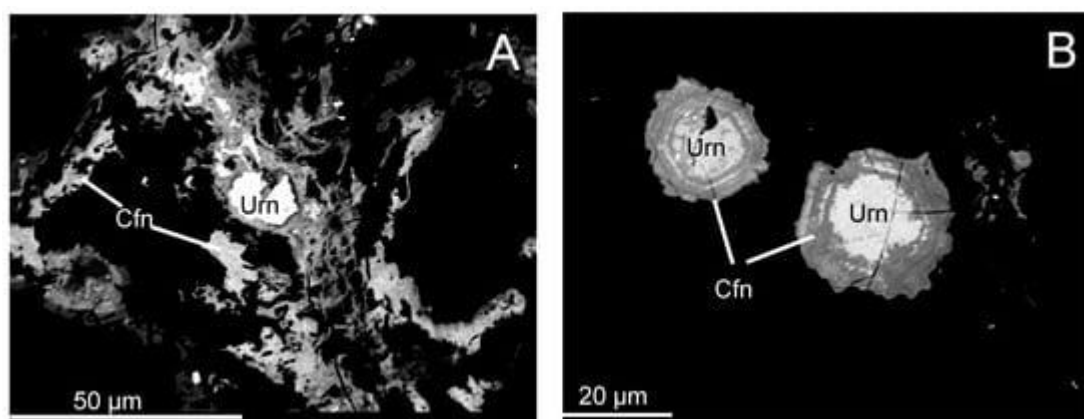


Figure 5 - Images of uranium mineralization in back-scattered electrons [8].

Consequently, the poor and rich ores differ not in the composition of uranium minerals, but in the nature of their distribution - the poor ores are more dispersed than the rich ores.

The content in the ore Sorg., gross and oxide iron by classes of uranium content are shown in Table 3.

Table 3 - Dependence of geochemical parameters of ore sands of Mynkuduk horizon on uranium content

Geochemical parameters	Uranium content in samples by intervals, %				
	0,01-0,03	0,031-0,050	0,051-0,070	0,071-0,100	более 0,100
C _{org.} (%)	<u>0,035</u> 80	<u>0,039</u> 57	<u>0,038</u> 40	<u>0,045</u> 33	<u>0,049</u> 32
Fe ₂ (%)	<u>0,039</u> 67	<u>0,043</u> 57	<u>0,049</u> 40	<u>0,050</u> 33	<u>0,071</u> 32
(Fe ₂ + Fe ₃) (%)	<u>0,086</u> 67	<u>0,079</u> 57	<u>1,10</u> 40	<u>1,10</u> 33	<u>1,48</u> 32

The chemical composition of ores at the deposit is defined as silicate. Table 4 shows the composition in percent.

Table 4 - Chemical composition of the ores

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	FeO	Na ₂ O	CaO	TiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	PPP	Fe ₂ O ₃	MnO	Total
88,48	5,22	1,87	3,49	0,28	0,38	0,12	0,13	0,03	-	-	0	100,0

Stratigraphy

The mesozoic-cenozoic sediments of the Shu-Sarysu depression are divided into three complexes: jurassic - preplatform, cretaceous-paleogene - platform and

neogene-quaternary - platform-suborogenic.

The cretaceous-paleogene platform complex is represented by continental terrigenous formations of the late cretaceous and continental and marine terrigenous formations of the Paleocene and Eocene.

At the base of the section, in depressions of the surface of middle paleozoic rocks, drilling data show relics of red-colored dense clays with inclusions of quartz pebbles and gravel and siliceous rocks, with interlayers of clayey sandstones of different grains. Their thickness usually does not exceed 15 m.

The mynkuduk horizon (K2t1mk) was isolated in 1973 at the field of the same name. In the area, it is represented by a pack of gray and mottled alluvial and lake-alluvial deposits, accumulated under the conditions of the Turonian fluvial system, oriented, in general, from southeast to northwest.

In the vertical section of the horizon, the pattern of lithologic facies change from bottom to top is well manifested:

- rod-rock, mixed-grained sands with gravel and pebbles;
- floodplain deposits of medium-grained sands;
- middle fine-grained sands with interlayers of clays of floodplain-storied facies.

The incuduk horizon (K2t2-st in) lies on turonian sediments with a distinct erosion boundary. It is characterized by a coarse-grained composition and a low degree of material sorting. Its section consists of three subhorizons (cycles), which begin with gravel-pebble sediments and end with fine-medium-grained sands with interlayers and lenses of clays.

Average thickness of the lower subhorizon is from 30 m to 35 m, middle from 55 m to 60 m, and upper from 25 m to 35 m.

The deposits of the lower subhorizon are represented by gray, greenish gray gravel-pebble varieties, which naturally transition higher in the section to more sorted medium-grained sands.

At the base of the middle subhorizon, greenish gray mixed-grained sands with gravel and pebbles also predominate, passing into medium-fine-grained sands

with interlayers of clays.

The deposits of the upper subhorizon have a more homogeneous lithological composition; they are mainly medium-grained sands with a small fraction of different-grained - different-grained with gravel varieties (up to 10% of the thickness). Relative to the two lower subhorizons, it is dominated by primary grayish tones.

The rocks of the incuduk horizon have undergone regional "gleying," due to which a sharp predominance of green-colored permeable rocks is noted among its deposits, in which relict mottled colors characteristic of clay interbeds are found.

In the upper part of the mynkuduk horizon, the number of elementary cycles is smaller, with a predominance of fine-grained rock varieties and clays over coarse-grained ones. The predominant coloring of rocks is light, grayish-green, and mottled.

The total thickness of the deposits of the mynkuduk horizon in the area from 55 m to 65 m. A regular replacement in the vertical section of channel deposits by floodplain deposits is also characteristic in the horizontal direction, when the primary mottled and green-colored sandy-clay formations of the floodplain facies are replaced by channelized coarse-clastic, grayish-colored sediments.

Tectonics

The modern structural plan of the depression and the Inkai deposit area was formed at the boundary of Pliocene and Quaternary times as a result of a sharp uplift of the framing mountain structures (Fig. 6).

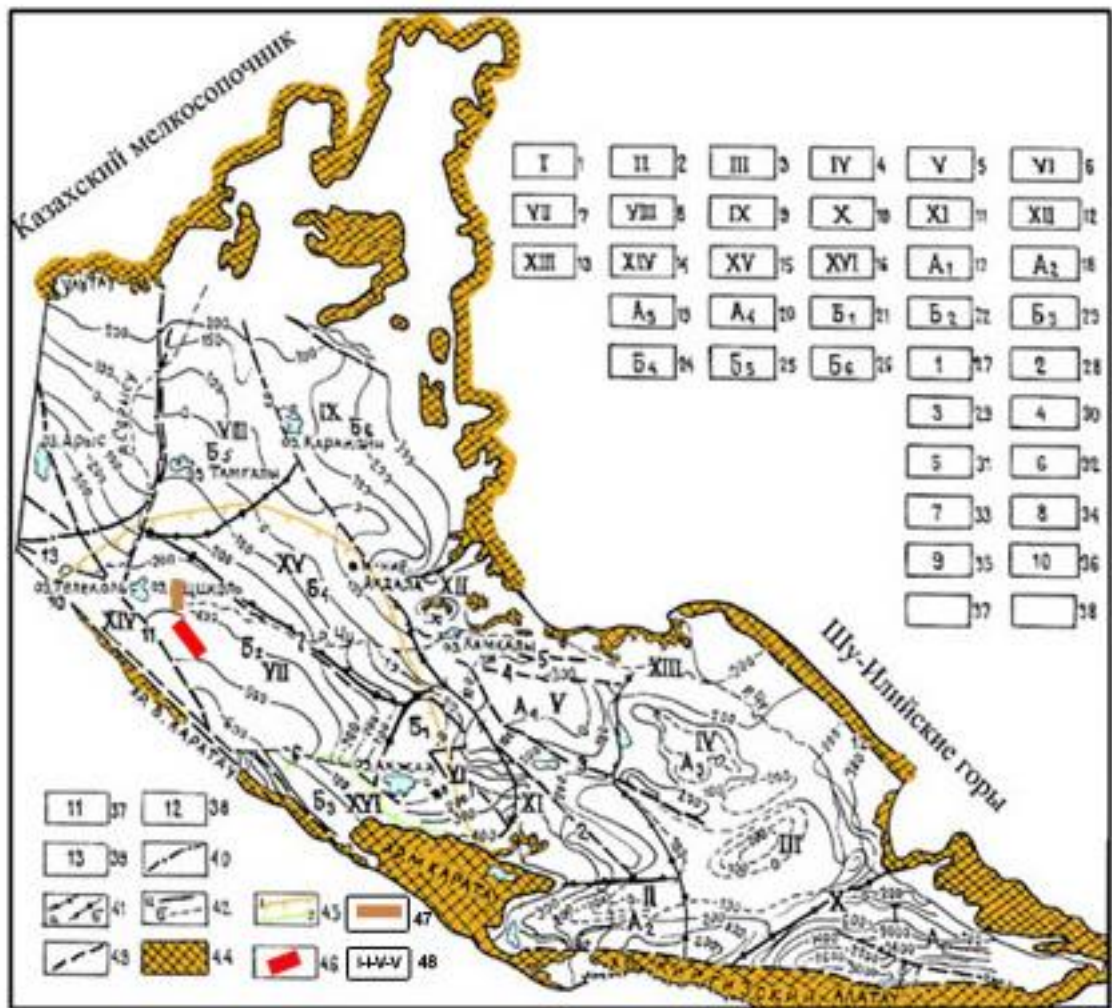


Figure 7 - Scheme of the structural-hydrogeological zoning of the Shu-Sarysy artesian pool

The boundaries of the basin and at the same time groundwater recharge areas are in the south and southeast - mountain ranges: Kyrgyz Alatau, B. and M. Karatau, in the north-east and north - Shu-Iliysk mountains and Kazakh shallow groundwater. In the west, the pool borders on the Sarysy River with the North Kyzylkum and Turgai artesian pools.

In hydrogeological terms, the vertical geological section of the Mesozoic-Cenozoic cover of the Suzak artesian basin distinguishes the following structural-hydrogeological floors (11):

- Stage I consists of mostly loose and weakly-lithified formations of the latest tectonic activation stage (P32-Q) with pore-and-pore groundwater accumulations in molasseoids;

- Floor II consists of weakly cemented formations of the platform development stage (K2-P22-3) with porous-plastic, in some cases fractured-porous-plastic accumulations of groundwater in terrigenous rocks;

- Floor III consists of poorly lithified and lithified formations of the vault uplift stage (Early Mesozoic tectonomagmatic intensification, riftogenesis, T3-I2) with fracture-fracture-layer and pore-fracture-layer accumulations of groundwater in terrigenous coal-bearing rocks;

- Stage IV consists of lithified formations of the subplatform stage (D3fm-P), containing fracture-and-layer, karst-and-layer, sometimes fracture-and-fracture and karst-and-layer accumulations of groundwater in terrigenous, carbonate and salt-and-gypsum-bearing rocks;

- V floor is represented by intensively lithified, in different degree metamorphosed, sedimentary and magmatic, as well as metamorphic formations of geosyncline (PR-S) and orogenic (D1-D2fr) development stages (folded basement) with fractured-vein and karst-vein accumulations of groundwater.

Increased mineralization of groundwater, its high hardness, high content of sulfates and chlorine, strontium, bromine, and radioactive elements make groundwater of inkuduk and mynkuduk horizons in the deposit unsuitable not only for drinking but also for technical water supply.

Positive factors for mining uranium mineralization by in-situ leaching are:

- high permeability and water content of ore-bearing sediments, with the permeability of the overburden and underburden sediments being practically the same;

- presence of a regional water-bearing buttress underlying ore deposits of mynkuduk horizon throughout the deposit area.