

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01 Геология
Кафедра геоэкологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Геологическая характеристика и создание геолого-математической модели на основе интерпретации геофизических данных (на примере уранового месторождения Южный Инкай, Южный участок, Казахстан)

УДК 553. 495 : 550. 83 - 047. 58 (574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Нурпатша Мадина Насыркызы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	В.А.Домаренко	к.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Е.Г. Язиков	д.г.-м.н.		

Томск – 2017 г.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(в соответствии с заданием, был составлен комплекс работ, включающий в себя буровые, гидрогеологические, лабораторные, геофизические работы, необходимый для оценки уранового оруденения Центрального участка месторождения Инкай (Республика Казахстан).</i>	Физико-географическая характеристика района; Расчеты основных геотехнологических параметров; Обоснование схемы вскрытия опытного блока.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Обзорная карта района работ ТОО «СП Бетбак Дала»;
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, Ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедрой ЭПР, к.э.н. Шарф И.В.
Социальная ответственность	Ассистент кафедры ЭБЖ, к.г.-м.н. Кырмакова О.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
8 Drillhole ISL survey on the territory of Inkai uranium deposit	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Нурпатша Мадина Насырқызы		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ5А	Нурпатша Мадина Насыркызы

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материально-технических, энергетических, финансовых ресурсов при разработке уранового месторождения
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Сборник сметных норм
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс РК
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Оценка перспективности эксплуатации месторождения урана
2. Разработка устава научно-технического проекта	Разработка этапов исследования
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	3. Расчет эксплуатационных расходов 4. Расчет затрат на горно-подготовительные работы
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчет технико-экономических показателей эффективности эксплуатации месторождения

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Нурпатша Мадина Насыркызы		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УРАНА НА МЕСТО-
РОЖДЕНИИ ИНКАЙ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ5А	Нурпатша Мадина Насыркызы

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	Изучение геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий пластово-инфильтрационного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов, а также камеральные работы будут выполняться с базового поселка Тайконур, силами ГРЭ-7. Камеральные работы при геологическом обслуживании буровых работ будут выполняться на базе вахтового поселка Тайконур.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности	1.1 Полевой этап. Вредные факторы: - Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу - Превышение уровней шума, вибрации - Воздействие радиации - Отклонение показателей климата Камеральный этап: - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Отклонение показателей микроклимата 2.2 Полевой этап. Опасные факторы: - Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования - Пожарная опасность Камеральный этап: - Электрический ток - Пожарная опасность
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны; – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу	Воздействие объекта на: - Землю и земельные ресурсы - Атмосферу - Воду и водные ресурсы - Недра - Животный мир и обеспечение экологической безопасности

(отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Пожарная опасность. Лесные пожары и способы их тушения.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Обеспечение безопасности на рабочем месте: – Режим труда и отдыха работающих вахтовым методом; – Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ;

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Нурпатша Мадина Насыркызы		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 103 страниц, 7 рисунка, 17 таблиц, 31 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: Инкай, уран, подземное скважинное выщелачивание, опытный блок, геотехнологические параметры, ячейка, схема. Объектом исследования является участок № 4 месторождения Инкай.

Работа проводилась в одном опытно-эксплуатационном блоке №72.

Цель работы – апробации различных схем вскрытия и режимов отработки и выбора оптимального варианта при дальнейшей эксплуатации участка. В процессе исследования проводились расчеты основных геотехнологических параметров.

В результате исследования было выявлено оптимальная схема вскрытия для опытно-эксплуатационного блока № 72.

Достигнутые технико-эксплуатационные показатели: рассчитан оптимальный радиус для гексагональной, квадратной и прямоугольной ячейки; время закисления, время выщелачивания блока для гексагональной, квадратной и прямоугольной сети; расход кислоты на 1 кг добываемого урана.

Область применения: расчеты могут применяться при вскрытии запасов для опытно-эксплуатационных блоков месторождения Инкай (Южный Казахстан). Экономическая эффективность работы снижение себестоимости добычи.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 7.0 и представлена на дискете 3,5" (в конверте на обороте обложки).

Оглавление

Введение.....	10
1 Обзор проведенных исследований на объекте и обоснование постановки работ	14
2 Геологическое строение района.....	15
3 Геологическое строение месторождения.....	16
3.1 Литологическая характеристика осадочных пород	16
3.1 Стратиграфия.....	19
3.2 Тектоника.....	21
3.3 Гидрогеология	24
3.4 Морфология и условия залегания рудных тел (факультативная глава).....	24
3.5 Вещественный состав руд	27
3.6 Генезис оруденения	29
4 Методика оценки рудопроявления.	31
4.1 Обоснование плотности разведочной сети и ее ориентировки	31
4.2 Топографо-геодезические работы	31
4.3 Геологическая съемка.	33
4.3.1 Составление фациально-литологических карт.....	33
4.3.2 Минералого-геохимическое изучение вещественного	33
состава руд и пород.....	33
4.4 Буровые работы.....	34
4.5 Геофизические работы.....	36
4.5.1 Специальные и дополнительные методы и виды каротажа	39
скважин.....	39
4.6 Гидрогеологические работы.....	40
4.6.1 Бурение гидрогеологических скважин.....	40
4.6.2 Опытнo-фильтрационные работы.....	40
4.7 Лабораторные работы	41
4.7.1 Определение урана и радия.....	41
4.7.2 Другие виды анализов.....	42
4.8 Опробование керна	42
4.8.1 Отбор проб на уран и радий.....	44
4.8.2 Отбор проб на сопутствующие элементы.....	45
4.8.3 Отбор проб на гранулометрический состав и карбонатность.....	45
4.8.4 Отбор монолитов керна	46
4.9 Обработка проб	47
4.10 Контроль опробования.....	484
4.11 Камеральные работы.	
5 Подсчет запасов урана.	51
5.1 Кондиции для подсчета запасов урана.....	51
5.2Выделение рудных интервалов.....	52
5.3 Подсчет запасов урана в четырех вариантах кондиций	53
5.4 Подсчет запасов способом геологических разрезов	53
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	60
6.1 Амортизационные отчисления.....	60
6.2 Стоимость горно-подготовительных работ.....	63
6.3 Основные технико-экономические показатели на отработку опытного блока №72.....	64
6.4 Основные технико-экономические показатели.....	68
6.5 Организация труда и управление производством.....	
7 Социальная ответственность при разработке урана на месторождении Инкай.....	72
7.1 Профессиональная социальная безопасность в компьютерном помещении.....	73

7.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению. Полевой этап.....	74
7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности).....	82
7.2 Экологическая безопасность.....	85
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	87
7.4 Законодательное регулирование проектных решений.....	90
Заключение	55
Список использованной литературы.....	89
Приложение Б.....	

Введение

Данная выпускная работа магистранта выполнена на основании графического и текстового материала полученного в результате прохождения производственной практики в филиале АО Волковгеология ГРЭ-7. Главной задачей работы является создание и обоснование комплекса работ по оценке рудопроявления урановых руд центрального участка месторождения Инкай (Республика Казахстан).

Центральный участок северного фланга месторождения Инкай находится в юго-западной части Шу-Сарысуйской депрессии.

В административном отношении район входит в состав Южно-Казахстанской и Кызылординской областей Республики Казахстан рис. 1.

Площадь участка работ расположена на плато Бетпак-Дала. Пустыня Бетпак-Дала представляет песчано-глинистую пологонаклонную с севера на юг равнину, осложненную бессточными такырами, дефляционными котловинами и редкими куполовидными поднятиями. Абсолютные отметки 160–200 м. С запада и юга плато Бетпак-Дала ограничено крутыми склонами-чинками.

Гидрографическая сеть района образована 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/л до 9,0 г/л, на отдельных участках р.Бактыкарын соленосность воды в конце лета достигает 212 г/л.

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.

Для района характерны сильные, почти непрерывно дующие ветры. Среднегодовое число штилей не превышает 17%. Преобладающее направление

ветра северо-восточное и восточное, средняя скорость 3,8 – 4,6 м/сек. Нередки пыльные бури.

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

С экономической стороны район месторождения начинает только развиваться и осваиваться, в основном, по линии отработки урановых руд способом подземного скважинного выщелачивания.

Все основные грузоперевозки осуществляются в этих направлениях по маршрутам: п.Тайконур – г.Шымкент (500 км), п.Тайконур – ст.Сузак (220 км), п. Тайконур – г.Алматы (1200 км). Все дороги по вышеуказанным направлениям имеют асфальтовое покрытие, за исключением участков до п.Бакырлы (110 км) и п.Шиели (170 км). Основным видом транспорта по грузоперевозкам является автомобильный.

Ближайшими железнодорожными станциями являются: Кызылорда (160 км), Шиели (170 км), Сузак (220 км).

ЛЭП-110 проходит вдоль газопровода Павлодар-Шымкент в 100 км на северо-восток от месторождения.

Питьевое и техническое водоснабжение обеспечивается за счет подземных вод артезианского бассейна. Питьевое водоснабжение – палеоценовый водоносный комплекс с минерализацией 0,7 – 1,0 г/л. Техническое водоснабжение – меловой водоносный комплекс с соленостью вод 1 – 5,0 г/л.

В целом район месторождения имеет свои особенности и трудности в области социально-экономического развития, которые определяются его удаленностью от развитых производственно-культурных центров и материально-технических баз, суровыми природно-климатическими условиями. С другой стороны месторождение находится в благоприятных условиях для добычи урана способом ПВ – минерализация пластовых вод продуктивных горизонтов составляет 2 – 5 г/л. На месторождении отсутствуют земли пригодные для сель-

скохозяйственных угодий, все это снижает проблемы и затраты по природно-охранным мероприятиям при освоении месторождения.

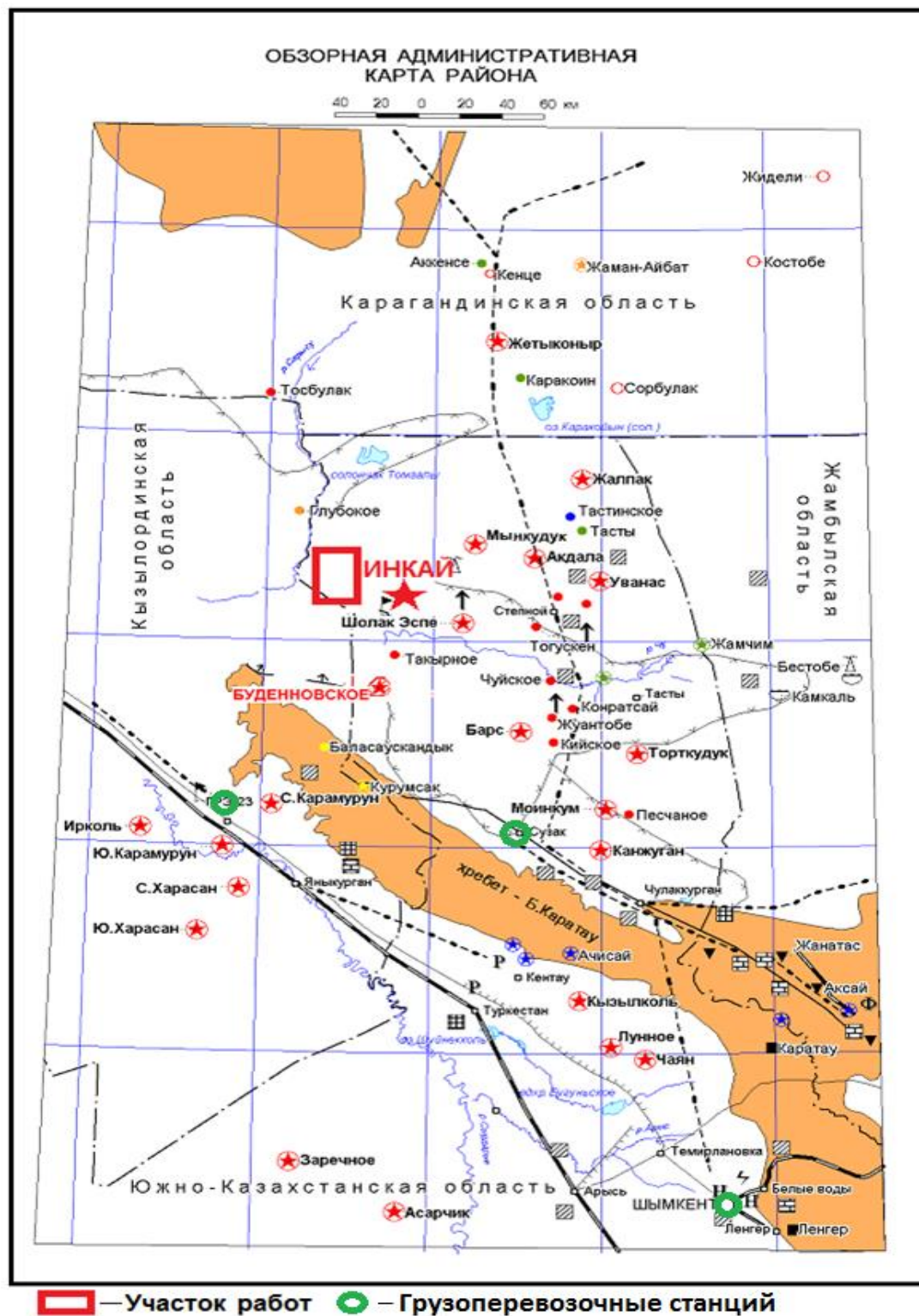


рис. 1 Административная карта района

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	Населенные пункты
	Поселки геологических экспедиций
<u>Пути сообщения:</u>	
	железные дороги
	железные дороги узкоколейные
	автомобильные дороги с твердым покрытием
<u>Промышленные предприятия и магистрали:</u>	
	нефтеперерабатывающий завод
	свинцово-цинковый комбинат
	комбинат по обогащению и переработке фосфоритов
	электростанции
	высоковольтные линии электропередач
	нефтепроводы
	водоводы
<u>Полезные ископаемые:</u>	
	Месторождения(1) и рудопроявления(2) урана в мезозойско-кайнозойских отложениях и их названия
	Месторождения и рудопроявления урана в докембрийских образованиях и их названия
<u>Месторождения(1) и рудопроявления(2) других полезных ископаемых и их названия:</u>	
	полиметаллов
	меди
	редких земель
	урано-ванадиевые
	фосфоритов
	каменного угля
	газа
	поваренной соли
	известняка
	бентонитовых глин
	строительных материалов (песок, галька, гравий, бутовый камень)
<u>Прочие обозначения</u>	
	Выход на дневную поверхность докембрийских образований
	Границы самоизлива пластовых вод
	Самоизливающиеся скважины

1 Обзор проведенных исследований на объекте и обоснование постановки работ

В течение 1979-1991 гг. на северном фланге (участок 3) осуществлено поисковое бурение по сети 3200-600х200-50 м. Оценка ресурсов урана по категории P_1 по участку приведена в Отчете экспедиции № 7 по I этапу детальной разведки Инкайского месторождения за период 1979-1991 гг. по состоянию на 01.07.91г.

Разведанность Северного фланга (участок 3) месторождения на 01.07.1991г. определена только запасами категории P_1 в объеме 88 тыс. тонн урана, что и является основанием для постановки оценочных работ.

По скважинам, пробуренным в пределах участка изучены геологические условия локализации оруденения. По рудным залежам в соответствии с детальностью принятых разведочных сетей для 2-й группы месторождений изучена морфология залежей, которая является типичной для гидрогенных урановых месторождений в проницаемых песках и характеризуется роллом с верхним и нижним крылом в различных комбинациях. Морфология залежей, учитывая оптимальную мощность рудных интервалов, благоприятна для отработки способом ПВ.

К числу положительных факторов освоения месторождения относятся:

- выдержанность и горизонтальное залегание продуктивных горизонтов;
- хорошие фильтрационные свойства руд;
- хорошая выщелачиваемость урана слабыми растворами серной кислоты;
- относительно высокое содержание урана в рудах;
- низкая кислотоемкость пород и руд;
- небольшая эффективная мощность продуктивного горизонта;
- высокие скорости бурения по породам III-IV категории буримости; отсутствие мешающих факторов (карстов и т.д.);

- возможность применения полиэтиленовых труб, вместо нержавеющей стальных, для обсадки технологических скважин;
- способность отложений продуктивных горизонтов нейтрализовать остаточные технологические растворы;
- полупустынный ландшафт, малопригодный для сельского хозяйства;
- отсутствие каких-либо мешающих сооружений и коммуникаций.

2 Геологическое строение района

Шу-Сарысуйская урановорудная провинция расположена в одноименной впадине, ограниченной с юга Киргизским, с северо-востока Келдыктасским и Шу-Илийским хребтами, на западе хр.Каратау и на севере мелкогорьем Казахского свода.

Поверхность впадины представляет собой пустынную равнину, постепенно понижающейся с юго-востока (абс.отм. около 1000 м) на северо-западе (абс.отм. 60-100 м). Равнину пересекает ряд небольших рек, теряющихся в бессточных солончаковых котловинах. Урановые месторождения занимают центральную часть впадины.

В региональном тектоническом плане рудное поле месторождения Инкай расположено в северной части Сузакской впадины на стыке с Сарысуйской моноклизой, полого наклоненной на юго-запад, в сторону Каратауского горст-антиклинория. На этом стыке, в районе Центральной антиклинальной структуры месторождение Инкай отделяется от Мынкудука перерывом рудоносной полосы. Сузакская впадина (прогиб) северо-западной ориентировки представляет собой наиболее погруженную часть Шу-Сарысуйской депрессии, где глубина залегания домезозойских образований составляет 700 – 850 м. Строение впадины асимметричное: уклон слоев северо-восточного борта не превышает 20°, тогда как юго-западный борт характеризуется крутыми углами падения мезозойско-кайнозойских отложений, достигающими в зоне Главного Каратауского разлома 50 – 60°. Особенно активно Сузакская впадина развивалась в позднеальпийское время.

На данной территории отсутствуют интрузивные образования.

Согласно «Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям радиоактивных руд» по геолого-промышленному типу месторождение Инкай относится к гидрогенным месторождениям в проницаемых породах в связи с зонами пластового окисления в областях молодых орогенов.

3 Геологическое строение месторождения

3.1 Литологическая характеристика осадочных пород

Литологические разновидности осадочных пород главным образом представлены глинами, песками средне-, мелкозернистыми и разномелкозернистыми песками с гравийно-галечниковыми отложениями.

Урановое оруденение на участке локализовано в двух горизонтах континентальных отложений верхнего мела – инкудукском (K_2t_2-st) и мынкудукском (K_2t_1).

Мынкудукский горизонт ($K_2t_1 mk$) в основании которого залегают отложения палеозойского фундамента (P_1gd), в литологическом отношении представлен в основном песками с незначительным количеством грубозернистых разностей и глин. Залегают в виде пласта. Текстура – массивная. Данные отложения имеют следующий минеральный состав: кварц – 40%, КППШ – 30%, оставшаяся доля приходится на слюду, магнетит, флюорит. Включения глин представляют собой катуны изометричной формы. Структура пелитовая (тонкозернистая). Текстура массивная. Глина имеет следующий минеральный состав: монтмориллонит – 60%, каолинит – 30%, иногда наблюдается примесь мелкозернистого песка.

В составе так же наблюдаются включения гальки преимущественно кремнистого состава, размерностью от 0,5 до 7 см. Мощность горизонта колеблется в пределах 50 – 80 м.

Инкудукский горизонт ($K_2t_2-st in$) с видимой границей размыва залегает на отложениях мынкудукского горизонта. Его мощность составляет 100 – 130 м.

Литологический состав горизонта выражен весьма неоднородно с преобладанием разномерных и грубомерных песков с прослоями мелко-среднемерных и гравийно-галечных образований. На долю грубомерных пород приходится до 30 – 95% всего объема горизонта. Структура отложений псефитовая. Текстура – массивная. Встречаются довольно редкие, маломощные (до 0,5 м) прослои темно-серых и пестроцветных уплотненных алевроитов и глин. Структура пелитовая. Текстура массивная. Минеральный состав глин: значительное преобладание монтмориллонита – 88%, каолинита – 8%, оставшаяся доля приходится на примесь мелкомерного песка. Окраска пород в нижней части горизонта в основном сероцветная, в средней – пестроцветная и в верхней – пестроцветно-сероцветная. В нижней части разреза отмечаются прослои (до 0,5 м) плотных массивных песчаников на карбонатном цементе. По минералогическим особенностям отложения инкудукского горизонта практически не отличаются от отложений нижележащего мынкудукского горизонта.

Средняя мощность нижнего подгоризонта 30 – 35 м, среднего 55 – 60 м, верхнего 25 – 35 м.

Закрывают верхнемеловой разрез отложения жалпакского горизонта.

Жалпакский горизонт (K_2sn гр) залегает на инкудукском с незначительным прерывом. Расчленяется на два подгоризонта: нижний – сероцветный и верхний – пестроцветный.

Отложения пестроцветной части горизонта представлены преимущественно песками средне-мелкомерными зеленовато-желтовато-буро-красных тонов и оттенков. Верхняя часть подгоризонта сложена красновато-бурными глинами с реликтовыми зелеными пятнами. Глины карбонатизированы и являются региональной границей разделения соленых вод мелового комплекса от пресных палеогеновых вод. Мощность «пестрого» горизонта порядка 20-60 м.

В сероцветной части горизонта развиты серые среднемерные косослоистые полевошпат-кварцевые пески с примесью гальки и гравия. Нередко в них присутствует углефицированный детрит. Сероцветные породы сменяются по

простирацию зеленоветными, эпигенетически восстановленными. Мощность этой части горизонта 10-20 метров.

Толща *палеогеновых отложений* (P_{1-2}) перекрывает на месторождении повсеместно развитые отложения мела и представлена континентальными мелко-среднезернистыми песками полевошпат-кварцевыми светло-серыми или зеленовато-белесыми. В основании – серые разномзернистые, местами гравийные пески с линзами темно-серых (до черных) алевропелитов, лигнитов, с отпечатками листовой флоры и УРО (углефицированной растительной органики). В верхней половине горизонта преобладают зеленые (эпигенетически восстановленные), местами пестроцветные глины, алевропелиты с прослоями черных, насыщенных остатками болотной растительности и морские глубоководные листоватые глины серовато-зеленого цвета.

Неоген-четвертичный ($N-Q$) комплекс в своем составе содержит пески средне-мелкозернистые, разномзернистые, глины. Что касается глин, в основном, это красные, красно-бурые глины, массивные, комковатые с включениями зерен кварца, гравия и мелкой гальки кремнистых пород. Отложения данного типа характерны для неогеновых отложений. Четвертичные отложения в основной массе представлены красновато-бурыми, желтовато-бурыми глинисто-песчаными отложениями с дресвой, щебнем и мелкой плохо окатанной галькой кварца и кремней, иногда на поверхности наблюдаются корки соли.

Учитывая подчиненное присутствие особо благоприятных для рудоформирования геохимических типов песков, можно утверждать, что весьма крупные масштабы эпигенетических руд месторождения Инкай в целом обусловлены значительной мощностью, высокой проницаемостью рудовмещающих горизонтов, выдержанностью их состава на многие десятки километров, достаточно длительно протекающим процессом рудоформирования.

3.1 Стратиграфия

Складчатый фундамент на месторождении залегает на глубине 1-3 км и представлен терригенно-кремнистыми кембро-ордовикскими образованиями.

Рудоносные MZ-KZ отложения залегают здесь на породах так называемого промежуточного комплекса, представленного пологозалегающими брахиформенными литифицированными красноцветными терригенными, карбонатными и гипсосолёными породами D₂-P₂ мощностью 1-4 км. В солекупольных структурах этих пород в центральной части впадины известны небольшие скопления углеводородных и азотно-гелиевых газов.

В разрезе MZ-KZ выделяют юрские угленосные, верхнемеловые и палеогеновые отложения. Первые выполняют систему изолированных приразломных впадин. Мел-палеогеновые осадки имеют площадное развитие, широко варьирующую мощность (10-950 м) и вмещают все известные месторождения. Они, в свою очередь, перекрываются повсеместно развитыми олигоцен-четвертичными отложениями от 50 до 400 м.

В разрезе меловых отложений выделяют нижнетуронский, турон-сантонский и кампан-маастрихский горизонты, сложенные континентальными аллювиальными осадками ритмичного строения.

Каждый горизонт начинается с преимущественно грубозернистых песков и гравийников русловых фаций, закономерно сменяющихся вверх по разрезу более мелкозернистыми руслово-пойменными и водораздельными осадками. В целом в разрезе горизонтов преобладают проницаемые песчаные отложения, а разделяются они невыдержанными глинистыми водоупорами. Первичный геохимический тип меловых отложений в основном сероцветный. Содержание органического углерода в пределах 0.05-0.02%.

Разрез MZ-KZ отложений начинается пестро-цветными, достаточно плотными гравийно-песчаными образованиями, локализованными в понижениях поверхности средне-позднепалеозойского этажа предположительно сеноманского возраста. Рудовмещающий комплекс представлен мынудукскими и инкудукским горизонтами верхнего мела.

Мынкудукский горизонт (K_2t_1). В раннем туроне плозаль месторождения являлась фрагментом аллювиальной системы, ориентированной с северо-северо-востока на юго-юго-запад. В вертикальном разрезе отчетливо проявляется зона закономерная смена литолого-фациальных условий, выраженных в составе и геохимическом типе отложений: внизу: руслово-стречневых разнозернистых песков с включениями гравия и гальки, выше – отмельно-русловых среднезернистых песков с прослоями пойменно-старичных глин и луговых песчаных алевропелитов. Мощность горизонта возрастает с северо-востока на юго-запад с 30-40 до 70-90 м.

Инкудукский горизонт (K_2t_2-st) подразделяется на три цикла: нижний (мощность 30-50 м), средний (55-60 м) и верхний (25-35 м). В составе нижнего цикла преобладают зеленовато-серые галечно-гравийно-песчаные отложения, сменяющиеся выше разнозернистыми песками. В среднем доминирует зеленовато-серые разнозернистые пески с гравией и галькой, переходящие в мелко-среднезернистые с прослоями глин и алевропелитов. В нижнем цикле распространены преимущественно относительно хорошо отсортированные, в основном среднезернистые пески с подчиненной долей разнозернистых, которым свойственны сероцветные окраски, а также более широко развиты пестроокрашенные глинистые прослои.

Палеогеновые отложения представлены довольно полным разрезом, сложным всеми четырьмя выделенными в районе горизонтами: континентальным уванасским (Pg_1^2) и тремя морскими – уюкским ($Pg_1^2 - Pg_2^1$), инканским (Pg_2^2) и интымакским (Pg_2^{2-3}). Условия для развития рудоконтролирующих ЗПО и эпигенетического орудинения здесь отсутствовали.

В перекрывающем суборогенном комплексе выделяются песчано-глинистые красноцветные отложения бетпак-далинской свиты ($Pg_3-N_1^1$), пестроцветно-красноцветные известковые гравийно-песчаные и глинистые образования тогускенской толщи ($N_1^2-N_2^1$) и весьма пестрые по литологическому составу осадки позднеплиоценово-четвертичной пачки (N_2^3-Q).

Первичный геохимический тип палеогеновых отложений также преимущественно сероцветный, но содержание органического углерода в них выше 0,35%. [2]

3.2 Тектоника

Современный структурный план депрессии и района месторождения Инкай сформировался на границе плиоцена и четвертичного времени в результате резкого воздымания обрамляющих горстовых сооружений. В связи с возникновением Каратауского горстантиклинория произошло отделение Шу-Сарысуйской депрессии от соседней Сырдарьинской, и в дальнейшем она развивалась как самостоятельная структура (Рисунок 2.2).

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 – 410м.

Площадь месторождения сопряжена с районом, где проявлены главные разрывные нарушения глубинного заложения каледонского возраста. Это разломы северо-западного направления: Главный Каратауский, Аксумбинский, Джувантюбинский 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 флексурообразными 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.

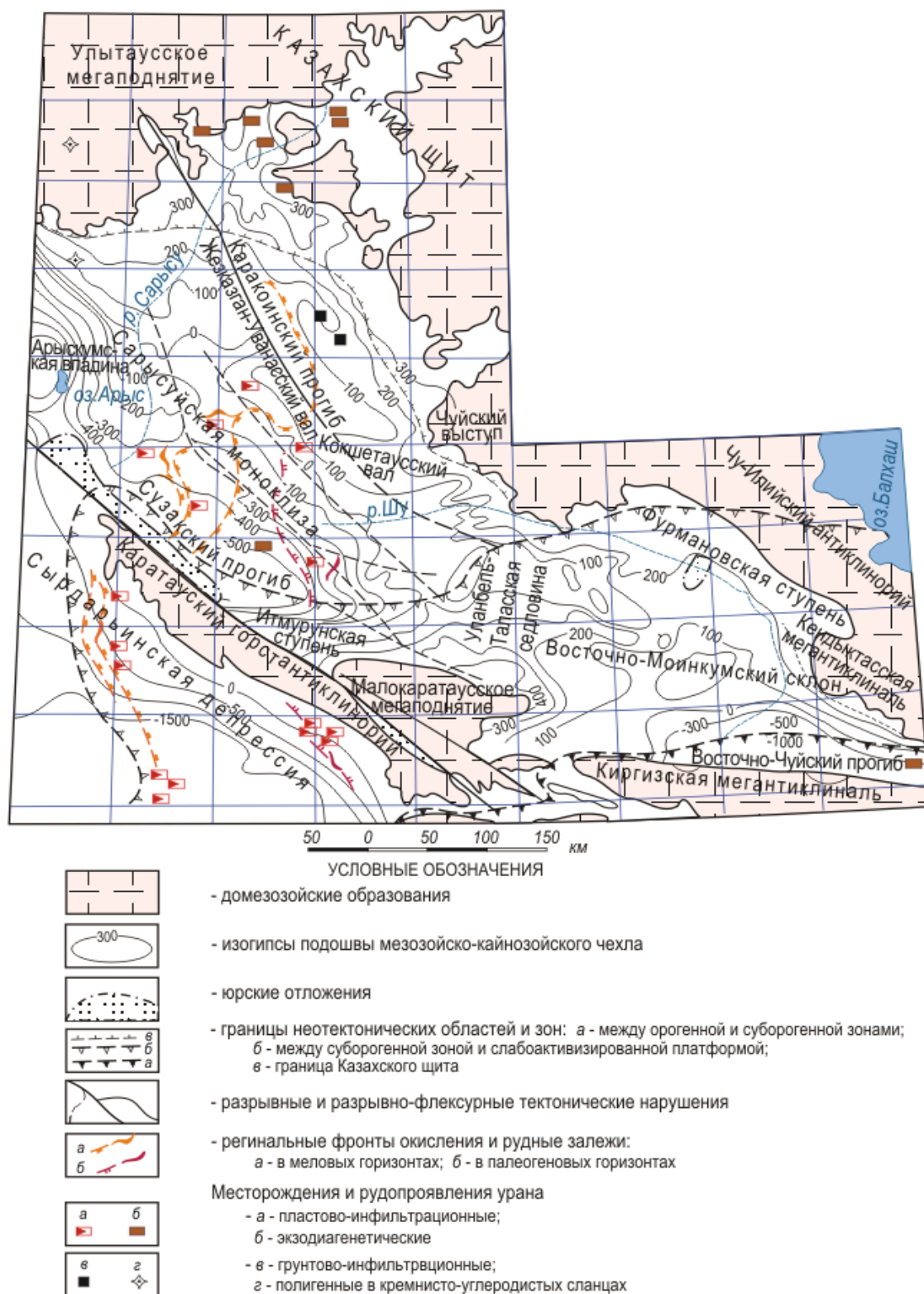


Рисунок 2. Структура мезозойско-кайнозойского чехла Шу-Сарысузской депрессии с расположением ураноносных фронтов пластового окисления

3.3 Гидрогеологическая характеристика

В гидрогеологическом отношении район месторождения является крупным артезианским бассейном. Водоносные горизонты мелового комплекса в основном связаны между собой, палеогенового разделенные водоупорами. Воды напорные, с напором на кровлю водоносных горизонтов 80-120 м. При вскрытии горизонтов скважинами уровни подземных вод устанавливается на глубинах 10-40 м от поверхности.

Разломные швы в рыхлых отложениях обычно выполнены глиной и служат водоупорами.

Гидродинамический режим в районе, по-видимому, оставался стабильным с позднего мела, что способствовало проникновению кислородных вод вглубь артезианского бассейна. Современная граница расходования кислорода в подземных водах удалена от областей питания основной горной системой Тянь-Шаня на сотни километров. Наряду с этим имеются молодые инфильтрационные кислородные потоки, развивающиеся от новейших поднятий (хр.Каратау и др.). По интенсивности и длительности кислородной инфильтрации подземных вод Шу-Сарысуйский район уникален. Подобный гидродинамический режим, несомненно, явился одним из главных факторов формирования уникальных месторождений урана.

3.4 Морфология и условия залегания рудных тел (факультативная глава)

На месторождениях, образованных пластовыми водами, формы рудных тел, с одной стороны, тесно связаны с литолого-геохимическими особенностями рудовмещающих отложений и характером распределения в них восстановителей, с другой стороны, отражают стадии формирования (и разрушения) оруденения.

В первичносероцветных (но не угленосных) песчано-глинистых толщах, где оруденения локализуется в горизонтах песчаников, обогащенных углефи-

цированными растительными остатками, формы рудных тел весьма разнообразны. Здесь встречаются прямые и обратные роллы, пластово-линзовидные, гнездовидные, плащеобразные рудные залежи. Рудные тела, близкие к идеальному роллу, неоднократно описанные в геологической литературе и воспроизведенные экспериментально встречаются довольно редко и отвечают условиям хорошо стратифицированной толщи, где мощность песков составляет первые метры, а растительные остатки равномерно рассеяны в породе. Более характерны роллы с короткими мешковыми частями, причем распределение урана в них обычно весьма неравномерное, стратифицированное, что связано главным образом с неравномерным распределением органических остатков в породах.

Зависимость формы рудных залежей от литологических особенностей рудовмещающих пород позволяет наметить связь между фациальными типами отложений и морфологией оруденения. Так, в прибрежно-морских хорошо стратифицированных отложениях с выдержанными по простиранию песчаными горизонтами обычно создаются оптимальные условия для формирования рудных роллов правильной формы. В континентальных песчаных толщах алювиально-пролювиального генезиса, мощность которых измеряется десятками метров и где неизбежно сочетаются пласты и линзы пород различной проницаемости, образуются рудные роллы сложной формы, а также линзовидные и гнездобразные залежи в местах скопления органических остатков.

Характерные формы морфологии рудных тел приведены на рис. 2.

Рудные тела залегают в проницаемых водоносных горизонтах песчаников, расположенных между водоупорами, представлены преимущественно монтмориillonитов, каолинитом и гидрослюдами.

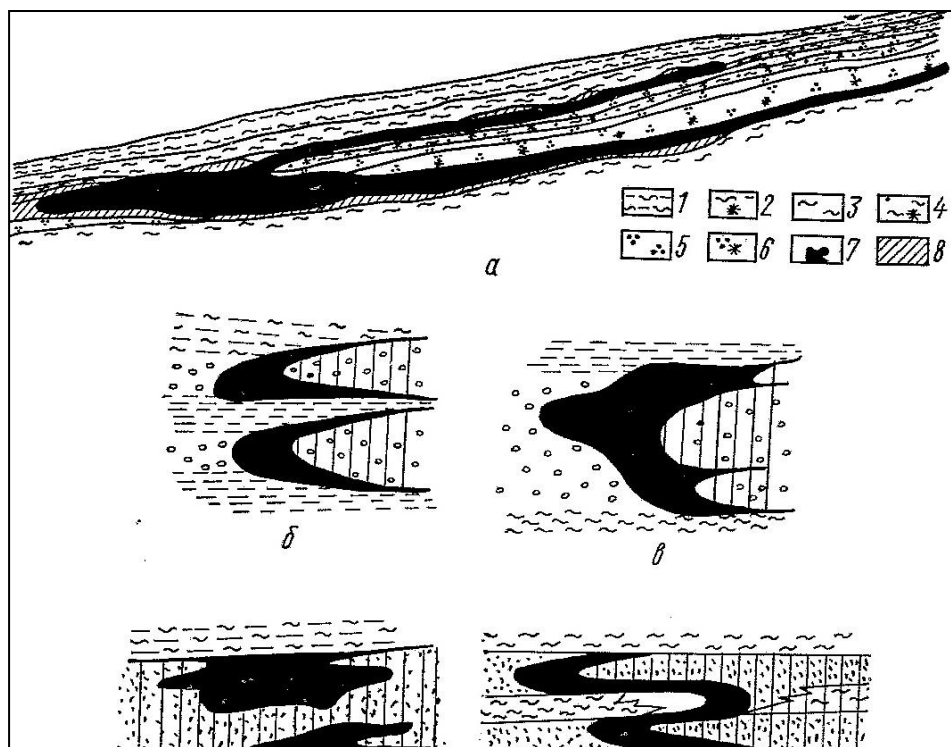


рис. 3 Характерные формы внутрипластовых рудных залежей
(роллов) (разрезы):

а – пластообразный ролл; 1 – алевролиты; 2 – окисленные алевролиты; 3 – аргиллиты; 4 – окисленные глины; 5 – песчаники; 6 – окисленные песчаники; 7 – богатые руды; 8 – бедные руды;
б-д – сложные роллы (б - сдвоенный ролл, разделенный пачкой алевролитов или глин; в – С-образный ролл с расчлененными крыльями, г – ролл, разорванный в “мешковой” части зоной внутрипластового окисления; д – сложный многоярусный ролл): 1 – алевролиты; 2 – глины; 3 – песчаники; 4 – гравелиты; 5 – запесоченные глины; 6 – рудные тела; 7 – зоны пластового окисления пород

3.5 Вещественный состав руд

Таблица 1. Химический состав руд Центрального участка

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	FeO	Na ₂ O	Ca O	TiO ₂	Mg O	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Mn O	Сум- МА, %
88,4 8	5,22	1,8 7	3,49	0,28	0,38	0,12	0,13	0,03	-	0	100,0

Урановое оруденение локализуется практически во всех литологических разностях пород с определенным тяготением к среднезернистым пескам.

Руды разделены на три литологических типа: I-галечно-гравийно-песчаные отложения с содержанием фракций крупнее 1мм (свыше 40%); II-разнозернистые пески, преимущественно грубо-крупнозернистые с примесью гравия и гальки, с содержанием фракций крупнее 1мм (до 40%); III-крупно-, средне- и мелкозернистые пески с содержанием фракций мельче 0,05 мм (до 30%).

Поровый заполнитель нерудных и рудных песков представлен глинисто-алевритовым материалом (11-27% массы пород). По характеру распределения цемент поровый, неравномерно-пятнистый, по степени кристалличности пленочный, крустификационный. Глинистая составляющая цемента (5-16%) представлена монтмориллонитом, каолинитом, гидрослюдами. По данным рентгенофазового анализа, несколько преобладает каолинит, особенно в мынкудукском горизонте, что по сравнению с данными по другим месторождениям, где заметно доминирует монтмориллонит, представляется в достаточной степени специфичным.

Основная масса урана концентрируется в порах глинисто-алевритового заполнителя. Текстура руд дисперсная, тонковкрашенная, структура интерстиционная.

Урановая минерализация представлена настураном и коффинитом в соотношении: в целом для месторождения 82 и 18% соответственно, для орудинения в инкудукском горизонте 77 и 23%, в мынкудукском – 87 и 13%.

Настуран – окись урана – дифракционная картина аналогична кубической решетке флюоритового типа. Параметры кристаллической ячейки изменяются от 5,36 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 лейкоксеритов и может образовывать псевдоморфозы по последнему.

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 – также как и настуран диагностируется рентгенфазовым анализом, как и настуран присутствует в виде тонкорассеянной черной вкрапленности в поровом глинисто-алевритовом заполнителе песков.

Помимо урановых минералов в составе аутигенной минерализации отмечаются пирит (редко марказит), сидерит, кальцит, самородный селен, сфалерит, хлорит, пиролюзит, апатит.

Вещественный состав руд – силикатный (SiO_2 80-90%), с незначительным содержанием CO_2 – 0,2-0,3%. Руды мономинеральные. Содержания ППК в рудах находятся в пределах кларковых значений: рений <0,1 г/т, скандий – 3-5 г/т, редкие земли с иттрием – до 120 г/т.

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

Сопутствующие элементы представлены рением, скандием, селеном, молибденом, редкими землями и иттрием, содержание которых как в урановорудной массе, так и во вмещающих породах находится на уровне кларков для района месторождения Инкай.

3.6 Генезис оруденения

Существуют различные точки зрения по поводу генезиса рассматриваемого месторождения. Большинство исследователей однозначно рассматривают эпигенетическую инфильтрацию пластовых вод как рудообразующую, приводящую к формированию рудных роллов под зоной пластового окисления пород. Для образования руд необходимо, чтобы рудовмещающие породы в период оруденения выходили на поверхность, слагая раскрытые, гидрогеологические структуры артезианского типа, а на поверхности и в приповерхностных условиях были развиты безнапорные грунтовые воды. Эти воды в районах с аридным климатом содержат значительное количество свободного кислорода и характеризуются высокими значениями E_h . Содержание урана в них составляет $n \times 10^{-5}$ г/л. Пластовые воды обычно напорные, характеризуются закономерным падением пьезометрических уровней в направлении к очагам разгрузки. По мере движения по пласту эти воды постепенно изменяют свою гидрохимическую характеристику, теряя одни компоненты и обогащаясь с другими. Воды окисляют органическое вещество и минералы, способные к окислению. Они формируют зону пластового окисления.

Вторая зона гидрохимического профиля соответствует положению центральной зоны эпигенетической зональности. Пластовые воды в участках раздвоения роллов перед их мешковой частью характеризуются хлоридно-сульфатным составом. Содержание свободного кислорода в них постепенно уменьшается до 0 мг/л, что вызывает скачкообразное падение E_h пластовых вод. Таким образом, рассматриваемый интервал движения пластовых вод пред-

ставляет собой восстановительный геохимический барьер, совпадающий с зоной эпигенетического накопления урановых минералов в породах.

Третья, передовая зона занимает нижнюю часть гидрохимического профиля и характеризуется развитием бескислородных пластов вод с низкими значениями E_h . Воды этой зоны содержат сероводород, концентрация которого достигает нескольких миллиграммов на литр. Свободный кислород отсутствует, а содержание урана в водах не превышает 10^{-6} г/л. Эти воды фильтруются ниже рудоносных залежей в зоне сероцветных неокисленных пород. [3]

Для инфильтрационных месторождений характерны следующие особенности:

1. Расположение в областях аридного климата;
2. Приуроченность к проницаемым водоносным горизонтам песчаников, расположенных между водоупорами;
3. Наличие рудоконтролирующих зон внутрипластового окисления;
4. Наличие рудоконтролирующей окислительно-восстановительной минералогическо-геохимической и гидрогеохимической зональности;
5. Локализация в местах скопления сингенетического органического вещества и других восстановителей (битумы, органическое вещество);
6. Ролловая форма рудных тел (серповидная – в поперечном сечении, лентовидная – в плане рудных залежей);

Нисходящие потоки кислородсодержащих вод в артезианской системе формируют зоны пластового окисления (ЗПО). Насыщенная кислородом вода переносит растворимые оксиды U^{6+} , V, Mo, Se.

Отложение вещества происходит на восстановительном геохимическом барьере. В зоне оруденения осаждаются самородный селен, окислы урана (U^{4+}), коффинит, пирит, молибденит, уранованадаты и др. Весьма характерна ролловая форма рудных тел, обусловленная различной скоростью просачивания окисленных вод.

4 Методика оценки рудопроявления.

4.1 Обоснование плотности разведочной сети и ее ориентировки

Участок 4 месторождения Инкай является типичным представителем пластово-инфильтрационных месторождений урана с оруденением, приуроченным к проницаемым водоносным горизонтам, в которых развивается окислительная рудоконтролирующая эпигенетическая зональность.

Основными особенностями участка является:

- субгоризонтальное и субсогласное с напластованием пород положение урановорудных залежей в пределах продуктивных горизонтов;
- крупные размеры и лентообразная форма рудных залежей в плане с выдержанным на значительное расстояние простираием;
- изменчивость мощности рудных тел и роллообразная форма залежей в разрезах;
- изменчивость содержания урана как по простираию, так и падению;
- залегание руд в сложных горно-геологических условиях (напорные воды);
- контроль оруденение выклиниванием зоны пластового окисления;
- безальтернативный способ отработки - подземное выщелачивание.

Согласно «Инструкции по применению классификации запасов...»[1], 2008 г. месторождения такого типа по сложности геологического строения относятся к группе 2 подгруппе а, и разведываются только вертикальными буровыми скважинами. Запасы категории C_1 разведываются по сети 200x50, C_2 по сети 400x50 м.

4.2 Топографо-геодезические работы

Топографо-геодезические работы будут выполнены с целью обеспечения геологоразведочных работ топографическими картами, координатами и высотами устьев геологоразведочных скважин и включали:

- развитие сетей сгущения;
- создание геодезического съемочного обоснования;

- перенесение в натуру проекта положения устьев буровых скважин;
- закрепление на местности геодезических точек;
- определение плановых координат и высот устьев буровых скважин;
- вычисление координат точек рудных интервалов на основании координат, высот устьев скважин и инклинометрии, проведенной в каждой скважине;
- построение геологических разрезов и разрезов продуктивного горизонта в масштабе 1:1000/1:200;
- построение подсчетных планов в масштабе 1:5000.

Все топографо-геодезические работы будут выполнены в соответствии с действующей "Инструкцией по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ" (28). Углы будут измеряться теодолитами Т5-К четырьмя приемами способом круговых приёмов.

Передача высот на устья буровых скважин будет выполнена техническим нивелированием.

Плановое положение устьев скважин будет определено аналитически: прямыми, обратными засечками, а также проложением теодолитных ходов точности 1:10000. Исходными данными для теодолитных ходов будут служить пункты триангуляции, съёмочной сети и уединенные пункты, плановое положение которых будет получено из обратных засечек. В процессе полевого и камерального исполнения работы будет подвергаться ведомственному техническому контролю с приемкой материалов. Геодезический инструмент, используемый в работе, будет подвергаться метрологической проверке.

Результат:

- развитие сетей сгущения;
- создание геодезического съёмочного обоснования;
- перенесение в натуру проекта положения устьев буровых скважин;
- закрепление на местности геодезических точек;
- определение плановых координат и высот устьев буровых скважин;
- вычисление координат точек рудных интервалов на основании координат, высот устьев скважин и инклинометрии, проведенной в каждой скважине;

- построение геологических разрезов и разрезов продуктивного горизонта в масштабе 1:1000/1:200;
- построение подсчетных планов в масштабе 1:5000.

4.3 Геологическая съемка.

4.3.1 Составление фациально-литологических карт

Целью данного вида работ является составление:

1. Фациально-литологическая карта рудоносного горизонта в масштабе 1:25000.
2. Геолого-структурная карта кровли палеозойских образований масштаба 1:25000.
3. Литолого-фильтрационная карта участка масштаба 1:5000.

Данный вид работ будет произведен на основании существующей методике геологической съемки:

1. Мощность картируемых горизонтов – 50 м
2. Средняя глубина по скважинам составляет 400 м.
3. Горизонт картируется по сети 400-50м (категория C₂), 200-50 (категория C₁) в пределах рудной зоны.

Результат: создание фациально-литологические, геолого-структурные, литолого-фильтрационные карты.

4.3.2 Минералого-геохимическое изучение вещественного состава руд и пород

Целью данного вида работ является изучение минералого-геохимического состава руд и вмещающих пород.

Согласно методике, проведение работ по геохимическому изучению вещественного состава руд и пород из дубликатов рядовых проб на уран для геохимического изучения будут отбираться навески по видам анализов.

Минералогическое изучение руд и пород будет проводиться на материале «сборных проб». При минералогическом изучении будет определен мине-

ральный состав пород и руд, будет производиться силикатный анализ, исследоваться распределение урана по песчаным и глинистым фракциям пород.

Из поднятого керна будут сформированы сборные пробы (отдельно для рудных и вмещающих пород). Проба будет отбираться бороздовым методом, ручным способом.

В результате выполнения данного вида работ будут получены данные по распределению урана, вещественный состав руд и пород.

4.4 Буровые работы

Цель буровых работ заключается установление зон пластового окисления, отбивка границ рудных тел, а также для проведения опробования.

Работы на участке будут выполнены в соответствии с требованиями «Методических указаний о порядке проведения геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые по стадиям», 1984г.

Согласно «Инструкции по применению классификации запасов...» выход керна в разведочных скважинах вскрывших балансовое оруденение, должен быть не менее 70% по каждому рейсу бурения, причем обозначенный "Инструкцией..." выход керна должен быть не менее чем в 70% всех кондиционных скважин.

Все проектируемые скважины вертикальные, величина отклонения ствола скважин от вертикали будет контролироваться инклинометрией и, как правило, не будет превышать 5 м.

Для экономии средств и времени, бурение будет проводиться с отбором и без отбора керна. Бурение без отбора керна до рудовмещающих отложений будет проводиться двух- и трехлопастными пикобурами диаметром 118-132 мм. Бурение с отбором керна будет выполняться диаметром 104 мм, при таком диаметре, D керна составит 89 мм.

Наиболее эффективным способом подъема представительного керна по песчаным отложениям на месторождении является метод «задавленного шарового

клапана одинарной колонковой трубой диаметром 89 мм с обратной промывкой».

Конечный результат буровых работ будет заключаться в следующем: отбиты рудные интервалы, отобраны пробы на различные виды анализа, а также для последующей эксплуатации данного участка.

Таблица 2. Места заложения скважин, их глубина и задачи

№ пп	№ профиля	Направление профиля	№ скважины	Проектная глубина, м	Назначение скважины
Скважины первой очереди (бурение с отбором керна)					1)Выявление рудных интервалов на глубине, подсчет категории С ₂ ; 2)В скважинах 01-011, 021-034, 045-049, 001-004, 0016-0024, 0038-0048, 0061-0075 будет проводиться отбор проб (на уран и радий, на сопутствующие элементы, на гранулометрический состав и карбонатность, на спектральный анализ, отбор монолитов); 3)В скважинах 0030-0035 будут проведены одиночные откачки с целью проведения опытно-инфильтрационных
1	Пр.1	СЗ 30 ⁰	01-011	400	
2	Пр.2	СЗ 50 ⁰	012-020	400	
3	Пр.3	СЗ 50 ⁰	021-034	400	
4	Пр.4	СЗ 50 ⁰	035-044	400	
5	Пр.5	СЗ 30 ⁰	045-049	400	
Скважины второй очереди (бурение с отбором керна)					
6	Пр.6	СВ 40 ⁰	001-004	400	
7	Пр.7	СВ 40 ⁰	005-0015	400	
8	Пр.8	СВ 40 ⁰	0016-0024	400	
10	Пр.9	СВ 40 ⁰	0025-0037	400	
11	Пр.10	СВ 40 ⁰	0038-0048	400	
12	Пр.11	СВ 40 ⁰	0049-0060	400	
14	Пр.12	СВ 40 ⁰	0061-0072	400	

					работ;
Бурение с отбором керна по рудному интервалу					
15	Пр.13	СЗ 33 ⁰	0073-0083	400	1) Уточнение рудных интервалов, оконтуривание, подсчет запасов по категории С ₁ ;
16	Пр.14	СЗ 50 ⁰	0084-0096	400	
17	Пр.15	СЗ 50 ⁰	0097-00104	400	
18	Пр.16	СЗ 50 ⁰	00105-00112	400	
19	Пр.17	СЗ 40 ⁰	00113-00123	400	2) В скважинах 0081-0091, 00106-00113, 00128-00138 будет проводиться отбор проб (на уран и радий, на сопутствующие элементы, на гранулометрический состав и карбонатность, на спектральный анализ, отбор монолитов); 3) В скважинах 0093-00105 будет производиться кустовая откачка (опытно инфильтрационные работы).

4.5 Геофизические работы

Геофизические работы будут проведены во всех скважинах, т.к. они дают хорошие результаты и сравнительно недорогие.

Работы составлены с целью решения следующих геологических задач:

1. Выявление радиоактивных аномалий в скважинах;
2. Определение глубин залегания, границ и мощности рудных пересечений, содержания в них урана;

3. Оценка качества и представительности кернового материала;
4. Литолого-стратиграфическое расчленение разреза скважин;
5. Контроль технического состояния скважин;
6. Оценка литолого-фильтрационных типов пород и послойных значений

Кф в разрезе скважин.

Для их решения применялся комплекс ГИС, включающий:

- гамма-каротаж (ГК);
- каротаж по мгновенным нейтронам деления (КНД-М);
- электрокаротаж (ЭК);
- термометрию (ТМ);
- инклинометрию (ИК);
- кавернометрию.

В основной (стандартный) комплекс ГИС входят ГК, ЭК в модификациях КС, ПС и ИК.

Работы гамма-каротажа этим методом будут выполняться в строгом соответствии с требованиями "Инструкции по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений", вып. 1987г. (22).

По данным стандартного электрокаротажа в модификациях КС и ПС, будут решаться следующие задачи:

- литолого-стратиграфическое расчленение разреза;
- определение литолого-фильтрационных типов пород;
- оценка фильтрационных свойств пород.

Инклинометрия, как метод, наряду с ГК и ЭК, входящая в обязательный комплекс ГИС, будет проводиться во всех скважинах.

Результаты инклинометрии планируется использовать при построении геологических разрезов, контуров оруденения на планах и для расчета координат кровли и подошвы рудных пересечений.

Комплекс геофизических работ уточнит данные буровых работ, с целью более точной отбивки границ рудных тел, определение содержания урана в рудных интервалах.

Месторождение Инкай
 Нормальный (типовой) геоэлектрический разрез

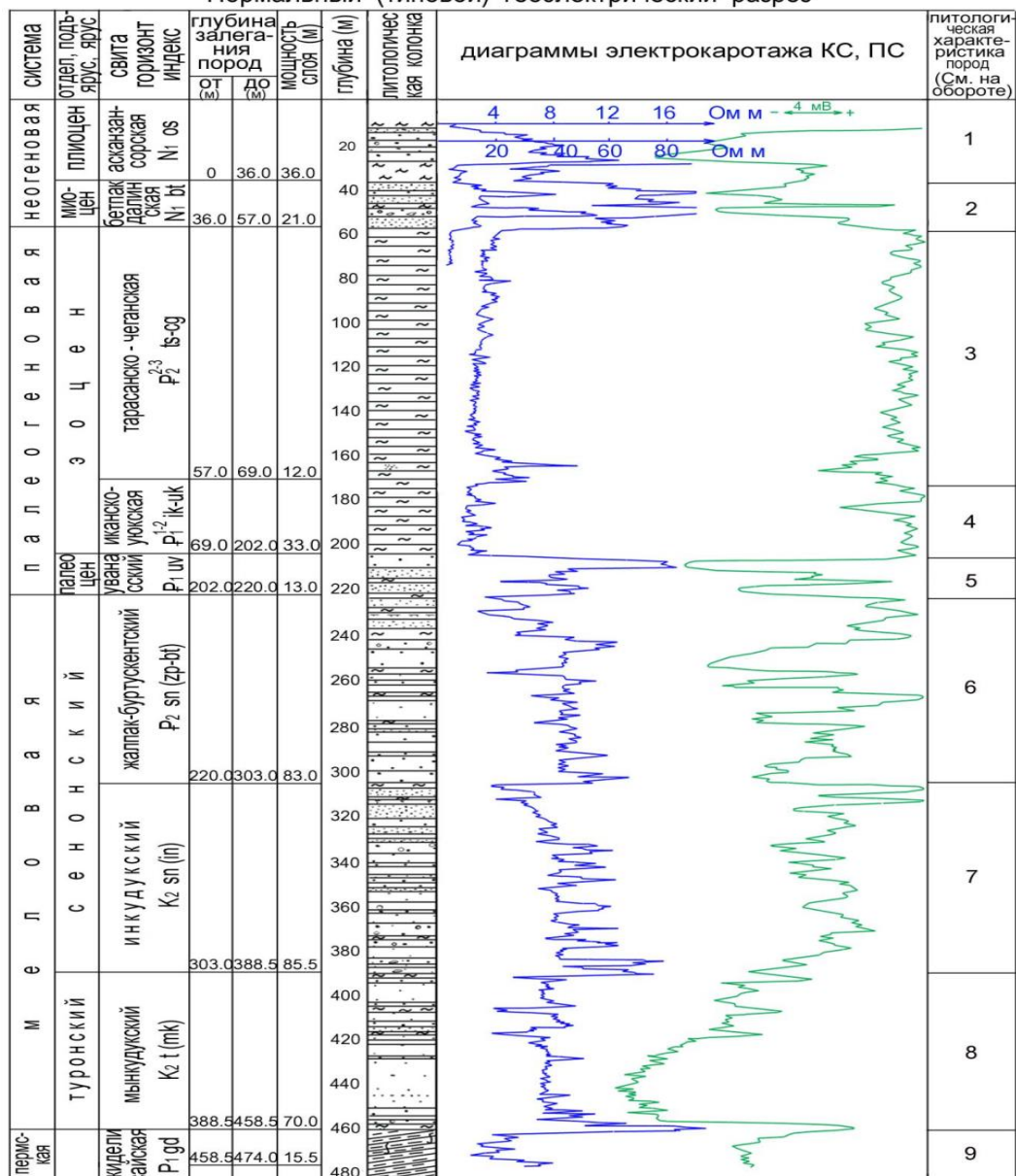


Рис 4. Месторождение Инкай, геоэлектрический разрез

4.5.1 Специальные и дополнительные методы и виды каротажа скважин

Прямой метод определения урана (КНД-М)

Задачи, решаемые методом при проведении данного вида работ, в основном, сводятся к получению сведений:

- о средних содержаниях урана и мощности урановых рудных тел;
- о радиологических особенностях участка и подтверждения надежности, определяемых по опробованию керна поправочных коэффициентов, необходимых для интерпретации гамма-каротажа.

Поскольку между содержаниями изотопов природного урана (^{238}U , ^{235}U , ^{234}U) существует строгое количественное соотношение, КНД-М позволяет определять в скважине непосредственно содержание природного урана в рудах.

Работы по этому методу будут выполнены в соответствии с требованиями Инструкции (23).

Данные КНД-М использованы для выявления радиевых оторочек и ореолов, изучения их структуры, закономерностей их распределения в пределах рудных тел, оценки достоверности средних параметров урановых рудных тел, определяемых по гамма-каротажу и опробованию керна.

Кавернометрия

Измерения фактических диаметров скважин будет выполняться для расчета и обоснования поправки на поглощение гамма-излучения буровым раствором, а в гидрогеологических скважинах для определения мест пережимов и образования каверн и для расчета количества цемента при цементации затрубного пространства.

Количественная интерпретация кавернометрии заключается в определении средних диаметров скважин по рудным интервалам, а в гидрогеологических скважинах будет определяться объем скважины после разбурки и глубины мест пережимов или каверн.

4.6 Гидрогеологические работы

Целью гидрогеологических работ является определения гидрогеологических параметров нерудных водоносных горизонтов, опытные откачки для рудовмещающего водоносного комплекса, определение коэффициента фильтрации и др.

Для решения этих задач необходимо проведение следующих видов работ:

1. Опытнo-фильтрационные работы;
2. Работы по изучению режима и баланса подземных вод;
3. Инженерно-геологические работы.

На участке предусматривается бурение скважин в гидрогеологических кустах и одиночных, для проведения в них опытнo-фильтрационных работ.

В результате будут получены различные гидрогеологические параметры, которые будут необходимы при оценке и эксплуатации участка.

4.6.1 Бурение гидрогеологических скважин

Бурение скважин будет производиться вращательным способом бурения. В качестве бурильного вала будут применены бурильные трубы диаметром 50 мм замкового соединения. В качестве породоразрушающего инструмента будет применяться гидромониторный ступенчатый пикобур ГБК-132 МГ с промывкой водой в интервале глин или глинистым раствором в интервале песков. Подъем керна осуществляется колонковой трубой диаметром 89 мм с коронкой М-1 диаметром 112 мм. Расширение стволов скважин проводится шарошечными долотами типа Т диаметрами 151, 190мм.

4.6.2 Опытнo-фильтрационные работы

Целью опытные работы является проведение пробных и опытных одиночных откачек из скважин.

После окончания сооружения скважин они будут прокачиваться в течение суток для разглинизации и формирования прифилтровой зоны. Пробные откачки проводятся для определения гидрогеологических параметров нерудных водоносных горизонтов, опытные – рудовмещающего водоносного комплекса.

Продолжительность пробных откачек – сутки, опытных – от 3 до 6 суток.

В конце откачек будут отбираться водные пробы на химические анализы.

4.7 Лабораторные работы

Целью лабораторных работ является отбор, обработка и анализ проб на различные виды анализов, выявление других металлов, помимо урана, для повышения стоимости руды.

4.7.1 Определение урана и радия

Целью данного исследования, является определения количества урана и радия в пробах.

В качестве основных анализов будут приняты: на уран-рентгеноспектральный (РСА); на радий – комплексный радиометрический метод.

В качестве контрольных анализов на уран и радий будет служить, соответственно, химический и радиохимический анализы, которые будут выполняться по утвержденным инструкциям.

В результате будут получены данные о содержании урана и радия в пробах. Эти данные будут учтены в процессе подсчета запасов.

4.7.2 Другие виды анализов

Планируется проведение следующих видов анализов:

- спектрографическое определение рения в силикатных горных породах;
- спектрографическое определение суммарного содержания редкоземельных элементов и иттрия в минеральном сырье;
- рентгеноспектральный флуоресцентный метод определения селена;
- рентгеноспектральный флуоресцентный метод определения иттрия;
- нейтронно-активизационный анализ определения скандия.

В полевой лаборатории ГРЭ-7 АО "Волковгеология" будут проводиться следующие виды анализов:

- карбонатность руд и вмещающих пород - химический, методом титрования;
- гранулометрический состав пород и руд – комбинированным методом.

4.8 Опробование керна

Целью опробование керна является изучение вещественного состава руд и вмещающих пород, определение сопутствующих элементов, определения содержания урана и др.

Опробование керна на уран и радий из рыхлых пород гидрогенных месторождений представляет собой многостадийный процесс, требующий большого внимания и высокой квалификации проводящих его работников.

Рудные интервалы опробуются секционными пробами с соблюдением следующих требований:

- в пробу отбирается половина керна, разрезанного по оси (в случае, если длина секции не превышает 0,10м, в пробу берется весь материал);

- в пробу отбирается керн одной литологической и геохимической разновидности пород;
- в пробу отбирается керновый материал одного рейса;
- обязателен отбор оконтуривающих проб (мощность руды плюс 2 метра на оконтуривание);
- максимальная длина пробы – 0,8-1,0м, минимальная – 0,1м, средняя длина пробы 0,40 метра.

В каждой скважине будет проведено рудное опробование при средней длине опробуемого интервала 8,24м (средняя мощность рудного интервала плюс 2,0 метра на оконтуривание).

Массу керновых проб (Р) определяем по формуле:

$$P = \frac{\pi D^2}{4} l \times d ;$$

где $\pi = 3,14$; D – диаметр керновой пробы, см; l – длина пробы, см; d – объемная масса руды, г/см³.

Минимальный вес пробы при диаметре бурения 104 мм и (диаметр керна 89), объемной массе 1,7 г/см³ и при длине пробы 1,0 м составит:

$$3,14 \times 8,9^2 \times 100 \times 1,7 / 4 = 10,6 \text{ кг}$$

При проведении буровых работ на участке из керна скважин будут отобраны пробы на следующие виды исследований:

- определение содержаний урана и радия,
- изучение гранулометрического состава и карбонатности пород,
- проведение спектрального анализа,
- определение содержаний сопутствующих элементов,
- определение объемного веса и влажности руд в монолитах,
- определение в монолитах кислотно-щелочного баланса пород,
- определение вещественного состава руд и вмещающих пород.

Ниже приведено краткое описание методики отбора проб.

4.8.1 Отбор проб на уран и радий

Отбор проб на уран и радий будет являться основным видом опробования, которое будет проводиться из представительных по количеству и качеству керновых интервалов с минимальной гамма интенсивностью по каротажу 40 мкр/час и линейным выходом керна по рудному интервалу не менее 70%.

Процесс опробования будет включать в себя повторную геологическую документацию керна с радиометрическими измерениями и оценкой его представительности и собственно опробование. Документация керна будет проводиться в специальных журналах. Замеры будут проведены через 0,1 м до выхода в "нормальное поле" на 2-3 метра. Напротив будет строиться график радиоактивности керна в масштабе 1:50, который совмещался с кривой гамма-каротажа. Таким способом будет уточняться выход керна и его положение в рудном интервале.

Пробы отбираются секционнно из половины керна, разделенного вдоль его оси.

При отборе, вес пробы будет строго контролироваться взвешиванием, для чего у каждого пробоотборщика в наличии будут иметься расчетные контрольные веса, в зависимости от длины пробы и диаметра керна. В процессе отбора каждая проба будет взвешиваться на безмене с точностью $\pm 20\%$ от контрольного веса.

Качество опробования будет контролироваться отбором другим исполнителем смежных проб из второй половины керна с сопоставлением их веса и содержаний урана (смежное опробование).

4.8.2 Отбор проб на сопутствующие элементы

Целью данного вида исследования, заключается в изучение состава руда, с целью максимально эффективного способа отработки участка.

Изучение сопутствующих урановому оруденению попутных полезных компонентов (рения, селена, скандия, суммы редких земель, иттрия и др.), в основном, будет проводиться по рудным скважинам, как в окисленной, так и в неизменной частях разрезов, в соответствии с «Временными методическими рекомендациями по опробованию экзогенных эпигенетических месторождений урана на попутные компоненты, их геотехнологическому опробованию и гидрогеологическим исследованиям на различных стадиях геологоразведочных работ», Ташкент, 1990, раздел 3.4.

Рений будет изучаться путем отбора частных проб длиной 0,2-0,5м из керна рудных скважин, в которых линейный выход керна будет превышать 70%. А также будет проводиться отбор групповых проб, которые состояются из дубликатов рудных (урановых) проб по интервалам уранового оруденения с содержанием урана $\geq 0,01\%$. Навески из каждого дубликата будут отбираться пропорционально длине частной пробы.

Селен будет изучаться по частным пробам, отобранным из керна рудных скважин в рудной, безрудной, неизменной и окисленной частях разреза.

Скандий, редкие земли и иттрий планируется изучать по групповым пробам, отобранным из дубликатов частных рудных (урановых) проб, расположенных в различных частях геологического разреза.

4.8.3 Отбор проб на гранулометрический состав и карбонатность

Отбор проб для определения гранулометрического состава и карбонатности руд и вмещающих пород будет осуществляться для изучения возможностей отработки рудных залежей месторождения сернокислотным методом подземного выщелачивания.

Опробование будет проводиться по рудным скважинам с выходом керна более 70%. Пробы будут отбираться по сети 400х50м.

Пробы по разрезу будут отбираться из рудных интервалов, безрудных прослоев внутри залежей, из вмещающих надрудных и подрудных отложений на мощность до 15-20 м.

Опробование керна будет проводиться пунктирной и сплошной бороздой, секционнно, с учетом литологии, геохимических особенностей пород и их рудности. При опробовании рудных интервалов пробы на карбонатность и грансостав будут формироваться из второй половины нескольких проб, отбираемых на уран. Длина секции будет варьироваться преимущественно в пределах 1-3 м. вес проб для определения CO_2 – 100-300 г, гранулометрических – не менее 500 г.

4.8.4 Отбор монолитов керна

Монолиты из скважин отбираются с целью изучения водно-физических свойств пород и руд, параметры которых используются для подсчета запасов и как поправки при интерпретации гамма-каротажа, влажности и объемного веса руд.

Отбор монолитов планируется осуществить равномерно по площади рудных залежей в основном по сети 400х50м.

Монолиты будет отбираться сразу после подъема керна с его немедленным парафинированием, а также методом «режущего кольца» с закладкой в бюксы по всем имеющимся литологическим разновидностям пород. Отбор проб будет проводиться по стандартной утвержденной методике. Длина монолита – 20-25 см, "режущее кольцо" диаметром 65 мм при диаметре керна 70 мм. Вес монолита – 1400-1500 г.

В результате получим важные гидрогеологические и инженерно-геологические параметры, такие как объемный вес и влажность.

4.9 Обработка проб

Обработка керновых проб будет проводиться с целью сокращения и измельчения проб до массы и крупности, необходимых для анализов.

Процесс обработки проб состоит из четырех операций: измельчение; вспомогательное и проверочное грохочение (просеивание); перемешивание; сокращение, выполняемых по определенным правилам, обеспечивающим сохранение представительности проб в конечном материале.

Согласно рекомендациям, измельчение пробы будем производить до получения частиц диаметром 0,07 мм. Минимально допустимая масса для лабораторных исследований составляет 0,6 кг.

Просеивание будет осуществляться на механических грохотах.

Смешивание планируется производить трехкратным перемешиванием.

Для сокращения проб данным проектом предполагается использование желобкового делителя. Обработка проб будет выполняться по схемам, составленным на основании использования формулы Ричардса-Чеччета:

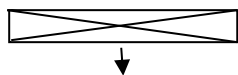
$$Q = k \times d^2,$$

где Q – надежная масса сокращенной пробы, кг; k – коэффициент, зависящий от характера распределения полезных компонентов; d – диаметр максимальных частиц в керновой пробе $d = 100$ мм. Значение параметра $k = 0,6$ обосновано многолетними разведочными и эксплуатационными работами на аналогичных месторождениях гидрогенного типа узле, характеризующихся неравномерным распределением полезного компонента. Исходная масса пробы составляет 10,6 кг.

При составлении схемы учитываем, что дробление и измельчение пробы необходимо производить до тех, пока масса, рассчитанная по формуле Ричардса-Чеччета при диаметре частиц, полученном на данной стадии измельчения, не будет меньше исходной массы пробы более чем в два раза. В общем виде схема обработки керновых проб изображена ниже.

$k=0,6$

мм,

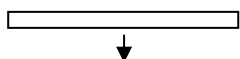


Исходная проба $Q_{исх.}=10,6$ кг, $d=100$

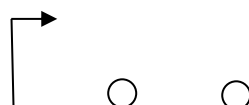


Дробление на щековой дробилке до

Поверочное грохочение
кг



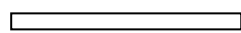
$d = 20$ мм. $Q = 0,6 \cdot 400 = 240$



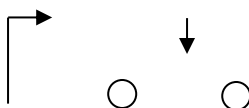
Измельчение на валковой дробилке

до

Поверочное грохочение



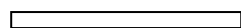
$d = 5$ мм. $Q = 0,6 \cdot 25 = 15$ кг



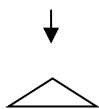
Измельчение на валковой дробилке

до

Поверочное грохочение



$d = 1$ мм. $Q = 0,6 \cdot 1 = 0,2$ кг



Перемешивание



Сокращение до массы 5 кг



Перемешивание



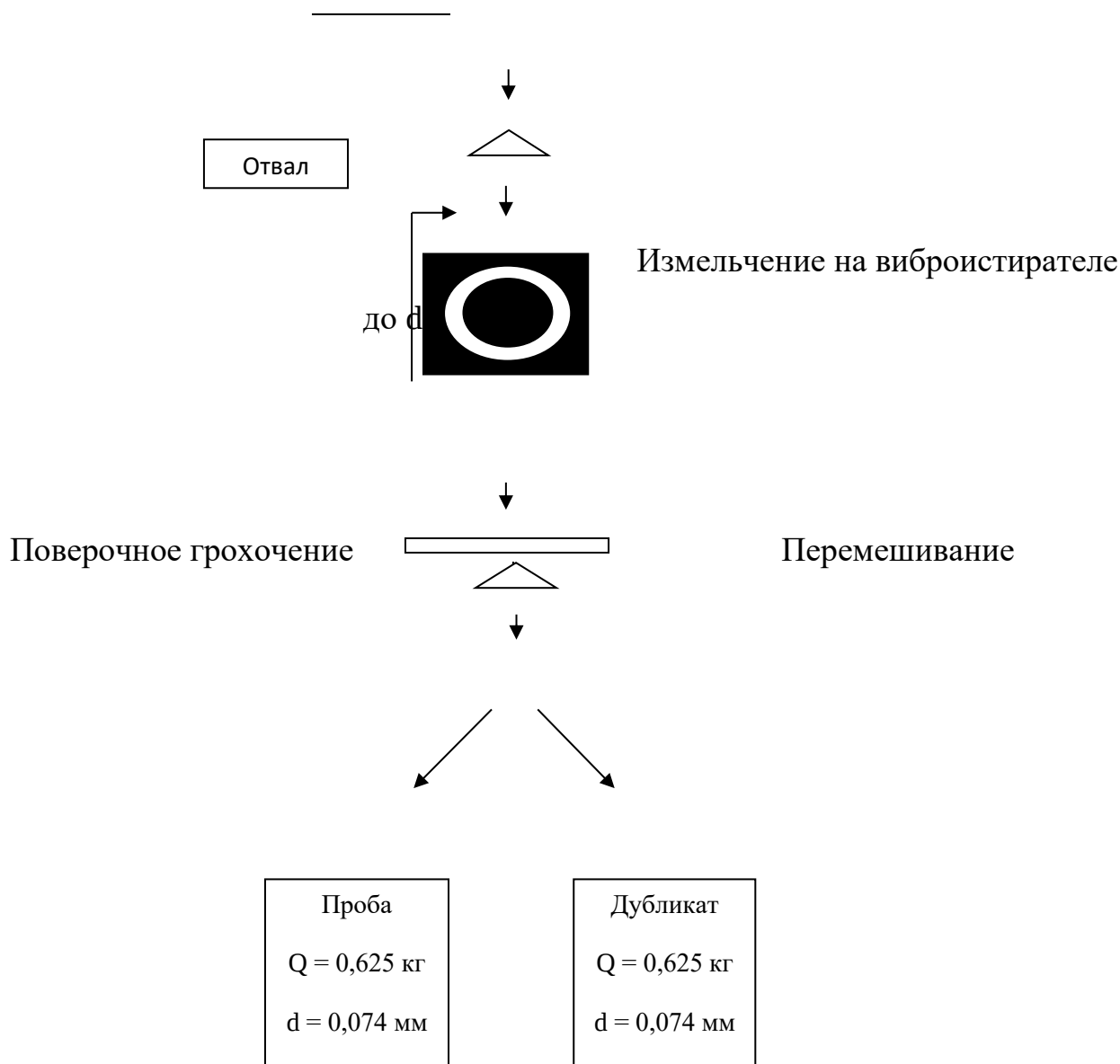
Сокращение до массы 2,5 кг



Перемешивание



Сокращение до массы 1,25 кг



4.10 Контроль опробования

Контроль точности лабораторных анализов проб на уран и радий будет проводиться систематически с таким расчетом, чтобы контрольные зашифрованные пробы распределялись равномерно во времени и по площади разведваемого объекта. Для оценки воспроизводимости анализов и систематических расхождений планируется проведение следующие виды контроля:

Внутренний контроль рентгеноспектрального анализа на уран и комплексного метода на радий с зашифровкой номеров проб. Выполняется в той же лаборатории, в которой производятся массовые анализы проб. Внутренний кон-

троль производится систематически в течении всего периода проведения работ. Данным видом контроля устанавливаются только средние значения случайных погрешностей анализов, которые в простейшем случае вычисляются как среднеарифметические из единичных расхождений контрольных и контролируемых анализов, без учета знака расхождения.

Межметодический контроль анализов на уран и радий. В качестве контрольных для рентгеноспектральных анализов на уран будут приняты результаты химических анализов, выполненных в ЦАЛ ПГО «Волковгеология» до 2006 года, а с 2006 г. – в ХАП ЦОМЭ; для комплексного метода – радиохимические анализы в той же лаборатории. По данным межметодического контроля выясняется наличие или отсутствие систематической погрешности в анализах на уран и радий. Подсчитывается ее величина.

Внешний контроль химических анализов на уран и радиохимических анализов на радий будет выполнен в лаборатории ФГУП ВИМСа. Результаты внешнего контроля будут использованы для выявления и оценки величины систематических расхождений в химических и радиохимических анализах, выполненных в ЦАЛ «Волковгеология» и ХАП ЦОМЭ (после 2006 г.).

Пробы отбираются и шифруются по всем классам содержаний равномерно во времени.

4.11 Камеральные работы

Текущая камеральная обработка материалов сопутствует проведению полевых работ и представляет собой:

- камеральные работы при геологическом обслуживании буровых работ;
- камеральные геологосъемочные работы;
- камеральные геохимические работы;
- камеральная обработка комплекса ГИС;

Камеральные работы при геологическом обслуживании буровых работ заключаются в составлении документации по керну, в составлении рабочих разрезов и карт фактического материала, составлении литологических колонок и паспортов рудных интервалов с разnosкой результатов опробования, ведении журналов отбора проб, монолитов и паспортов отбора технологических проб, обработке результатов гидрогеологических откачек, определении направления буровых работ с учетом оперативной обработки получаемых результатов, контроле за качеством бурения, полевом определении выхода керна по рудным интервалам.

Длительность работ соответствует длительности выполнения буровых работ.

Камеральная обработка материалов геофизических исследований в скважинах заключается в оперативной обработке полученной информации и представлении материалов для принятия решений по направлению разведочных работ.

В состав работ входит оперативная интерпретация каротажа, построение литологической колонки по стволу скважины, выделение границ рудных интервалов, разделение их на балансовые и забалансовые, качественное определение проницаемости рудных интервалов, выдача данных на обсадку, определение границ и качества цементации, определение границ посадки фильтров и целостности обсадной колонны гидрогеологических скважин.

5 Подсчет запасов урана

5.1 Кондиции для подсчета запасов урана

В целом для участка целесообразно установление 2-х групп кондиционных показателей, включающих всего 3-5 лимита.

Первая группа показателей будет включать требования к разделению групп на проницаемые и водоупорные, а также типы геотехнологического раз-

реза, предназначенные для различных систем разработки или резко отличающиеся по технико-экономическим показателям.

В первую группу будут входить:

- минимально допустимый коэффициент фильтраций руд;
- максимально допустимое содержание глинисто-алевритистой фракций в рудах;
- максимальная карбонатность руд;
- отношение эффективной и рудной мощности, соотношения проницаемости руд и вмещающих пород, определяющие типы геотехнологического разреза и промышленные и сортовые границы.

Вторая группа будет определять требования к продуктивности руд применительно к выделенным типам геотехнологического разреза.

Она будет включать в себя один лимит:- минимальную продуктивность по единичной скважине для оконтуривания запасов в плане

Минимально допустимый коэффициент фильтраций будет составлять 0,5-1 м/сут

Максимально допустимое содержание глинисто-алевритистой фракций будет на уровне 20-40%.

Максимальная карбонатность руд и вмещающих пород составит <3%.

Требования к параметрам, определяющих геотехнологический тип разреза и минимальная продуктивность, установятся по данным опытно-промышленной эксплуатации.

5.2 Выделение рудных интервалов

Выделение рудных интервалов будет производиться по величине бортового содержания путем интерпретаций результатов гамма каротажа. Пустые прослои проницаемых пород мощностью до 0,5 м, будут включаться в рудный интервал на разубоживание. При выделении рудных интервалов, будут исключаться участки оруденения в непроницаемых породах.

5.3 Подсчет запасов урана в четырех вариантах кондиций

Подсчет запасов урана проводится обычно при 4-х вариантах бортового минимального метропроцента по скважине, включаемой в контур подсчетного блока или тела, с целью выбора в последующем оптимального из них. В ТЭО подсчет запасов будет проводиться при следующих значениях бортового метропроцента: $m_c > 0,0200$; $m_c > 0,0400$; $m_c > 0,0600$; $m_c > 0,0800$.

В состав работ входят:

- геометризация рудных тел на разрезах и планах в соответствии с достигнутой плотностью разведочной сети;
- интерпретация результатов гамма-каротажа по материалам специальных геофизических исследований;
- расчет средних параметров (мощность, содержание урана, метропроцент) по геологическим разрезам;
- подсчет запасов и составление сводных формуляров по категориям запасов и ресурсов;
- составление текста по методике подсчета запасов;
- вычерчивание отчетной графики (планы, разрезы продуктивного горизонта).

5.4 Подсчет запасов способом геологических разрезов

Для подсчета запасов будут использованы геологоразведочные разрезы, образующие систему разведочных работ. Контуров запасов отстраиваются в плоскостях геологических разрезов, а границы отдельных подсчетных блоков совпадают с плоскостями разрезов. Запасы подсчитываются отдельно в каждом блоке, а затем суммируются по всей залежи полезного ископаемого.

Способ разрезов обеспечит наиболее правдоподобное преобразование объемов залежей, а совмещение подсчетных и геологических разрезов в одной

плоскости способствует полному учету геологических особенностей месторождения при проведении контуров промышленной минерализации. В зависимости от ориентировки разведочных разрезов различают способы подсчета запасов: вертикальными и горизонтальными, параллельными и непараллельными разрезами. В последнем случае в подсчет объемов вносятся поправки за непараллельность разрезов.

Для вычисления объемов блоков между разрезами, расположенными друг от друга на расстоянии l в зависимости от форм и соотношений площадей продуктивных залежей S_1 и S_2 применяются формулы:

призмы $V = ((S_1 + S_2) / 2) * l$

если площади сечений примерно равновелики;

усеченной пирамиды, если площади смежных сечений имеют подобные и близкие к изометрическим формы, но различаются по величине более чем на 40%;

$$V = ((S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}) / 3) * l$$

конуса

$$V = (S_1 / 3) * l$$

или **клина**

$$V = (S_1 / 2) * l$$

Наиболее существенный недостаток способа разрезов – ограниченностью его применения (только для случаев оценки системами поперечных разведочных разрезов). Данные по разведочным пересечениям, расположенным не в плоскостях поперечных разрезов не могут быть использованы для вычисления основных подсчетных параметров. [5]

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Важной задачей управления разработкой месторождений урана способом подземного выщелачивания является снижение себестоимости добычи. Примерная структура затрат при добыче урана способом подземного выщелачивания на современном геотехнологическом предприятии приведена в таблице 9.

Таблица 3 – Примерная структура затрат при добыче урана способом подземного выщелачивания

№	Статьи затрат	Доля, %
1	Амортизационные отчисления	9-20
2	Погашение горно-подготовительных работ	17-23
3	Материалы (в основном реагенты)	25-45
4	Энергозатраты	8-15
5	Зарплата	4-6
6	Общие затраты по предприятию	12-20

6.1 Амортизационные отчисления

Капитальные затраты, вложенные в строительство и оснащение предприятия, входят в состав себестоимости в виде амортизационных отчислений. Величина капитальных вложений определяется планируемой производительностью предприятия по продуктивным растворам и его экономико-географическим положением

Таблица 4 – Амортизация оборудования и транспортных средств

Наименование и назначение Оборудования	Стоимость однотипного оборудования, тыс. тенге	Амортизация отчисления	
		% от стоимости	тыс. тенге
Отстойники ПР и ВР	300 000	15,1	45 850
Насосы	59 000	50	30 000
Сорбционные колонны	100 000	14,3	14 300
Буферные колонны	15 000	14,3	2 145
Колонны регенерационные	15 000	14,3	2 145
Колонны расхода осаждения	20 000	14,3	2 860
Оборудование для приготовления реагентов	30 000	6	1 800
Насосы на фабрике	10 000	50	5 000

Краны подъемные	8 000	9	720
Прочее подъемное транспортное оборудование	1 000	24	240
Технологические трубопроводы	50 000	6	3 000
Фильтпрессы	5 000	15	750
Прочее оборудование	30 000	15	4 500
Итого	614 000 000		103 210 000
	5 104 348 \$		694 591 \$

Эксплуатация оборудования из расчета 0,5% от стоимости всего оборудования:

$$694\,000 \cdot 0,005 = 3\,470\,000 \text{ тенге.}$$

Текущий ремонт оборудования из расчета 3,5% от стоимости всего оборудования:

$$694\,000 \cdot 0,035 = 2\,290\,000 \text{ тенге.}$$

Износ малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря и оборудования из расчета 10 000 тенге в год на одного рабочего:

$$250 \cdot 10\,000 = 2\,500\,000 \text{ тенге.}$$

Общие затраты по трем показателем в долларах (принимая курс доллара на 01.05.2016г. равным 330,14 тг.) 22,944\$

Таблица 5 – Капитальные затраты на промплощадке рудника

Статья затрат	СМР	Оборудование	Всего
Подготовка территории строительства	10 000	-	10 000
Основные объекты строительства	25 200 000	8 400 000	33 600 000
Объекты подсобного и обслуживающего назначения	7 430 500	1 350 200	8 780 700
Объекты энергетического хозяйства	1 200 600	600 850	1 801 450
Объекты транспортного хозяйства и связи	2 450 700	850 400	3 301 100
Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплоснабжения	1 100 300	580 600	1 680 900
Благоустройство и озеленение территории	200 000		200 000
Временные здания и сооружения	350 500		350 500
Прочие работы и затраты	500 000		500 000
Содержание дирекции строящегося предприятия	1 600 000		1 600 000
Проектные, изыскательские работы, авторский надзор	850 000		850 000
Непредвиденные затраты 3%	42 119 378	12 135 512	54 254 890
Итого	83 011 978	23 917 562	106 929 540
НДС (15 %)			16 039 431
Итого сводный сметный расчет			122 968 971
			891 079 \$

Расчет стоимости горно-подготовительных работ осуществлен исходя из стоимости скважин включающей стоимость бурения и обвязки и установленных в НАК «Казатомпром» норм на закисление.

Прочие и непредвиденные расходы рассчитываются в размере 10% от затрат на материалы и 10% от фонда оплаты труда.

Себестоимость получения продукции на промплощадке определена для объема производства 1000 тыс. кг U/год. Данные приведены в сводной таблице 2.5, расчета себестоимости добычи U по циклам технологического процесса на промплощадке рудника.

6.2 Стоимость горно-подготовительных работ

Стоимость горно-подготовительных работ складывается из затрат на бурение, оснащение и обвязку технологических скважин. Также в горно-подготовительные работы могут включаться затраты реагентов на стадии закисления технологических блоков. Затраты на горно-подготовительные работы:

$$J_1 (\mu_j, R) = \frac{S_{\text{бл}} (n+1)}{S_{\text{я}}} C_{\text{СКВ}} * H, \quad (29)$$

где $C_{\text{СКВ}}$ – стоимость 1 м готовой скважина с учетом оснастки, \$м; H – глубина скважины, м; $S_{\text{я}}$ – площадь одной ячейки:

- для гексагональной – $S_{\text{я}} = 2,6 * R^2, \text{ м}^2$;
- $S_{\text{я}} = 2,6 * 47^2 = 5743 \text{ м}^2$
- для прямоугольной ячейки – $S_{\text{я}} = 1,6 * R^2 \text{ м}^2$;
- $S_{\text{я}} = 1,6 * 45^2 = 3240 \text{ м}^2$

Решение:

$$\text{для гексагональной сети: } J_1 (\mu_j, R) = \frac{36000 * (3+1)}{5743} 38 * 450 = 428,765\$$$

$$\text{для прямоугольной сети: } J_1 (\mu_j, R) = \frac{36000 * (1,8+1)}{3240} 38 * 450 = 532,000\$$$

6.3 Основные технико-экономические показатели на отработку опытного блока № 72

Эксплуатационные расходы включают в себя затраты реагентов на выщелачивание (см. таб.12.), электроэнергии (см.та.13) на подъем и транспортировку растворов, реагентов электроэнергии на переработку продуктивных растворов, а также прочие условно постоянные затраты.

Затраты на закисление технологического блока определяются кислотоёмкостью породы и количеством горнорудной массы в блоке:

$$Z_{\text{зак}} = R_{\text{зак}} \rho MS \quad (30)$$

где $R_{\text{зак}}$ – масса кислоты, затраченная на закисление одной тонны горно-рудной массы, (кг/т); S – площадь блока, м²; M – эффективная мощность блока, м; ρ – объемная масса руды, т/м³; U_k – стоимость одного килограмма кислоты.

Решение:

$$Z_{\text{зак}} = 47 \cdot 360 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 125 = 7050\$$$

Затраты реагентов на выщелачивание можно определить исходя из массы добытого урана mU :

$$Z_{\text{выщ}} = mU(P_k U_k + P_o U_o), \quad (31)$$

где P_k (P_o) – удельный расход кислоты (окислителя) на извлечение единицы массы урана (кг/кг); U_o – стоимость одного килограмма окислителя.

Решение:

$$Z_{\text{выщ}} = 11,59(47 \cdot 350) = 5295\$$$

Затраты на переработку продуктивных растворов и получение концентрата урана полагаются пропорциональными массе урана:

$$Z_{\text{пер}} = mU \cdot U_{\text{пер}}, \quad (32)$$

где $U_{\text{пер}}$ – стоимость переработки одного килограмма урана.

$$Z_{\text{пер}} = 11,59 \cdot 360 = 4172\$$$

Затраты на подъем и транспортировку растворов можно принять пропорциональными объему рабочих растворов:

$$Z_{\text{раст}} = WP_{\text{эл}} \cdot U_{\text{эл}}, \quad (33)$$

где $P_{\text{эл}}$ – расход электроэнергии на подъем и транспортировку одного м³ технологического раствора, м³/кВт·ч; $U_{\text{эл}}$ – стоимость одного кВт·ч электроэнергии.

$$Z_{\text{раст}} = 24 \cdot 7 \cdot 22 = 15501 \text{ тенге}$$

Прочие условно постоянные затраты можно принять пропорциональными времени отработки эксплуатационных блоков:

$$Z_{\text{проч}} = U_{\text{проч}} \cdot t \quad (34)$$

где $C_{проч}$ – стоимость прочих условно постоянных затрат за единицу времени (месяц, год); t – время отработки блока.

$$Z_{проч} = 500000 \times 3,5 = 1,750,000 \text{ тг}$$

Теперь нужно определить среднее содержание урана в ПР по блоку:

$$C_{cp} = \frac{P \times \varepsilon \times 1000}{Q_{ГРМ} \times f}, \text{ мг/дм}^3 \quad (35)$$

Условия: $P=406$ т; $Q_{ГРМ} = 833$ тыс. т; $f=3$; $\varepsilon = 85\%$.

$$C_{cp} = \frac{4,06 \times 85 \times 1000}{833 \times 3} = 138 \text{ мг/дм}^3$$

Таблица 6 – Расход химреагентов и материалов

Потребление	Цена. тен-ге/ед. изм	Удельные за-траты на 1кг U	Расход мате-риалов в тон-нах на 1000 т	Удельная стои-мость материа-лов на 1000 т, тыс. тенге
Серная кислота, т				
<i>на добычу</i>	4,38	95,0	95 000	324 950
<i>в т.ч. на выщелачивание</i>	4,38	95,0	95 000	301 500
<i>на переработку</i>	4,38	3,0	3 000	6 700
Аммиачная селитра	25	4,0	4 000	69 390
Каустическая сода	58,1	1,0	1 000	47 800
Ионообменные смолы	1097,54	0,05	50	50 276
Сетка из нержавеющей стали 12x18H10T	5874,2	0,001	1	4 174
Фильтр полотно Бель-	913,3	0,0025	2,5	2 065
Итого				701 115 000
				2 978 989 \$

Таблица 7 – Расход электроэнергии, воды и пара

Наименование	Потребность в год ед. изм.	Цена, тенге	Удельная стоимость, тыс. тенге
Электроэнергия, кВт	3 944 520	3,93	15 501,9
в т.ч. на добычу	1 650 000	3,93	6 484,5
в т.ч. на переработку	1 550 000	3,93	6 091,5
в т.ч. на АБК	744 520	3,93	2 925,9
Вода (свежая), м ³	31 576	405,4	12 800
Пар, Гкал	1 410	7,02	9 898,2
Итого			38 200 000
			276 811 \$

Себестоимость добычи урана уменьшается с ростом продуктивности пласта p , отношения метропроцента к эффективной мощности продуктивного горизонта (mc/M), средней производительности блока по урану (B_U^{cp}), средней концентрации урана в продуктивных растворах (C_U^{cp}), площади блока, приходящейся на одну технологическую скважину (S/n_c). Возрастание глубины скважин (H), удельных расходов кислоты (P_k) и окислителя (P_o), массы кислоты, затраченной на закисление одной тонны горнорудной массы ($R_{зак}$), приводит к повышению себестоимости.

На значения многих из этих показателей влияют как природные факторы, так и технологические решения, принимаемые на стадии проектирования и в ходе отработки блоков (расположение и режимы работы технологических скважин, концентрации кислоты и окислителя на разных стадиях отработки и др.).

Выбор оптимальных технологических решений зависит не только от геотехнологических параметров блоков, но и от существующих на данный момент стоимостей сооружения одного метра скважины, кислоты, окислителя, электроэнергии и тд.

Увеличение площади элементарной ячейки приводит к снижению капитальных затрат, вследствие возрастания площади блока, приходящейся на одну

технологическую скважину. Вместе с тем, увеличиваются эксплуатационные затраты из-за роста времени отработки блока, также происходит повышение удельных расходов реагентов, поскольку возрастает время контакта технологических растворов с породой. В результате у функции, выражающей зависимость себестоимости добычи урана от площади элементарной ячейки, возникает минимум, схематически показанный на рисунке 11. Положение минимума, соответствующее оптимальной площади элементарной ячейки, зависит как от геотехнологических условий обрабатываемой залежи, так и от стоимостей сооружения одного метра скважины, одного килограмма кислоты и окислителя.

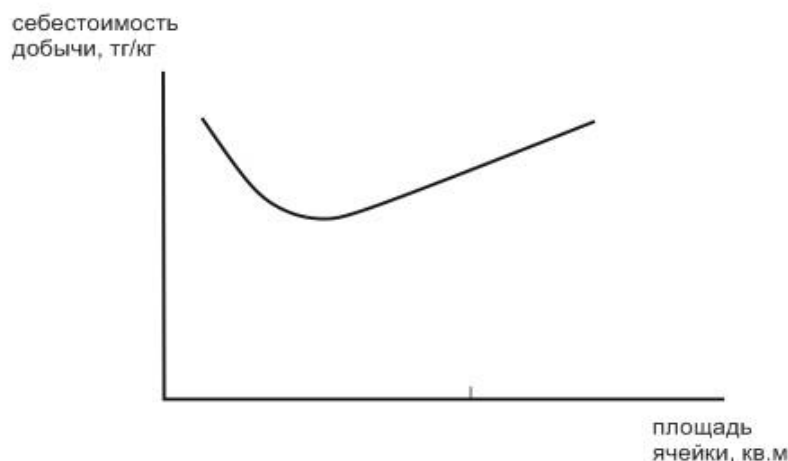


Рисунок 5 – Характерная зависимость себестоимости добычи урана от площади элементарной ячейки

6.4 Основные технико-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели представлены в таблице 8

Таблица 8 – Основные технико-экономические показатели

Наименование показателя	Количество
Мощность предприятия, тонн U/год	1000
Удельный расход на 1 тонну урана:	
- электроэнергия, тыс. кВт/час	24 186,9

- ДИЗТОПЛИВО, ТОНН	1,129
--------------------	-------

- вода, м ³	45,6542
- серная кислота, тонн	31 420
- ионообменные смолы, тонн	50
- аммиачная селитра, тонн	3 500
Общая площадь:	119172,5
- ЦППР, м ²	40300
- полигона, м ²	78872,5
Общая численность персонала:	
- списочная, чел	200
- явочная, чел	146
Общая стоимость строительства, тенге	3 166 632 812
USD, в том числе:	20 737 608
- СМР, тенге	2 225 085 346
USD	14 236 212
- оборудование, тенге	718 350 466
USD	4 575 480
- прочие затраты, тенге	213 197 000
USD	1 357 942
Стоимость ГПР, тенге	490 563 712
USD	3 124 609
Продолжительность строительства, год	6
Себестоимость 1 кг U в концентрате, тенге	1 861,65
USD	12,19
Себестоимость 1 кг закиси окиси U, тенге	2 162,47
USD	14,17

Запишем эксплуатационные затраты за весь период отработки блока в виде:

$$J_2 = J_2(R), \$$$

$$J_2(R) = T_3 * C_3, \$,$$

где C_3 – суточные эксплуатационные затраты по блоку, которые складываются из затрат на электроэнергию, реагенты, различные материалы, заработную плату и т.д., \$/сут; T_3 – время отработки запасов металла в блоке до проектного коэффициента, сут.

$$J_2(R) = 1297 * 41 * 10^3 = 5,317,700 \$,$$

6.5 Организация труда и управление производством

Производственная деятельность комплекса ПВ характеризуется рядом особенностей трудового процесса.

Во-первых: диапазон воспроизводимых работ отмечается широким спектром: бурение скважин, погрузочно-разгрузочные работы с транспортировкой и химико-технологическая переработка растворов.

Во-вторых: необходимость соблюдения правил техники безопасности при работе с токсичными и радиоактивными веществами.

Режим работы принимается исходя из обеспечения непрерывной круглосуточной работы полигона ПВ.

Таблица 9– Режим работы

Для сменного персонала, занятого во вредных условиях труда	Длительность
продолжительность смены	12 ч
количество смен	5 (2 смены в сутки)
времени за неделю	36 ч
количество рабочих дней в году	230
Для персонала, занятого в дневную смену во вредных условиях труда	Длительность
продолжительность смены	7,6 ч
времени за неделю	36 ч
количество рабочих дней в году	255

Таблица 10 – Штатное расписание участка геотехнологического поля

Наименование профессий	Разряд	Явочная численность		Списочная численность
		В смену	В сутки	
Начальник участка	ИТР	1	1	1
Технолог	ИТР	1	1	1
Мастер-технолог	ИТР	1	2	3
Мастер по восстановлению скважин	ИТР	1	1	1
Электромеханик	ИТР	1	1	1
Оператор УГТП	5-6	1	2	3
Слесарь по ремонту тех. оборудования	4-6	8	8	10
Газоэлектросварщик	4-6	2	2	2
Электрослесарь	5-6	2	2	2
Оператор по восстановлению тех.скважин	5-6	5	5	6
ИТОГО:				30
ИТР				7
Рабочие				23

Таблица 11 – Оплата труда персонала

Заработная плата	441 152 тенге
Социальный налог и социальные отчисления	750 682 тенге

Экономическая оценка деятельности предприятия является разделением затрат на условно постоянные (не зависящие от объемов добычи) и условно переменные, а также использование системы экономических оценок по технологической принадлежности затрат.

Реализационная цена 1 т U на 2014 год НАК «КазАтомПром» по Центральному рудоуправлению 18470 \$.

Прибыль от добычи за каждую т. U составляет: 4567,95 \$.

7 Социальная ответственность при разработке урана на месторождении Инкай

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – это ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров[1].

При составлении данного проекта и при выполнении его исполнители будут руководствоваться законами в области природопользования и недропользования, санитарно-гигиеническими, экологическими нормами и правилами, действующими в Казахстане.

Целью настоящей работы является особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий пластово-инфильтрационного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов.

Рабочий процесс представляет собой работы полевого и камерального типа. В административном отношении район работ входит в состав Южно-Казахстанской области, а южная часть участка в состав Кызылординской области РК.

Полевые работы будут выполняться круглосуточно, в зимний период на два месяца будут приостанавливаться, а также некоторые виды работ зависят от погодных условий.

Основным видом полевых работ по заданию является бурение опробование откачками одиночных гидрогеологических скважин на рудовмещающий горизонт. Натурные опыты по подземному выщелачиванию на характерных участках месторождения, полупромышленные (опытно-промышленные) работы по подземному выщелачиванию. Полевые работы будут выполнены в течение 24 месяцев.

Камеральные работы при геологическом обслуживании буровых работ заключаются в формировании документации керна, в построении геологических разрезов и карт фактического материала, составлении литологических колонок и паспортов рудных интервалов с разноской результатов опробования, ведении журналов отбора проб, монолитов и паспортов отбора технологических проб, обработке результатов гидрогеологических откачек, определении направления буровых работ с учетом оперативной обработки получаемых результатов, контроле за качеством бурения, полевом определении выхода керна по рудным интервалам. Камеральные работы будут выполняться на базе вахтового поселка Тайконур.

7.1 Профессиональная социальная безопасность в компьютерном помещении

Таблица 12 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении полевых, камеральных работ на урановом месторождении Инкай [17].

Эта-	Наименование	Факторы	Нормативные докумен-
------	--------------	---------	----------------------

пы работ	видов работ	(ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г. [46])		ты
		Вредные	Опасные	
1	2	3	4	5
Полевой	1. Буровые работы 2. Гидрогеологические работы 3. Опробование керна с наличием урана 4. Натурные опытные работы по ПСВ	1. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу 2. Превышение уровней вибрации 3. Воздействие радиации 4. Отклонение показателей климата	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 2. Пожарная опасность	ГОСТ 12.1.007–76 [5] ГОСТ 12.0.003–74 [6] ГОСТ 12.1.012-2004 [7] НРБ-99[20] СанПиН 2.2.4.548-96 [21] ГОСТ 12.2.003-91[9]

Камеральный	Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов;	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 []
	контроль анализов на уран и радий. Камеральная обработка материалов на компьютере с жидкокристаллическим экраном	2. Отклонение показателей микроклимата	2. Пожарная опасность	СанПиН 2.2.4.548-96[21] ГОСТ 12.1.2004 [7] 123-ФЗ []

7.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению. Полевой этап

1. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

Климатические условия района в целом, создают благоприятные условия для рассеивания загрязняющих воздух веществ, благодаря ровной местности и малой повторяемости скорости и направления ветра (менее 5 %).

Основные выбросы, будут происходить от движущихся механизмов и работающих двигателей внутреннего сгорания. Все движущие механизмы (установки и автомобили) при своем перемещении уплотняют и срезают почву, образуя при этом пыль. Работающие автомобили и электростанция выбрасывают отработанные газы. Проходка шурфов, зумпфов и копуш сопровождается пылевыведением. Зумпфы и испарители выбрасывают в атмосферу радио-

нуклиды и аэрозоли. Основной объем выбросов происходит от земляных работ при сооружении зумпфов, передвижении и работе авто- и спецтранспорта.

По агрессивности пыль имеет 3-й класс опасности. Выхлопные газы включают компоненты от 1 до 4-го класса опасности. По площади воздействия буровые работы имеют наибольшее воздействие – более 100 м от своих дизельных электростанций. При систематическом или периодическом поступлении в организм сравнительно небольших количеств токсических веществ, происходит хроническое отравление. Это нарушение нормального поведения, привычек, а также нейро-психические отклонения.

К общим мероприятиям и средствам предупреждения загрязнения воздушной среды на производстве относятся: усовершенствование технологического оборудования, применение замкнутых технологических циклов, постоянный контроль над содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны, изъятие вредных и особо токсичных веществ из технологических процессов, замена вредных веществ на менее вредные, постоянный контроль над содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны, проведение медицинских осмотров работающих, профилактическое питание, соблюдение правил промсанитарии и гигиены труда.

2. Превышение уровней вибрации

Источниками шума и вибрации при проведении проектируемых работ являются передвижная дизельная электростанция ДЭС-100П, привод и механизмы буровой установки БПУ-100М, авто- и спецтранспорт. Уровень шума составляет 80 дБ на рабочих местах по результатам их аттестации [7].

Жилых застроек, прилегающих к территории проектируемого участка работ нет, поэтому нет необходимости рассчитывать ожидаемые уровни шума вне помещений, в которых находятся источники шума.

Особо опасны вибрации с частотой, совпадающей с собственной частотой внутренних органов человеческого организма - 6-9 Гц, могут вызвать механическое повреждение или даже разрыв этих органов.

Систематическое воздействие общей вибрации с высоким уровнем виброскорости может стать причиной профессионального заболевания - вибрационной болезни (виброболезни), которая лечится медленно и лишь на ранних стадиях. Появление необратимых изменений в организме приводит к инвалидности.

Для обеспечения безопасного производства работ необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ [7] к обеспечению вибрационной безопасности на производстве, транспорте, в строительстве, горных и других работах, связанных с неблагоприятным воздействием вибрации на человека. Основным средством обеспечения вибрационной безопасности является создание условий работы, при которых вибрация, воздействующая на человека, не превышает некоторых установленных пределов.

Предусматриваются мероприятия по снижению воздействия от вибрации на население[7]:

подъездные пути и места расположения оборудования должны располагаться на расстоянии не менее 300 м.

3. Воздействие радиации (ионизирующей)

Радиационная обстановка участка месторождения Инкай определяется распределением радионуклидов в окружающей среде, имеющие природный характер распределения. Естественное распределение определяется геологическим строением и процессами, а так же их направленностью и интенсивностью, перераспределения веществ в т.ч. и радиоактивных. Техногенный характер обусловлен проводимыми геологоразведочными и опытно-промышленными работами на данной территории. Основными радионуклидами, формирующими естественный радиационный фон среды, являются радионуклиды семейств урана-238, тория-232 и калия-40.

Ионизирующее излучение – это излучение, состоящее из заряженных, незаряженных частиц и фотонов.

Естественный радиационный фон – доза излучений, создаваемая излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде,

воздухе. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [20] применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения. Для получения информации о радиационной обстановке на предприятии, регулярно должны производиться измерения следующих параметров [20]:

- радиационный технологический контроль;
- радиационный дозиметрический контроль;
- радиационный контроль помещений и промплощадки;
- радиационный контроль за нераспространением радиоактивных загрязнений;
- радиационный контроль окружающей среды.

Воздействие радиации на организм человека называют облучением. Во время этого процесса энергия радиации передается клеткам, разрушая их. Облучение может вызывать всевозможные заболевания: инфекционные осложнения, нарушения обмена веществ, злокачественные опухоли и лейкоз, бесплодие, катаракту и многое другое. Радиоактивные вещества могут проникать в организм через кишечник (с пищей и водой), через лёгкие (при дыхании) и даже через кожу при медицинской диагностике радиоизотопами. В этом случае имеет место внутреннее облучение. Кроме того, значительное влияние радиации на организм человека оказывает внешнее облучение, т.е. источник радиации находится вне тела. Наиболее опасно, безусловно, внутреннее облучение. Лица, выполняющие работы с источниками ионизирующего излучения доступа А, должны проходить обязательные периодические медосмотры в целях предупреждения профессиональных заболеваний.

В зоне контролируемого доступа строго запрещается [20]:

- приносить и принимать пищу;
- носить в карманах спецодежды инструменты и другие предметы;
- находиться без средств индивидуального дозиметрического контроля;
- сливать радиоактивные растворы в хозяйственную канализацию.

4. Отклонение показателей климата

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.

Среднегодовая температура воздуха $+9,9^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум температур наиболее жаркого месяца – июля составляет $+44^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -41°C приходится на январь месяц.

В целом климатические условия района способствуют рассеиванию загрязняющих вредных веществ. Тем не менее, значительным является количество штилей, относящихся к неблагоприятным метеорологическим условиям для рассеивания.

Комплекс климатических характеристик — температура воздуха, относительная влажность, атмосферное давление, режим ветра, атмосферные осадки, повторяемость классов погоды — все это в совокупности влияет на здоровье человека. Это касается температуры тела, интенсивности обмена веществ, системы кровообращения, состава клеток крови и тканей. Поэтому работающие на открытой территории в зимний и летний периоды года в каждом из климатических регионов обеспечены курткой, костюмом, полукомбинезоном, жилетом, шлемом. При определенной температуре воздуха и скорости ветра в холодное время работы приостанавливаются. А также предусмотрены обязательные и периодические медицинские осмотры.

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Камеральный этап

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [21]. В таблице 8 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения. Нормируемые показатели представлены для кабинетов, рабочих комнат, офисов, представительств в административных зданиях (министерства, ведомства, комитеты, префектуры, муниципалитеты управления, конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения). Реальная освещенность на рабочем взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Таблица 13 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [21]

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (Г - горизонтальная) и высота плоскости над полом, м	Освещенность (при общем освещении), лк		Показатель дискомфорта М, не более		Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
	Фактическая	Допустимая	Фактический	Допустимый	Фактический	Допустимый
Г – 0,8	400	300	40	40	15	15

Исходя из табличных данных, можно сказать, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество рабочего процесса и безопасность учащихся.

Основной величиной для расчета и нормирования естественного освещения внутри помещений принят коэффициент естественной освещенности (КЕО). Коэффициент естественной освещенности рассчитывается по формуле (1).

$$КЕО = (E/E_0) \times 100\%, \quad (37)$$

где E – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк; E_0 – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1.5%

[21]. Для достижения этих показателей освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана ПЭВМ более 300 лк. Следует ограничивать прямую и отраженную блескость от любых источников освещения. Для того, чтобы избежать утомляемости необходимо делать каждые 2 часа 15 минутные перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой [11].

2. Отклонение параметров микроклимата в помещении

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются [21]:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;

К источникам теплоты относится вычислительное оборудование, приборы освещения. Из них 80% суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещениях. На рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением в залах вычислительной техники должны выполняться оптимальные условия микроклимата [21].

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах [21]. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 3, применительно к вы-

полнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. По интенсивности общих энергозатрат организма в процессе труда работа с ПЭВМ относится к категории работ Ia [21].

Таблица 14 – Оптимальные величины и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений при работе в компьютерном помещении ГОСТ 12.1.005-88 [13] и СанПиН 2.24.548-96 [21]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Факт.	Оптималь.	Факт.	Оптималь.	Факт.	Оптималь.	Факт.	Оптималь.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Холодный	Ia	23	22-24	23	21-25	50	60-40	0,1	0,1
Теплый	Ia	24	23-25	24	22-26	50	60-40	0,1	0,1

Из таблицы видно, что показатели характеризуют микроклиматические условия как оптимальные, которые при их воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают оптимальное тепловое состояние организма. В этих условиях напряжение терморегуляции минимально, общие и (или) локальные дискомфортные теплоощущения отсутствуют, что позволяет сохранять высокую работоспособность. В нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ [21]. Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяют следующие основные мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления.

7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)

1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Основным источником негативного воздействия являются буровые передвижные установки БПУ-1200М с буровыми станками ЗИФ-1200МР, бульдозера Т-170, прицеп-комплекты, передвижные электростанции ДЭС-100П мощностью 100 кВт, экскаватор ЭО-3322, водовозы КРАЗ-255, 257 вахтовые машины ГАЗ-66, "хозяйка", ремонтная мастерская и каротажная станция СК-1 на базе автомобиля ЗИЛ-131.

Источники возникновения факторов: вращающееся сверло, вращающиеся и движущиеся части оборудования, некачественное изготовление инструмента и недостаточное его закрепление; недостаточное закрепление обрабатываемой детали. Движущиеся машины, механизмы изделия при отсутствии защитных устройств могут привести к травмированию работающих. Средством индивидуальной защиты является костюм хлопчатобумажной; рукавицы комбинированные; очки защитные. Все движущиеся части подлежат к ограждению. Применительно ко всем видам ручных машин должны выполняться следующие требования: внутренние движущиеся детали машин должны быть недоступны для прикосновения; наружные движущиеся детали машин не должны иметь острых выступов, острые кромки должны быть притуплены. Запрещается во время работы механизма прикасаться к нему или выполнять другие действия. К средствам защиты относятся: ограждения, защитные сетки, знаки безопасности [9].

2. Электрический ток

Электрические установки, к которым относятся практически все оборудование ЭВМ, представляет для человека большую потенциальную опасность. Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока и ЭМП зависит от: рода и величины напряжения и тока, частоты тока, пути тока через тело человека, продолжительность воздействия электрического тока на

организм человека, условий внешней среды[8]. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие – термическое, электролитическое, биологическое, механическое. Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 21.

Таблица 15 – Предельно допустимые значения напряжений и токов [8]

Род тока	Напряжение (U), В	Сила тока (I), мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ) [19].

Место, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [19] относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25°С, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций)

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности является ГОСТ 12.1.038-82 [8].

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должно питаться от одной фазы электросети;
- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;
- все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

7.2 Экологическая безопасность

Основным источником негативного воздействия на окружающую среду являются буровые передвижные установки БПУ-1200М с буровыми станками ЗИФ-1200МР, бульдозера Т-170, прицеп-комплекты, передвижные электростанции ДЭС-100П мощностью 100 кВт, экскаватор ЭО-3322, водовозы КРАЗ-255, 260 вахтовые машины ГАЗ-66, "хозяйка", ремонтная мастерская и каротажная станция СК-1 на базе автомобиля ЗИЛ-131.

По проекту будет образовано 6,0 т ТБО, 6,0 т промышленных нерадиоактивных отходов IV класса токсичности, 36,3 т радиоактивных отходов общей альфа-активностью 1,405 ГБк, 63,36 т низкорadioактивных отходов общей альфа-активностью 0,444 ГБк, 175,5 т низкорadioактивных отходов общей альфа-активностью 0,981 ГБк. ТБО и промышленные нерадиоактивные отходы будут рассортированы: одна часть будет направлена на регенерацию и переработку, остальная – на захоронение[14]. Все радиоактивные и повышенной радиоактивности отходы будут переданы на захоронение на ПЗРО.

Результаты исследований повлияют на общественное мнение социальной среды административного района. В целом климатические условия района создают благоприятные условия для рассеивания загрязняющих воздух веществ, благодаря ровной местности и малой повторяемости скорости и направления ветра (менее 5 %). Основные выбросы, как уже отмечалось, будут проис-

ходить от движущихся механизмов и работающих двигателей внутреннего сгорания. Величина воздействия объекта на грунтовые и подземные воды зависит от водопотребления вод, сброса сточных вод и потерь растворов в технологическом процессе. Хозяйственно-питьевая вода доставляется автомобильным транспортом из поселка Тайконур в объеме 20 л в сутки на одного работающего по нормам расхода воды в жилых, общественных и производственных зданиях, утвержденными Алматинским горисполкомом 07 августа 1989 года [21].

При проведении работ на участке все работающие предупреждаются о необходимости сохранения редких видов растений и животного мира. Запрещается какая-либо охота на животных и ловля птиц. Ожидается положительное воздействие результатов исследований на социальную среду, поскольку повысят уверенность в надежности и экологической безопасности применяемых технологий при разведке урановых месторождений.

Таблица 16 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при геологоразведочных работах на урановом месторождении Инкай

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Засорение почвы производственными отходами	Вывоз и захоронение производственных отходов
	Сооружение зумпфов и проходка шурфов	После рекультивации горных выработок почвы восстановятся через 2-3 года
Атмосфера	Пыль, выхлопные газы от автотранспорта	Ограничение работы автотранспорта, вплоть до запрета выезда на линии автотранспортных средств с не отрегулированными двигателями
Вода и водные ресурсы	Загрязнение подземных вод при смещении различных водоносных горизонтов	Ликвидационный тампонаж буровых скважин
	Нарушение циркуляции подземных вод и иссушение водоносных горизонтов при нарушении водоупоров буровыми скважинами и подземными выработками	Оборудование скважин оголовками
Недра	Нарушение состояния геологической среды (подземные воды, изменение инженерно-геологических свойств пород)	Ликвидационный тампонаж скважин. Гидрогеологические, гидрогеохимические и инженерно-геологические наблюдения в скважинах и выработках

	Неполное использование извлеченных из недр полезных компонентов	Организация рудных отвалов и складов
Животный мир	Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и других представителей животного мира, случайное уничтожение	Проведение комплекса природоохранных мероприятий, планирование работ с учетом охраны животных

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном разделе рассматривается чрезвычайная ситуация – пожары в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения, относящаяся к классу ЧС техногенного характера, а также при проведении полевых работ. В современных ЭВМ очень высока плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100⁰С. При повышении температуры отдельных узлов возможно оплавление изоляции соединительных проводов, которое ведет к короткому замыканию, сопровождающееся, в свою очередь, искрением. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» утвержден федеральным законом от 22 июля 2008 г [4]. Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;

- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.
- В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:
 - «План эвакуации людей при пожаре»;
 - для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт.);
 - установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях. Все производственные, складские, административные и иные здания и сооружения объектов, а также отдельные помещения и технологические установки должны быть обеспечены огнетушителями, пожарным инвентарем (бочки для воды, ведра, асбестовая ткань, ящики с песком, пожарные щиты, стенды) и пожарными инструментами (баграми, ломami, топорами, ножницами для резки решеток и др.), которые используются для локализации и ликвидации небольших загораний, а также пожаров в их начальной стадии развития [18].

Пожар в лесу – неуправляемое горение, распространяющееся по лесной площади. Пожар в лесу делится на три основные группы — низовой, подземный, верховой. Классификация лесных пожаров производится с присвоением каждому возгоранию своей категории. На группу категории влияет не только его вид, но и площадь, охваченная пламенем, и количество задействованных в тушении пожара людей и техники. Характеристика масштабов распространения лесных пожаров зависит от множества сопутствующих факторов и в первую очередь определяется лесным массивом.

Как показывает опыт, в борьбе с лесными пожарами большое значение имеет фактор времени. От обнаружения лесного пожара до принятия решения по его ликвидации должно затрачиваться минимальное время. При этом важнейшей задачей является организация и подготовка сил и средств пожаротушения[15]. Работы по тушению крупного пожара можно разделить на следующие этапы: разведка пожара; локализация пожара, т.е. устранение возможностей нового распространения пожара; ликвидация пожара, т.е. дотушивание очагов горения; окарауливание пожарищ. При тушении лесных пожаров применяются следующие способы и технические средства:

- захлестывание огня по кромке пожара ветками;
- засыпка кромки пожара грунтом;
- прокладка на пути распространения пожара заградительных и минерализованных полос (канав);
- пуск отжига (встречного низового и верхового огня);
- тушение горячей кромки водой;
- применение химических веществ;

Выбор способов и технических средств для тушения пожаров зависит от вида, силы и скорости распространения пожара, природной обстановки, наличия сил и средств пожаротушения и намеченных приемов тушения.

7.4 Законодательное регулирование проектных решений

Разрешение на природопользование представляет собой документ, выдаваемый природопользователю уполномоченным органом в области охраны окружающей среды и удостоверяющий право природопользователя на использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, право размещения отходов производства и потребления с указанием конкретных сроков и объемов (лимитов), условий природопользования и применяемой технологии [3].

Экономическими методами охраны окружающей среды являются, планирование и финансирование мероприятий по охране окружающей среды, установленные Налоговым кодексом Республики Казахстан платежи за пользование природными ресурсами.

Чрезвычайная экологическая ситуация - неблагоприятная экологическая обстановка, возникшая на определенной территории в результате деятельности человека или стихийных сил природы, характеризующаяся глубокими и устойчивыми отрицательными изменениями окружающей среды, опасными для жизни и здоровья людей, сохранения растительного и животного мира[3] .

При разработке данного раздела учитываются Трудовой кодекс Республики Казахстан (часть 15) работающих вахтовым методом. Пунктом 2 статьи 210 Трудового кодекса Республики Казахстан предусмотрено, что работодатель обязан обеспечивать работников, работающих вахтовым методом, в период нахождения на объекте производства работ жильем и организовать их питание для обеспечения их жизнедеятельности, доставку до места работы и обратно, а также условиями для выполнения работ и междусменного отдыха. Работодатель обеспечивает условия пребывания работника на объекте производства работ в соответствии с трудовым, коллективным договорами [2].

Согласно пункту 2 статьи 212 Трудового кодекса Республики Казахстан продолжительность вахты не может превышать 15 календарных дней [2]. Учет рабочего времени и времени отдыха каждого работника, работающего вахтовым методом, по месяцам ведет Работодатель. Рабочее время и время отдыха в пределах учетного времени регламентируется Графиком работы на вахте и составляет при работе в 2 смены: начало работы: для 1-й смены – 08-00 часов; для второй смены- 20-00 часов; окончание работы: для первой смены – 20-00; для второй смены – 08-00 часов. Перерыв на обед: для 1-й смены с 13-00 до 14-00; для 2-й смены с 01-00 до 02-00. В исключительных случаях на отдельных объектах продолжительность вахты может быть увеличена работодателем до 30 календарных дней в порядке, установленном Трудовым кодексом Республики

Казахстан. Работники, работающие вахтовым методом, имеют право на оплачиваемые ежегодные трудовые отпуска на общих основаниях [2].

Заключение

В ходе выполнения выпускной магистерской работы, мной, в соответствии с заданием, был составлен комплекс работ, включающий в себя буровые, гидрогеологические, лабораторные, геофизические работы, необходимый для оценки уранового оруденения Центрального участка месторождения Инкай (Республика Казахстан).

В конечном результате проведения данного комплекса работ на участке будут подсчитаны запасы по категориям C_1 и C_2 .

Список использованной литературы

1. Методические рекомендации по применению Классификации запасов к месторождениям радиоактивных металлов / Министерство природных ресурсов Российской Федерации. – М.: 2005. – 68 с.
2. Н.Н.Петров, В.Г.Языков, Х.Б.Аубакиров, В.Н.Плеханов, А.Ф.Вершков, В.Ф.Лухтин. Урановые месторождения Казахстана: (экзогенные). Алматы: Гылым. 1995. – 264 с.
3. Н.П.Лаверов., М.В.Шумилин. Справочник геолога по поискам и разведке месторождений урана. М.1989. – 271 с.
4. А.И.Перельман. Гидрогенные месторождения урана. М.:Атомиздат, 1980. – 270 с.
5. В.А.Домаренко. Рациональная методика поиском и геолого-экономическая оценка месторождений руд редких и радиоактивных элементов: Учебное пособие. Ч.1,2. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 260 с.
6. ICCSR 26000:2011 Социальная ответственность организации.
7. Трудовой кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями от 06.04.2016 г.)
8. Закон Республики Казахстан от 15.07.1997 N 160-1 «Об охране окружающей среды» 4 Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
9. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изм. 1990 г.)
- 10.ГОСТ 12.0.003–74.(с изм. 1999 г.) ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 11.ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования, утв. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии 12.12.2007 г.

12. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
13. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
15. ГОСТ 12.0.230-2007. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования (введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 10.07.2007 N 169-ст) (ред. от 31.10.2013).
16. Аубакиров Х.Б. и др. Отчет Чулак-Курганской экспедиции № 5 за 1982-1986 гг. "Выделение перспективных площадей для поисков 94 месторождений урана в отложениях мезозоя-кайнозоя ЮЗ части ЧСД и палеозоя хр. М. Каратау с составлением геологических карт масштаба 1:200 000". Алматы, фонды АО «Волковгеология», 1986.
17. Временные Проектно-Сметные Нормы (ВПСН) на работы по изучению радиационной обстановки на территории Республики Казахстан 2003 года (далее ВПСН-2003).
18. Bampton, K.F., Haines, J.B. & Randell, M.H. 2001. Geology of the Honey moon uranium project. TheAusIMM Proceedings 306(2) 17-27.
19. Chung, T. 1995. Decommissioning of US conventional uranium production centres. Planning and management of uranium mine and mill closures, IAEA-TECDOC-824, IAEA, Vienna, Austria.
20. Resources, production and demand a joint report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency// Nuclear energy agency organization for economic cooperation and development, 2010.
21. Working of Uranium by ISL. Ed. By V.A. Mamilov. M. Atomizdat, (2010). M. Nedra (1999).

22. O.L. Kedrovski, I.G. Abdulmanov, M.I. Fazlullin, A.F. Mosev et al., Eds / Complexes for Underground Leaching), M.: Nedra (1992г.).
23. "Metallogenesis of uranium deposits" - Proceedings of IAEA Technical committee meeting, 1987.
24. "In-situ leaching of uranium: Technical, Environmental and economic aspects" Proceedings of IAEA Technical Committee meeting, 1987. 96
25. "Uranium in In-situ Leaching" - Proceedings of IAEA Technical Committee meeting, 1993.
26. "In-situ Leach Uranium Mining" - IAEA Technical Committee meeting, 1996.
- 27 Internal report of UCIL on uranium findings
- 28 A.K. Sarangi and K.K. Beri / Uranium mining by In-situ. Dec. 1 -3,2000. 36
In- Situ leaching of uranium: technical, environmental and economic aspects/
IAEA-TECDOC-492. ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1989.

Приложение Б Английская часть

Раздел 8

Drillhole ISL survey on the territory of Inkai uranium deposit

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ5А	Нурпатша Мадина Насыркызы		

Консультант кафедры (аббревиатура кафедры) _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеев И.А.	д.ф.н, доцент		

Консультант – лингвист кафедры (аббревиатура кафедры) _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеев И.А.	д.ф.н, доцент		

8 Drillhole ISL survey on the territory of Inkai uranium deposit

Field No 4 of Inkai deposit was chosen for the study. The survey was performed at one of experimental and production block 72-24C₁ in order to test different opening up schemes, modes of acquisition and define the best option for further field exploitation.

Field No 4 of Inkai deposit (Southern and Western part) is a typical tabular and infiltration uranium deposits emplacement corroborated to pervial water-bearing horizons where oxidizing ore control epigenetic zonal distribution is developing.

The main peculiarities of such deposits which define an exploration technique are:

- near-horizontal and subconcordantal strata position of uranium and ore deposits within production horizons;
- big sized and run ore deposits on the map with considerable strike distance;
- variation of ore width and roll sized reservoirs in cross sections;
- variation of uranium content along the strike and down-dip;
- ore occurrence run in different mining and geological conditions (head waters);
- ore control by pinching out of tabular oxidizing zone;
- non-competitive method of acquisition – drillhole ISL.

8.1 Well field performance parameters

The main optimality criterion at network design of production wells for blocks is profit of metal mined. Taking into account the fact that the price for metal does not depend on a network of wells and parameters, metal stock is constant. The profit reaches the maximum level at minimum expenses.

The expenses for network wells design and field acquisition are considered as optimality criteria to achieve this goal.

The most perspective schemes of drillhole distribution are as follows [31].

$$X_I = \{x_{1,1}; x_{1,2}; \dots; x_{1,j}\},$$

Where $x_{1,j}$ are shown in Figure 11.

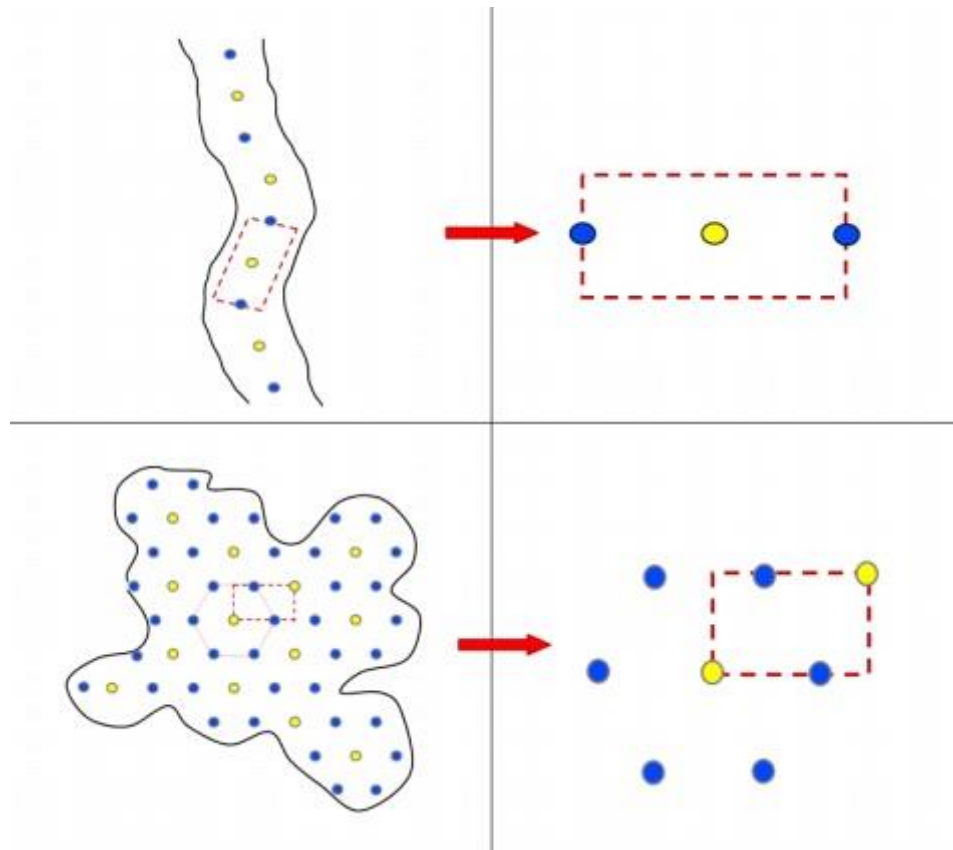


Figure 6 – Schemes of technological wells distribution at survey and hydrogenous uranium acquisition by ISL method.

a – one-dimension cell; b – hexagonal cell;

The scheme contains all wells arranged in a special order. Definition of optimal scheme is necessary for effective sand mining. A test block 72-24C₁ with three types of schemes (in-line, hexagonal, square (Fig.11.)) is used for the definition of optimal scheme.

The distinguishing feature of linear well pattern is leaching with one, two or several lines of interchangeable wells consisting of alternating injection and recovery wells.

This pattern can be applied for leaching ore bodies of any shape, both in plan and section, at any thickness of ore-bearing horizon, as well as for deposits with complex ore and rock composition, which systematically plug screens and production

zones. Their greatest merit is higher productivity of the patterns due to the need for less cleaning of wells and their increased capacity.

The main drawback is the interaction between neighbouring wells of the same kind, resulting in their diminished flow rate and increased flare of solution outside of the well field. The movement of solution through the orebody along the lines decreases, especially in narrow ore bodies therefore allowing for only one-well line. In this case it would be more efficient to install wells of alternating types, according to V.V. Novoseltsev's classification, using the rectangular (three-well) scheme. The use of flow reversal (changing the injection/recovery mode) makes this scheme more appealing in comparison to the one-well arrangement of lines, because of its final advantage — the self-cleaning and improved productivity of plugged wells. It should be noted that multi-row systems have not been widely applied in ISL operations [29].

Bore holes are the major element in the arrangement of an ISL operation. The specific cost for drilling comprises 15–30% of the production cost, depending on the ore deposit depth. ISL extraction of a deposit requires installation of several hundreds to several thousand wells, depending on its size. Failure of just one well or its improper operation negatively affects the ISL process technology and requires immediate correction in the production cell or block performance.

The following requirements are necessary for the effective operation of ISL wells:

- The location of wells and their performance should provide maximum recovery of uranium with minimum loss of leach solution.
- The wells must be designed and operated to provide maximum possible efficiency depending on site conditions.
- The wells should provide for monitoring the underground movement of the solutions.
- The operation life of the wells should not be shorter than the operation duration of the well pattern necessary for the wellfield life.

- The choice of the number of wells and evaluation of production cost should depend on economical feasibility regarding the ISL operation of the deposit in order to obtain reasonable production cost of the recovered metal.
- The wells should be designed in such a way to allow high operating performance using standard equipment and instruments.
- The wells must be used in a way minimizing environmental impacts.

The wells pattern should provide sufficient inflow of production solutions within the entire planned operating period of the field or some part of it (in case its operation is planned to proceed in certain subsequent order) [32]. The ISL well pattern can be of various shapes (from single wells to parallel lines, to polyhedron and cell systems). For ISL, the linear and cellular systems are the most prevalent well arrangements. The injection and recovery wells are to be adequately spaced to obtain high uranium concentrations in the solution.

8.3 Selection of the optimal design ISL well patterns

Based on calculations carried out from modelling linear well systems with various distances between the rows, one can draw the following conclusions which allow choosing the best design for leaching:

- The maximum distance between the injection and recovery wells vary from 10 to 80 metres (the most prevalent from 30 to 50 m). With a short flow distance, channeling caused by fines migration can develop and the solutions will thus partially by-pass the orebody. In addition the capital cost of wells also drastically increases. With longer distances, the time for leaching elementary cells increases drastically, the flow rate drops, the acid consumption increases due to interaction with barren rock (including the increased mass of the horizon involved in the processing) and the operating cost increases substantially[33].
- A short distance between the well rows improves the hydrodynamic interaction of the recovery and injection wells, increases flow rates, and makes the process more vigorous, thus shortening the leaching time.

- A smaller well pattern network can be advantageous:
 - in shallow deposits (less than 100 m deep), where the cost of drilling and well equipment is not high in relation to the total costs for ISL;
 - in rock of high capacity for acid, especially with high carbonate content, where acid consumption decreases during a shorter contact time;
 - in order to reduce the downwards loss of solutions when placing screens in the ore interval with great thickness of flooded barren rock as well as in absence of reliable confinement of aquifer;
 - with deep piezometric level (low water table) of productive aquifer, not allowing flow rates high enough for airlifts.
- Long distances between the well lines (50 m and longer) are best used in deep deposits (over 200 m), especially when small amounts of acid are consumed by the rock (up to 1% carbonate), and where the cost of drilling and equipment is a substantial part of the production cost of the recovered metal.
- The best well pattern design can be obtained by comparing several possibilities calculated using the results of laboratory and field investigations.

Figure 12 [30] shows curves plotted by using calculated data on a certain deposit leached through wells arranged in lines over the entire deposit. In all cases the wells have equal flow rates, so the quantity of recovered solution is in direct proportion to the number of wells used.

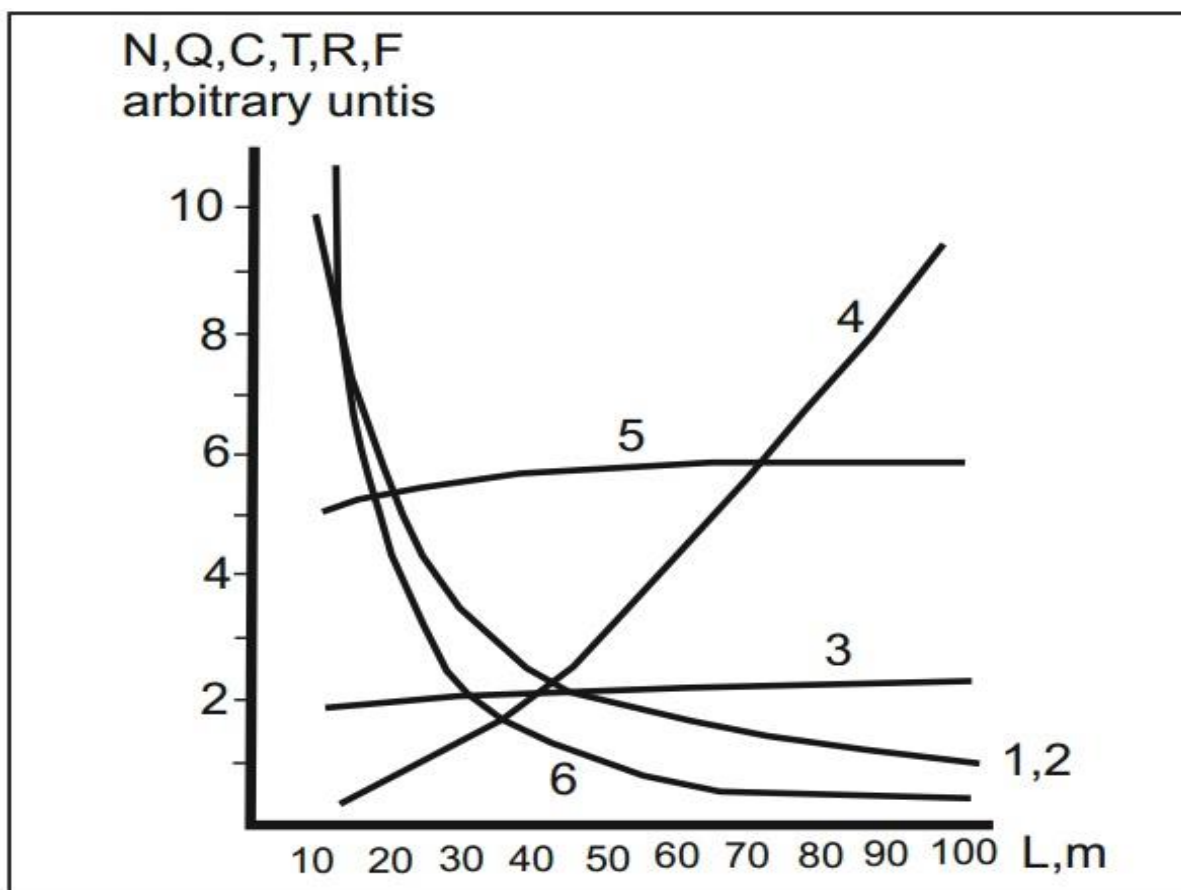


Figure – 7. Diagram of variation in ISL parameters: number of wells N (1), total flow rate of recovered solution Q (2), average uranium concentration C , in recovered solutions (3), time period of leaching T (4); specific reagent consumption R , per unit of rock mass (5) and field productivity F (6) at various distances between the well rows and equal working area.

The diagram shows that, under the given conditions, increasing the distance between the lines (the spacing between the holes in the lines remains unchanged) sharply increases the leaching time, but decreases the number of wells, the total solution flow rate and the degree of recovery from the field. With the distance between the lines increased 10-fold, the specific reagent consumption increases only by 10–20% due to the extended contact time. The average concentration of uranium in the solution changes very little (generally increases within 10%) due to added recovery from the ores not included in the reserve calculation.

Feasibility analysis of the ISL field operations indicates that the production cost varies over a wide range. With the increasing productivity in the fields using a close spaced network, the leaching time for an orebody decreases, as well as the expenditures for wages, shops and other operational costs (for instance, the cost of reagent).

From the point of view of capital cost (drilling of wells, construction of a surface processing facility) a well pattern with extended distance between the rows seems preferable. The productivity of the field would decrease drastically. The deep deposits, where the drilling expenditures for each well are high, will benefit from using a wider spaced pattern, the shallow deposits — from a closely spaced one [32].

Still, maximum productivity is not the decisive factor for choosing a closely space well network. An excessive productivity of a field may result in higher costs for the processing facility, drilling and well equipment, thus affecting the recovered metal production cost. So to make a final decision on the optimum well pattern and the sequence for leaching the orebody, one should compare feasibility studies of several alternatives.

The evaluation results are compiled in a combined table used for a large-scale economic evaluation of the alternatives (Table 19.). Then the most profitable design is chosen.

Table 17 – Main parameters of different working systems

Well network	Number of wells	Flow rate of recovery well	Total flow rate of wells	Quantity of recovery wells
1	2	3	4	5
Metal content in solutions	Time of the orebody working	Reagent consumption	Annual productivity of the facility	Production cost of recovered metal

8.3.1 Classification and description of ISL operating systems in sandstone deposits

The most complete classification of well systems for ISL (taking into account the interchange of wells and leaching sequences) was proposed by V.V. Novoseltsev.

The following major classifications are used:

- The number of injection-production well pairs in one cell and the relative position of the cells (by row for one-well arrangement, staggered for two-wells, three-wells – nrectangular, multi-well — cellular);
- The vertical position of the screened zone in relation to the ore-bearing horizon (in theore, staggered, etc.);
- Arrangement of well lines in relation to the length of the orebody (along/across the length);
- Development in leaching a wide orebody (starting from the border or from the middle).

The most important factors, determining the conditions for using the above systems, are the following:

- width of the orebody;
- thickness of the ore-bearing horizon;
- hydraulic conductivity of ores and rock in ore-bearing horizon, as well as in horizontal and vertical direction (along and across the bedding);
- morphology of the orebody in plan;
- the injection/recovery wells ratio;
- minerology of the ore and enclosing rock.

A chosen well arrangement should properly fit in the orebody contour taking into account its geological structure, it should form the flow configuration providing an ISL favourable flow mode with minimum fluid loss and the least dilution of leach solutions with natural groundwater, both from outside of the orebody contour and in the vertical direction. The system should provide a sufficient recovery and allow a

feasible ISL process control. The chosen system should provide the most profitable recovery.

8.4 Stages of designs ISL

The above features of the wellfield systems for leaching sandstone deposits by ISL should be taken into account during the design process. They can be subdivided into two stages [33].

In the first stage, using data acquired during geological exploration and ore-body evaluation, the following issues should be considered:

- choosing exploitation system for both single patterns and the entire wellfield (including the wellfield start up sequence);
- deciding on the size and spacing of the operating well patterns, based upon any of 3 or 4 variations in a feasibility study (lines and distances).

In the second stage, upon drilling the operating well patterns and obtaining additional geological and hydrological data on the depositional condition of ore bodies, decisions can be made regarding the best means for operating the individual patterns, blocks and sites. This includes establishing the pattern sizes, timing for pattern development, location of injection and recovery wells, etc.

All further activities during the operation should include an ongoing monitoring of the performance of the chosen design for acidification and exploitation. This sequence of designing and leaching ore bodies appears to be the most reasonable and efficient.

8.5 Opening up of test block

Opening up of test ISL blocks -4 by drilling and technological (extraction, injection, observation) and monitoring wells design. The tubing of well bore is performed by polyethylene or polyvinyl chloride pipes with filters at the defined interval.

After holes washing and reaching the project exploitation parameters, holes

are bound product pipelines into productive ISL formation and separation from product solution reservoir. After pipeline binding, power supply, ore mining souring of technological block is followed. Then the block is ready for exploitation after souring and solution jacking equipment installation.

Observation wells (internal and marginal) at ore, sub-ore and over-ore horizons are designed for observation of weathering solutions moving at souring and block exploitation.