

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 РАБОТА

Тема работы
Геологическая характеристика и геотехнологические особенности добычи урана методом ПСВ залежи № 3 месторождения Северный Карамурун (Южный казахстан)

УДК 622.349:622.772(574.5)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ4А	Жанибек Хасен		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ЭПР	Г. Ю. Боярко	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Н. В. Крепша	К.Г.-М.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2016 г.

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

Институт Природных ресурсов
Направление подготовки Геология
Кафедра Геоэкологии и Геохимии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Е.Г. Язиков
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ4А	Жанибек Хасен

Тема работы:

Геологическая характеристика и геотехнологические особенности добычи урана методом ПСВ залежи № 3 месторождения Северный Карамурун (Южный казахстан)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Геотехнологические особенности и условия отработки добычи урана методом ПСВ залежи № 3 месторождения Северный Карамурун

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Физико-географическая характеристика района; характеристика месторождения; геологическая характеристика месторождения; изучение геологических и геотехнологических особенностей и условия отработки месторождения.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Обзорная карта района месторождения; геологическая литолого-фациальная карта месторождения; геологический разрез продуктивного горизонта №3 участка; схем расположения технологических скважин участка №3.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	заведующий кафедрой ЭПР, д.э.н. Г. Ю. Боярко
Социальная ответственность	доцент кафедры ЭБЖ, к.г.-м.н. Крепша Н.В.

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
2ЛМ4А	Жанибек Хасен		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ4А	Жанибек Хасен

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. Расчет эксплуатационных расходов 2. Расчет сметных затрат на залежи № 3: - на геофизическое опробование разведочных скважин - на бурение 3. Расчет затрат на бурение и геофизическое опробование одной ячейки
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Сборник сметных норм на геологоразведочные работы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налоговый кодекс РК

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НИИ</i>	Оценка сметной стоимости
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Разработка этапов исследования
3. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Оценка стоимости ресурсов
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Расчет эффективности ГРР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ЭПР	Боярко Г.Ю.	д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ4А	Жанибек Хасен		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
« СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УРАНА НА
МЕСТОРОЖДЕНИИ СЕВЕРНЫЙ КАРАМУРУН (КАЗАХСТАН) »**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ4А	Жанибек Хасен

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 обработка полевых материалов, обработка поисково-оценочных, разведочных работ а также составлении геологических отчетов с подсчетом запасов при помощи оснащенный стационарным компьютером (процессор: Intel(R) Core(TM) i5-3230M CPU 2,60 GHz), Рабочее место расположено в кабинете на предприятии Карамуруне

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. Вредные факторы:
 - Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу
 - Превышение уровней шума, вибрации
 - Отклонение показателей климата на открытом воздухе
 - Недостаточная освещенность рабочей зоны
 - Отклонение параметров микроклимата в помещении
 - Степень нервно-эмоционального напряжения
 2. Опасные факторы:
 - Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)
 - Электрический ток
 - Пожарная опасность

2. Экологическая безопасность:

Воздействие объекта на:
 - Землю и земельные ресурсы
 - Лес и лесные ресурсы
 - Воду и водные ресурсы
 - Животный мир и обеспечение экологической безопасности

<p>3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>-ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделки и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации; -снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий; -сигнализация и оповещение о пожаре. -«План эвакуации людей при пожаре»; -для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями; -установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).</p>
<p>4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Обеспечение безопасности на рабочем месте: -Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ; -Расчет освещенности рабочего помещения; -организация технического надзора за грузоподъемными механизмами, сосудами и трубопроводами; -основы электробезопасности;</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Н. В. Крепша	к.г.м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ4А	Жанибек Хасен		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 108 страниц текста, 13 рисунка, 25 таблицы, 44 источников.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УРАН, СЕВЕРНЫЙ КАРАМУРУН, ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ, СКВАЖИНА, ЯЧЕЙКА, ИНФИЛЬТРАЦИЯ, РАСТВОР, ГЕОТЕХНОЛОГИЯ.

Объект исследования: Геологическая характеристика и геотехнологические условия отработки добычи урана Северный Карамурун.

Цель работы: Изучить основные геотехнологические свойства руд и геотехнологические условия на месторождения Северном Карамуруне, расчеты основных геотехнологических параметров, определить время закисления блока для гексагональной, квадратной и прямоугольной сети, определить время выщелачивания блока для гексагональной, квадратной и прямоугольной сети.

В процессе исследования проводились следующие виды работ:

- 1) анализ предыдущих исследований с целью определения положения рудовмещающие горизонты в разрезе и на Карамурунском рудном поле;
- 2) установление степени изученности и геологические характеристика и геотехнологические особенности на Карамурунском рудном поле;
- 3) выявление геотехнологические свойства (морфология, литология, вещественный состав и др.) руд месторождения Северный Карамурун;
- 4) выявление условия отработки месторождения участка № 3 по расчетам время закисления и время выщелачивания ячейки;

В результате исследования определены геотехнологические особенности и рентабельные условия отработки месторождения.

Область применения. Результаты работы могут быть применены при планировании работ по добыче трудноизвлекаемых запасов – урана на месторождении Северном Карамуруне.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Характеристика района месторождения	12
1.1 Физико-географическая характеристика района работ	12
1.2 Краткая геологическая история Карамурунского рудного поля	16
2 Геологическая характеристика Карамурунского рудного поля	18
2.1 Геологическая характеристика месторождения Северный Карамурун	20
2.2 Тектоника	21
3 Основные геотехнологические свойства руд и геотехнологические условия месторождения Северный Карамурун	24
3.1 Литологический состав руд.	24
3.2 Морфология уранового оруденения.	25
3.3 Вещественный состав руд	27
3.4. Характеристика рудных залежей	29
3.5. Гидрогеологическая характеристика месторождения	31
4 Геотехнологические особенности и условия отработки месторождения	40
4.1. Геотехнологическая классификация месторождения Северный Карамурун	41
4.2. Геотехнологические свойства руд участка № 3	42
4.3 Оптимальная схема расположения технологических скважин	43
4.4. Расчет оптимального радиуса ячейки	45
4.5. Расчет время закисления и время выщелачивания ячейки	48
4.5.1. Расчет время закисления ячейки и время выщелачивания ячейки или блока для гексагональной сети	48
4.5.2. Расчет время закисления и время выщелачивания ячейки или блока для квадратной схемы вскрытия	50
4.4.3. Расчет время закисления и время выщелачивания ячейки или блока для рядной схемы вскрытия	52
5 In situ leach (ISL) mining of uranium	56
5.1 In situ leach wellfield	57
5.2 Uranium recovery	59
5.3 Formation of ore basis for uranium industry in kazakhstan	61
5.3.1 In situ leaching (ISL) method	63
5.3.2 Mining production	64
5.3.3 Estimation of environmental impact of the ISL uranium extraction in Kazakhstan	65
5.4. Future of the uranium production in kazakhstan	67
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	68
6.1. Техничко-экономическая часть	68
6.2. Организация труда и управление производством	76
6.3. Расчет капитальных затрат на залежи № 3. Определение себестоимости продукции	77

6.4. Определение себестоимости продукции на № 3 блоке	79
7. Социальная ответственность при разработке урана на месторождении северный Карамурун (Казахстан)	81
7.1. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)	94
7.2. Экологическая безопасность	100
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	101
7.4 Законодательное регулирование при работах, профессионально связанных с эксплуатацией персонального компьютера	102
Заключение	105
Список использованной литературы	106

Введение

В основу проекта положены результаты поисково-разведочных работ Краснохолмского производственно-геологического объединения, полученные по северо-западному обрамлению хребта Большой Каратау за период 1973-1981гг. В итоге этих работ был выявлен ряд крупных однотипных месторождений урана – Северный Карамурун, Южный Карамурун, Ирколь и Хорасан, расположенные на площади в 2000 км², определившиеся как единое рудное поле. По запасам урана Карамурунское рудное поле является одним из наиболее крупных в Сырдарьинской и Кызылкумской урановорудных провинциях.

Целью данной работы является которые предполагается решить мной в ходе исследования сводятся к следующему:

- исследовать геологическое строение месторождения Северный Карамурун
- изучить основные геотехнологические свойства руд и геотехнологические условия на месторождения Северном Карамуруне
- определить геотехнологическую классификацию пластово-инфильтрационных месторождения на Северном Карамуруне № 3 залеже
- расчеты основных геотехнологических параметров
- определить оптимальный радиус для гексагональной, квадратной и прямоугольной ячейки
- определить время закисления блока для гексагональной, квадратной и прямоугольной сети
- определить время выщелачивания блока для гексагональной, квадратной и прямоугольной сети.

Все рудные объекты Карамурунского рудного поля относятся к широко проявленному в Средней Азии учкудукскому типу инфильтрационных месторождений и локализуются в песчаных водоносных высоконапорных горизонтах верхнемеловой толщи. Гидрогеологические и инженерно-

геологические условия месторождений делают рентабельной их отработку только способом подземного выщелачивания. Поэтому на всех этапах изучение месторождения проводилось применительно к этому способу отработки. Северный Карамурун является самым крупным месторождением Карамурунского рудного поля.

1 Характеристика района месторождения

1.1 Физико-географическая характеристика района работ

Карамурунское рудное поле, включающее месторождения Северный Карамурун, Южный Карамурун, Ирколь и Хорасан, занимают площадь около 8000 кв. км. В нижнем течении р. Сырдарья близ юго-западных отрогов (горы Карамурун, Чаулинчи) хребта Большой Каратау.

Административно территория Карамурунского рудного поля принадлежит Шиелійскому и Жанакорганскому районам Кызылординской области Республики Казахстана. Наиболее крупными населенными пунктами на площади рудного поля являются районные центры и железнодорожные станции Шиели и Жанакорган, через которые проходят железнодорожная магистраль. Население Шиелійского и Жанакорганского районов составляет 110 тысяч человек и сосредоточено в основном на площади Карамурунского рудного поля.

В орографическом отношении Карамурунское рудное поле представляет собой обширную предгорную равнину с аккумулятивным рельефом, примыкающему к горному сооружению Большого Каратау. С юго-востока на северо-запад ее пересекает река Сырдарья. Поверхность равнины сложена в основном суглинистыми и песчаными грунтами. В пойме Сырдарьи преобладают лессовидные наносы. Наиболее возвышенные участки сложены песчаными грунтами и представляют собой барханы. В горах Большого Каратау грунты скальные и каменистые. Абсолютные отметки поверхности в пределах Карамурунского рудного поля лежат в пределах +170, +175 м. на юго-востоке и +150, +160 м на северо-западе, составляя в районе месторождения Северный Карамурун от +152 до +156 м. Вся северная часть площади месторождения занята инженерно-подготовленными землями под возделывания риса.

Река Сырдарья, пересекающая площадь Карамурунского рудного поля, имеет ширину русла от 100 до 370 м и глубину 0,8-3,1 м. Скорость течения в

межень 0,8 м/сек, в половодье 1,7 м/сек. Половодье длится с апреля по август, межень – с сентября по март. Основное русло сопровождается многочисленными старицами, протоками и озерами. Месторождение Северный Карамурун располагается на ее правом (восточном) берегу в 15 км от русла, Ирколь – непосредственно в пойме, протягиваясь с правого берега на левый. Сырдарья разделяет единую рудоносную полосу месторождений Северный Карамурун и Хорасан. Они расположены на правом и левом берегах реки и удаляются от нее на 10 –25 км.

Климат района резко континентальный с большими колебаниями в сезонах и суточных температур воздуха, малым количеством осадков – около 120 мм за год на равнине и 200мм в горах.

Зима (декабрь-февраль) мягкая, малоснежная. Температура воздуха днем –30 , -80 С, ночью –120, -180С (минимум –360С). Грунт промерзает на глубину до 1 м.

Лето (май-сентябрь) сухое и жаркое с ясной солнечной погодой. Температура воздуха днем 22-32 0 (максимум + 420С), ночью 12-170С.

Основное количество осадков за год выпадает весной и осенью. Ветры зимой и весной преимущественно северные, северо-восточные и восточные. Летом и осенью преобладают ветры западные и юго-западные. Преобладающая скорость ветра 3-4 м/сек. Наиболее сильные и устойчивые ветры наблюдаются в осенний и весенний периоды. Скорость их достигает 15 м/сек. и, в исключительных случаях , до 25 м/сек.

Растительность выражена саксаулом, также развита луговая растительность, камыш, тамариск.

Убогая флора и суровость климата определили своеобразие животного мира. Крупные млекопитающие представлены сайгаками, джейранами, кабанами, мелкие – грызунами: сусликами, тушканчиками, песчанками, земляными зайцами. Из хищников встречаются волк, лиса, корсак.

На площади месторождений Северный Карамурун и Южный Карамурун развита густая сеть поливных и дренажных каналов.

Потребность в питьевой и технической воде по району рудного поля до настоящего времени удовлетворяется, в основном, за счет подземных вод сенонского водоносного комплекса, грунтовых вод верхнеплиоцен-четвертичного водоносного горизонта и вод реки Сырдарья.

Основу экономики района составляет сельское хозяйство. Ведущим отраслями являются рисоводство и каракулеводное овцеводство.

Месторождения Северный Карамурун, Южный Карамурун и Ирколь удалены от железнодорожной станции Шиели соответственно на 12, 18 и 25 км месторождение Харасан удалено от станции Шиели на расстоянии около 60 км и расположено ближе к железнодорожной станции Жанакорган в 30-35 км.

Все населенные пункты соединены друг с другом и основной автомагистралью либо асфальто-битумными, гравийными дорогами. На площади Карамурунского рудного поля развита довольно густая сеть грунтовых дорог. Проходимость их различна на различных участках и в разные периоды года. Участки дорог, сложенные суглинистыми и лессовидными грунтами, хорошо проходимы в летнее время для всех видов транспорта. В осеннее и весеннее время их проходимость ухудшается.

На месторождении Северный Карамурун имеется густая сеть дорог с гравийным покрытием и бетонными мостами через каналы, являющихся составной частью инженерной подготовки рисовых полей.

Энергообеспечение Шиелийского и Жанакорганского районов осуществляется от ЛЭП-220, включенной в энергетическое кольцо Южного Казахстана.

Из местных строительных материалов известно Шиелийское месторождение строительного камня (известняки), расположенное в 28 км. к северо-востоку от поселка Шиели в горах Большой Каратау.

Началом промышленного освоения района Карамурунского рудного поля можно считать развернувшиеся на месторождении Северный Карамурун

опытно-промышленные работы по добыче урана, проведенными Ленинадским горнохимическим комбинатом.

1.2 Краткая геологическая история Карамурунского рудного поля

Планомерные геологические исследования в районе начались в 20-х годах прошлого столетия, но до 50-х годов охватили преимущественно горные сооружения хребта Большой Каратау. Первые геологические сведения по осадочному чехлу нижнего течения реки Сырдарьи и Северным Кызылкумам были получены в результате региональных поисков нефти и газа и, в меньшей степени, при решении вопросов технического и питьевого водоснабжения.

Изучение ураноносности района началось в 1942 году выявлением и оценкой радиоактивных проявлений в кембрийских ванадиеносных сланцах хребта Каратау. На протяжении 40-х и 50-х годов здесь был выполнен объем специализированных исследований, показавших, однако, что из-за низкого содержания урана (в среднем около 0,01%) ванадиеносные сланцы не могут являться промышленным его источником.

Планомерные поиски промышленных месторождений урана гидрогенного типа в отложениях осадочного обрамления хребта Большой Каратау были начаты в 1961 г. На протяжении 1961-1963 гг. они проводились Волковской экспедицией. При этом поисками масштаба 1:200000 и 1:100000 была охвачена площадь, лежащая к юго-западу от хребта Большой Каратау. Основное внимание уделялось песчаным отложениям эоцена, в которых было установлено развитие зон пластового окисления. На отдельных участках выклинивание этих зон было установлено урановое оруденение (рудопроявления Кызылколь и Кошкурган), не получившие положительной оценки. В 1963 г. партией № 27 Волковской экспедиций в двух скважинах поискового профиля на северо-западном обрамлении хребта Большой Каратау была зафиксирована повышенная радиоактивность (Даутская аномалия). Однако, вследствие убогих содержаний урана на выявленных объектах и сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условий,

исключавших возможность отработки единственным известным в то время горным способом, дальнейшие работы Волковской экспедиции в этом районе были прекращены.

Инициатива возобновления поисково-разведочных работ на уран в обрамлении хребта Большой Каратау, в связи с зарождением нового прогрессивного способа отработки подземным выщелачиванием, принадлежит Краснохолмской экспедиции (Н.Н.Муромцев, В.Г.Тараборин, Т.Я.Демина).

Эти работы были возобновлены в 1967 году специально организованной партией № 23 Краснохолмской экспедиции, и ориентированы, в первую очередь, на изучение верхнемеловых отложений, наиболее продуктивных в пределах смежной Центрально-Кызылкумской провинции. В течение 1968-70 г. поисковым бурением масштаба 1:200000 (сеть 12,8x6,4-0,2 км) была покрыта площадь северо-западного обрамления Большого Каратау (Даутская аномалия). Причем, площадь, расположенная к югу от нее, включающая Карамурунское рудное поле, выделена в качестве наиболее перспективного участка.

Поисковые работы 1971 г., проводившиеся по проекту, составленному специалистами партии №23, в 1972 году привели к открытию месторождения Северный Карамурун. В том же году сотрудниками Краснохолмской экспедиции было высказано предположение о крупных масштабах этого месторождения, полностью подтвердившиеся при дальнейших работах.

Все месторождения Карамурунского рудного поля залегают на глубинах 500 и более метров в пластах с высокими напорами подземных вод. Опыт эксплуатации месторождения подземным выщелачиванием в таких условиях в середине 70-х годов не существовало. Поэтому задача оценки возможности рентабельной отработки месторождения методом подземного выщелачивания при глубинах более 500 метров приобретала определяющее значение, которое решено было проводить по многоскважинной схеме, ранее апробированной на урановых месторождениях Кызылкумов. Данные схемы применяются на данный момент.

2 Геологическая характеристика Карамурунского рудного поля

Рассматриваемый район расположен вблизи северо-западного периклинального замыкания горстантиклинали Большого Каратау, на сочленении ее юго-западного крыла с крупной Сырдарьинской впадиной.

В строении района принимают участие два структурных этажа:

1. Сильно метаморфизованный и дислоцированный фундамент, сложенный протерозойскими и палеозойскими образованиями.

2. Слабо дислоцированный чехол, сложенный осадочными отложениями верхнего мела, палеогена, неогена и четвертичными.

В свою очередь верхний структурный этаж разделяется на два подэтажа. Нижний представлен платформенными, полого залегающими осадками верхнемелового, палеогенового и миоценового возраста. Верхний представлен практически горизонтально залегающим верхнеплиоцен-четвертичными отложениями.

Основное внимание при изучении района обращалось на мезокайнозойские отложения и, в первую очередь, на верхнемеловые. Домезозойские образования, участвующие в строении горного сооружения Большого Каратау и фундамента, партией специально не изучалось.

В геолого-структурном отношении хребет относится к складчатым сооружениям Северного Тянь-Шаня и представляет собой сложно построенный антиклинорий, длительное формирование структур которого завершилось в герцинское время.

Он сложен комплексом докембрийских и палеозойских осадочно-метаморфических пород и характеризуется сложным внутренним строением. Наиболее древние карбонатные и вулканогенные формации верхнего протерозоя слагают узкие тектонические блоки в зоне Главного Карамурунского разлома. В северо-западном Каратау, прилегающим непосредственно к Карамурунскому рудному полю, развиты, в основном, терригенные и карбонатно-терригенные формации. Они характеризуются

региональным распространением горизонта углеродисто-кремнистых и углеродисто-глинистых сланцев среднего-верхнего кембрия, сингенетично обогащенных ураном, ванадием и молибденом. Большая часть территории сложена пестроцветными молассами девона и карбонатными осадками верхнего девона – нижнего карбона. Интрузивный магматизм проявлен в Большом Каратау слабо.

Длительная история формирования складчатых структур района определила их сложность и разнообразие. Для районов развития нижнепалеозойских образований характерна многопорядковая складчатость, осложненная надвиговыми зонами.

Район развития карбонатных толщ девона и карбона характеризуется развитием брахиформных складок, также осложненных надвиговыми зонами.

Металлогенический облик домезозойских образований определяется наличием двух развитых в районе формаций: нижнепалеозойской углеродисто-кремнистой с ванадием, молибденом, ураном и верхнепалеозойской со стратиформным полиметаллическим оруденением.

На протяжении перми, триаса и юры хребет Большой Каратау вместе с прилегающей частью Сырдарьинской депрессии представлял собой обширное сводовое поднятие и являлся областью корообразования и денудации. Несмотря на длительный перерыв в осадконакоплении, коры выветривания по породам фундамента развиты относительно слабо. Чаще всего проявлены маломощные (первые метры) зоны дезинтеграции пород. Отдельные фрагменты кор выветривания сохраняются в локальных углублениях фундамента. Формирование современной структуры хребта Большой Каратау завершилось в нетектонический этап.

2.1 Геологическая характеристика месторождения Северный Карамурун

Месторождение Северный Карамурун расположено в центральной части Карамурунского рудного поля и по своим масштабам является самым крупным объектом. В то же время оно является довольно компактным образованием, и вписывается в прямоугольник 7,0 на 3,0 км. В плане рудоносная полоса месторождения имеет N-образную форму, повторяющую конфигурацию зоны полного окисления отложений кампана. Ширина рудоносной полосы меняется от 100-150 м до 450-650 м.

Разрез отложений осадочного чехла на месторождении Северный Карамурун не имеет существенных отличий от разреза рудного. На большей части месторождения вскрываются все стратиграфические подразделения, описанные в разделе «Геологическая характеристика Карамурунского рудного поля».

Залегание осадочного чехла на породах фундамента в пределах месторождения определяется его положением в северо-западном крыле Карамурунского прогиба, вблизи замыкания последнего. Углы падения рыхлых отложений в большинстве случаев не превышают 1 градуса и только на севере, вблизи Чилийского разлома, достигают 2 градусов. Падение пород южное. Разрывных нарушений в пределах рудоносной полосы месторождения не установлено.

Пространственно месторождение Северный Карамурун тяготеет к флексурно-разрывным зонам, установленным в фундаменте по данным геофизических работ и подтвержденными данными бурения структурных скважин. Они проявлены в виде линейно вытянутых зон разуплотнения фундамента и представляют собой долгоживущие разломы северо-западного направления. Эти разломы по отношению к верхнемеловой толще носят конседиментационный характер и определяют упомянутое выше резкое увеличение ее мощности к западу от месторождения. В глинисто-алевритистых породах чехла выделенные зоны сопровождаются повышенной

трещиноватостью без признаков разрыва и смещения пластов. В керне скважин в алевроито-глинистых породах они фиксируются и заглинизированными трещинами и зеркалами скольжения.

В фундаменте по зонам разуплотнения развиваются линейно-вытянутые углубления, выполненные глинистым, существенно, каолиновым материалом с небольшим количеством обломочных образований. Глубина таких углублений, превышает 270 м. Ширина зон разуплотнения от 600 до 2000 м.

В приводимых ниже разделах настоящей главы, на основе материалов детальной разведки, охарактеризованы рудовмещающие отложения, морфология рудоконтролирующих зон окисления, уранового и селенового рудообразования, минералого-геохимические, радиологические особенности и генезис месторождения.

2.2 Тектоника

В региональном плане район Карамурунского рудного поля расположен в краевой части Тянь-Шаньской орогенной области на замыкании крупной Каратауской палеозойской складчатой зоны северо-западного ($320-325^{\circ}$) простирания. Современный структурный план описываемой территории является результатом проявления предверхнеплиоценового и четвертичного этапов тектонических движений.

Основной структурой региона является горстантиклинорий хребта Большой Каратау, юго-западная часть которого взброшена по главному Каратаускому разлому более чем на 1 км и осложняясь серией относительно малоамплитудных разломов (до 100 м), полого погружается в Сырдарьинскую депрессию. Главный Каратауский разлом, ориентированный в северо-западном направлении ($320-325^{\circ}$), прослеживается на сотни километров и имеет крутое падение ($65-85^{\circ}$) на юго-запад. Разлом глубинного заложения, долгоживущий, подвергался неоднократным подновлениями, продолжающимися и в настоящее время.

Юго-западное крыло Каратауского поднятия в пределах площади работ, осложнено серией структур второго и третьего порядка, большинство которых имеет северо-восточное направление. Наиболее крупными из них являются Карамурунский вал, Жанакорганский выступ и разделяющий их Карамурунский прогиб.

Карамурунский вал ориентирован вкrest простирания Большого Каратау и имеет погребенное продолжение от палеозойских поднятий (горы Карамурун и Чаулинчи) на юго-запад на протяжении более 30 км. В сводной части вала палеогеновые отложения полностью эродированы и под верхнеплиоцен-четвертичные осадки выведены породы верхнего мела. Северо-западный и юго-восточный склоны Карамурунского вала ограничены системами поперечных северо-восточных разломов. Наиболее крупными из них, в пределах юго-восточного склона, являются серия Алгабасских разломов, Иркольский и Чаулинчинский разломы с амплитудой вертикального смещения по фундаменту до 300 м. По верхним горизонтам чехла амплитуда смещения заметно уменьшается за счет развития в них в зоне этого разлома флексурного перегиба.

Жанакурганский выступ расположен к юго-востоку от Карамурунского вала и отделен от последнего одноименным прогибом. Структура эта слабо выражена, с углами падения пород на крыльях $1,0^{\circ}$ - $1,5^{\circ}$ и состоит из ряда локальных поднятий и прогибов более высокого порядка, имеющих северо-западное (каратауское) простирание составляющих его элементов (группа Харасанских понятий, Харасанский прогиб и др.).

Карамурунский прогиб представляет собой в целом опущенный тектонический блок, разделяющийся на две части; глубоко погруженную западную и относительно приподнятую восточную. В западной части, вверху разреза, проявляются миоценовые отложения, а кровля мелового отдела вскрывается на отметке 350-400 м. В восточной части – кровля мелового отдела залегает на отметке 100-150 м. Разделяются эти две части широкой флексурой северо-северо-западного простирания и совпадают с выделенной

геофизическими работами Харасанской и Карамурунской тектоническими зонами в фундаменте. По данным бурения вдоль этих зон в фундаменте развиты линейно-вытянутые впадины, заполненные глинистыми, каолиновыми образованиями, представляющими собой переотложенную кору выветривания мощностью 270 м. В чехле выделенные зоны сопровождаются повышенной трещиноватостью без признаков разрыва и зеркалами скольжения в керне скважин.

Аналогичные зоны устанавливаются как в восточной части Карамурунского рудного поля, так и в западной.

К востоку от Харасанской флексуры выявлен ряд субпараллельных разрывных нарушений северо-западного простирания. Наиболее крупное из них получило название Чиилийского разлома. На площади Карамурунского рудного поля смещение осадков чехла не превышает первых десятков метров.

Кроме описанных разломов северо-западного простирания (Каратауское направление), по времени заложения являющихся наиболее древними (герцинскими) и долгоживущими, по данным геофизических исследований отмечаются разломы северо-восточного простирания, связываемые с альпийским этапом тектонической деятельности и во многом определившие современный структурный план района.

Урановые месторождения Карамурунского рудного поля в целом тяготеют к структуре Карамурунского прогиба, хотя месторождение Хорасан располагается в сопредельной части Яны-Курганского выступа. Обращает на себя внимание отчетливая пространственная связь месторождений с зонами разрывных нарушений фундамента. Так, Северный Карамурун и Хорасан проектируются на Карамурунскую зону разломов северо-западного направления, месторождение Ирколь на систему северо-восточных нарушений Иркольского разлома.

3 Основные геотехнологические свойства руд и геотехнологические условия месторождения Северный Карамурун

3.1 Литологический состав руд

В пределах Карамурунского рудного поля локализуются в двух основных рудовмещающих горизонтах – кампанском и верхнетурон-коньякском. Морфология рудных залежей находится в соответствии с особенностями строения и пространственным положением области выклинивания зон пластового окисления. В геохимически и литологически однородных песчаных отложениях характерно образование рудных тел, имеющих форму классического ролла.

На Карамурунском рудном поле, с неоднородным как по литологии, так и по восстановительным свойствам разрезом рудовмещающих горизонтов, роллы правильной формы встречаются редко. Обычно не все элементы ролла проявлены полностью. Чаще всего не выдержаны крылья роллов, в особенности для уранового оруденения. Мощности уранового и селенового оруденения в крыльях обычно составляют 0.1-2м, реже 4 и более метров.

Отложения каньякского яруса в западной половине Карамурунского рудного поля представлены в основном песками различной зернистости, с преобладанием крупно и грубо-зернистых, гравелитами и галечниками. Алевролиты, алевритистые глины и песчаники в разрезе песчаной части каньякского яруса имеют подчиненное значения.

Грубозернистые отложения, в том числе и пески, имеют очень плохую сортировку и самую различную степень окатанности. Наряду с окатанной галькой и зернами, в породах значительную роль играют слабоокатанные и угловатые образования. Причем последние, на отдельных участках, преобладают в разрезе.

В проницаемой части разреза коньякских отложениях литологические разности обломочных пород (гравелиты, галечники, грубо- и крупнозернистые

пески) самостоятельно встречаются редко и, как правило, находятся в смеси в различных сочетаниях.

Мощности коньякского яруса на Карамурунском рудном поле колеблются в пределах 30-70 м.

Кампанский ярус (K₂cp). Эти отложения являются рудовмещающим на месторождениях Северный Карамурун, Южный Карамурун и Харасан. В разрезе кампанского яруса Карамурунского рудного поля четко выделяются два подгоризонта, являющихся самостоятельными ритмами осадконакопления.

В верхней части проницаемых отложений чаще всего преобладают мелко-тонкозернистые и средне-мелкозернистые пески. В толще песков верхнего кампана часто встречаются прослой серых алевролитов и глинистых песчаников, а также песков, обогащенных окатышами алевролитов и глинистых песчаников, на мощность от первых сантиметров до нескольких метров. По простиранию они прослеживаются не более чем на 100-200 м.

3.2 Морфология уранового оруденения

Морфология уранового рудообразования, как в плане, так и в разрезе, неразрывно связана со строением области выклинивания зоны пластового окисления, так как рудообразование и зона пластового окисления являются членами единой окислительно-восстановительной зональности. Кроме того, на морфологию уранового и селенового рудообразования и их взаимоотношения большое влияние оказывают геохимические условия рудовмещающих отложений.

Основной формой урановых и селеновых рудных тел месторождения Северный Карамурун является ролл. Однако в изменчивой литолого-геохимической обстановке месторождения классические полные роллы, как правило, не образуются. Фактически наблюдаемые формы обособленных скоплений руд обоих элементов лишь приближенно отвечает неполным, сложным роллам, с отсутствием одного или обоих крыльев, а иногда – мешковой части.

Урановое рудообразование, как правило, локализуется в не окисленных породах, обладающих достаточно высокими восстановительными свойствами. Осаждение селена в целом происходит в менее восстановленной обстановке. Поэтому селеновое обычно смещено в сторону окисленных пород по отношению к урановому в плане и разрезе и часть его локализуется в зоне пластового окисления. В мешковых частях рудных тел, контролируемых границей выклинивания зон окисления, наблюдается частичное наложение селенового рудообразования на урановое, за счет приноса урана и селена в результате поступательного движения зоны пластового окисления и разрушения крыльевых частей роллов. На взаимоотношения урана и селена существенное влияние оказывают, кроме того, восстановительные свойства разреза.

Наиболее благоприятными для накопления урана являются пески, содержащие алевролитовый материал в количестве до 15-20%. Селен менее требователен к восстановительным свойствам пород. Поэтому, при продвижении зоны пластового окисления в неоднородном по своим литолого-геохимическим свойствам разрезе, возникают самые разнообразные сочетания обстановок, влияющих на осаждение урана и селена, в каждом конкретном случае.

В верхнем подгоризонте кампанского яруса урановые и селеновые руды контролируются единой зоной пластового окисления и локализуются в области ее выклинивания, здесь заключено соответственно 85,6 и 92,2% балансовых запасов урана и селена месторождения.

На северном фланге месторождения в общем плане рудоносная полоса с юго-востока ограничена зоной полного окисления. На северо-западе она в целом повторяет границу выклинивания зоны пластового окисления. Таким образом, морфология рудоносной полосы находится в соответствии с крупными элементами строения зоны пластового окисления. Рудные тела, контролируемые ступенчато построенной зоной пластового окисления, образуют в ее подошве выдержанный по площади рудный пласт или

своеобразную платформу на которую, в соответствии с условиями, надстраивается рудообразование, лежащее выше по разрезу. В то же время сложное строение области выклинивания, проявленное в виде локальных языков на нескольких уровнях, определило высокую рудонасыщенность отдельных участков рудоносной полосы.

Несмотря на сложную в деталях морфологию уранового и селенового рудообразования, оно в целом облекает подошву зоны пластового окисления и образует крупно сложно построенные залежи.

В целом, месторождения Северный Карамурун характеризуется мощностями уранового и селенового рудообразования 1-10 м, содержаниями обоих элементов на уровне 0,020-0,080% и удельной продуктивностью 0,7-32 кг/м² для урана и 0,5-41 кг/м² для селена.

3.3 Вещественный состав руд

На месторождении встречаются урановые, селеновые и смешанные уран-селеновые руды. Последний тип встречается редко и существенной роли в запасах каждого элемента не играет. Бедные и рядовые урановые руды визуально не фиксируются и устанавливаются опробованием. Руды с содержанием урана более 0,1 % отличаются от рудовмещающих пород по более темной окраске, обусловленной концентрацией в них порошковатых скоплений коффинита и настурана

По гранулометрическому составу урановые руды относятся к средне- и мелкозернистым.

Урановая минерализация в рудах присутствует в тонкодисперсной минералогически недиагностируемой форме, в виде новообразованных урановых минералов, терригенных урановых и урансодержащих минералов и урансодержащего органического вещества. Распределяется она в основной части песчаных руд.

Основной минеральной формой урана является коффинит, реже диагностируются настуран и урановая чернь. До 3-5 % урана присутствует во

вторичных урановых минералах, в сорбированном состоянии в урансодержащих обломочных зернах, титановых минералах, глинистым веществе и растительной органике.

Характерной особенностью в распределении урановой минерализации является ее тесная связь с дисульфидами железа и углефицированным растительным детритом.

Текстуры руд вкрапленные, пятнистовкрапленные и полосчато-вкрапленные, обусловленные распределением глинистого вещества в рудоносных песках и песчаниках. Для песков с повышенным содержанием алевролит-глинистого материала характерны пятнисто-гнездовые текстуры, обусловленные приуроченностью урановой минерализации к гнездам песка.

Селеновая минерализация концентрируется в серо-цветных и лимонитизированных породах. По гранулометрическому составу песчаные селеновые руды аналогичны урановым.

Основной минеральной формой нахождения селена как в сероцветных, так и лимонитизированных породах, является самородный гамма-селен.

Часть селена связана с селено-содержащими гидроксилами железа и глинистыми минералами и находятся в сорбированном состоянии.

В малых количествах встречаются селениды свинца, никеля, кобальта и ферроселит.

Коффинит является основным минералом урановых руд. Встречается в виде микрокристаллических и коломорфных выделений в цементе пород. Под электронным микроскопом имеет вид столбчатых, веретенообразных и желудеобразных кристаллов на поверхности зерен кварца и других породообразующих минералов.

Настуран устанавливается в виде скрытокристаллических масс черного цвета, почковидных образований и глобулей размером в доли микрона до 1-5 микрон, располагающихся на зернах кварца, хлорита, полевых шпатов, на глинистых минералах и в цементе пород.

Самородный гамма-селен является основным минералом селеновых руд и представлен мелкими тонкоигольчатыми кристаллами, их сростками, сплошными массами и сферолитами, состоящими из спутано-волокнистых и радиально-лучистых агрегатов.

Таблица 1 – Химический состав руд

Содержание в %										
MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Fe O	Na ₂ O
0,21	6,51	88,12	0,02	1,88	0,17	0,17	1,02	1,7	0,00	0,56

Таблица 2 – Минералогический состав рудных песков

Растворимость в кислотах	Минералы	Весовые %
Нерастворимые	Кварц	72,03
	Акцессории	0,11
	Обломки кремнистых пород	6,78
	ИТОГО:	78,92
Труднорастворимые	Полевые шпаты	12,87
	Мусковит	0,11
	каолинит	3,29
	Гидрослюды	0,98
	Монтмориллинит	2,73
	Органическое вещество	0,07
	ИТОГО:	20,05
Растворимые	Настуран	0,02
	Коффинит	0,05
	Карбонаты	0,24
	Лимонит	знаки
	Биотит	0,02
	Сульфиды	0,7
	ИТОГО:	1,03
	ВСЕГО:	100,00

Внутри продуктивного раствора встречаются линзы непроницаемых пород: алевриты, песчаники и глины, мощностью от 0,2 до 2,0 м.

3.4 Характеристика рудных залежей

Для месторождения Северный Карамурун характерны пластообразные залежи урановых и селеновых руд. Учитывая способ отработки месторождения, урановые и селеновые руды по проницаемости подразделены на два типа. Руды в песках с содержанием суммы глинисто-алевритистых частицы до 20 %

считаются технологичными для отработки способом подземного выщелачивания. Руды, в которых этот показатель превышен, отнесены к технологически забалансовым. Основная масса запасов урана и селена месторождения представлена первым типам руд. Крупных тел эти руды не образуют. Обычно это линзы мощностью до 1-2 м.

Залежь урановых руд расположена на южном фланге месторождения. В ней сосредоточено 6,3 % балансовых запасов урана месторождения.

В плане морфология залежи довольно сложна. Она состоит из сочленяющихся друг с другом трех полос северо-западного простирания. Протяженность залежи 1650 м, наибольшая ширина 500 м, ширина отдельных полос в юго-восточной части залежи 25-300 м.

Забалансовые урановые руды установлены в виде прерывистой каймы шириной до 100 м по северному и юго-западному краям залежи. Залежь в общем плане погружается с северо-востока на юго-запад. Глубина залегания руд лежат в пределах 535-564 м.

В разрезе, в контурах продуктивной пачки, залежь имеет волнистую пластообразную форму. Наибольшие мощности продуктивной пачки наблюдается по северо-восточному краю залежи и достигают 15,9-31,7 м. К юго-западу мощность продуктивной пачки сокращается до 2,2-3,1 м.

Внутреннее строение залежи состоит из пластообразных рудных тел, являющихся крыльевыми и мешковыми элементами роллов в кровле сложно построенной зоны пластового окисления. Суммарная мощность руды в контурах балансового рудообразования по отдельным пересечениям колеблется в пределах 0,9-11,60 м. при содержаниях 0,014-0,559 %.

Удельная продуктивность по залежи колеблется от 0,7-2,4 до 6,4-60 кг/м². Коэффициент рудоносности залежи равен 0,92.

Среднее содержание углекислоты по пескам рудовмещающего горизонта составляет 0,41 %, а в объеме залежи - 0,36 %, при колебаниях по отдельным пересечениям от 0,04 до 1,20 %. Коэффициент фильтрации отложений рудовмещающего горизонта равен 10,8 м/сутки.

3.5 Гидрогеологическая характеристика месторождения

Площадь месторождения северный Карамурун в гидрогеологическом отношении входит в состав Среднесырдарьинского равнинного бассейна, являющегося северным крылом крупного Сырдарьинского артезианского бассейна первого порядка.

В строении разреза месторождения принимают участие три гидрогеологических этажа:

- верхний этаж - верхнеплиоценчетвертичный, состоящий из четвертичного и верхнеплиоценового водоносных горизонтов;

- средний этаж - мезозойский-палеогеновый, состоящий из кампан маастрихтского (карамурунского), сантонского, верхнетурон-коньякского и сеноманского водоносных горизонтов;

- нижний этаж - палеозойский, связанный с корой выветривания поверхности фундамента и тектоническими зонами разломов, который в разделе, по причине его малой значимости в ПВ не рассматривается.

Все горизонты мела, включая рудовмещающий верхнетурон-коньякский, объединены в верхнемеловой водоносный комплекс. Незначительная разница в напорах (0,5-1,0м) и сходный химический состав вод в водоносных горизонтах комплекса. В составе верхнего гидрогеологического этажа выделяются два водоносных комплекса. К первому относится комплекс поровых грунтовых вод неогеновых и четвертичных отложений, ко второму – комплекс напорных поровых пластиковых вод верхнемеловых и палеоцен-эоценовых образований свидетельствует об общности условий их формирования и близости очагов разгрузки. Это позволяет рассматривать гидродинамический план комплекса как общий для каждого слагающего его горизонта. Движение подземных вод комплекса на площади месторождения происходят в западном и северо-западном направлении с малыми уклонами пьезометрической поверхности (0,001-0,0002). Питание водоносного комплекса происходит за пределами рудной площади, а частичная разгрузка подземных вод осуществляется в 1,5-5 км к северо-западу от месторождения Карамурун в

своде антиклинали, где водоносные горизонты мела находятся в контакте с верхнеплиоценовым или четвертичным горизонтом, здесь происходит вертикальное перетекание из нижележащих водоносных горизонтов в вышележащие. При этом активная гидравлическая связь существует только на участках отсутствия водоупорных глинистых отложений в подошве четвертичного и верхнеплиоценового горизонта.

Рудовмещающим на месторождении является Верхнесенонский водоносный горизонт. Нижележащие сеноманский и палеозойский водоносные горизонты отделены на месторождении от рудовмещающего горизонта регионально выдержанным водоупором (глины и алевролиты нижнего турона мощностью 40-65 м) на обводнение рудных залежей влияния не оказывают и поэтому не рассматриваются.

К надрудным водоносным горизонтам относятся: четвертично-верхнеплиоценовый, кампан-маастрихтский и сантонский. На рудной площади они отделены от рудовмещающего выдержанными водоупорами и непосредственно на обводненность рудных залежей влияния не оказывают. Их влияние сказывается в основном при сооружении технологических и других скважин, требуя специальных режимов проходки по водоносным породам и обязательной гидроизоляции.

В разрезе надрудной толщи выделяются 2 региональных водоупора: коньякский - алевролитовый, мощностью 5-15 м, датэоцен-миоценовый - преимущественно глинистый, мощностью до 300 м.

По стратиграфической принадлежности, литологическому составу, условиями питания, залегания, циркуляции и разгрузки выделяются водоносные горизонты в комплексе грунтовых вод.

Впервые рудные проявления на площади месторождения были установлены в процессе поисковых работ в 1971 году. В дальнейшем, в связи с открытием месторождения сев. Карамурун, представлявшегося в тот период более перспективным, работы в районе месторождения Карамурун были приостановлены и возобновлены в 1975 -1977 гг.. Детальная разведка

месторождения Карамурун проводилась в 1982-85 гг., и сопровождалась опытными работами сернокислотного. При этом были подтверждены крупные запасы металла, установлена практически моноэлементность руд и близость геотехнологических условий месторождения к условиям уже освоенного промышленностью месторождения Северный Карамурун.

Четвертичный водоносный горизонт по своему строению делится на два подгоризонта: верхний, содержащий грунтовые воды и нижний, содержащий напорные воды.

Верхний подгоризонт распространен повсеместно. Его строение, химический состав подземных вод и гидрогеологические условия изучены по скважине №1037 на 1 гидрогеологическом кусте, по скважинам наблюдательного створа от р.Сырдарья до участка ПВ-82 и одиночной скважине №1145, расположенной в 0,6 км на севере от месторождения на IX опытном кусте, а также по данным комплекса ГИС, производимого в разведочных скважинах. Верхний подгоризонт имеет мощность 70-80 м и представлен плотными тонко-мелкозернистыми песками с прослоями и линзами лёссовидных известковых глин и алевролитов. Подземные воды горизонта без напорные, глубина залегания статического уровня носит сезонным характер и составляет в осенне-зимний период 1-11 м, а весной и летом, при подъеме уровня воды в р. Сырдарья, уровень грунтовых вод повышается, в пониженных местах происходит частичная разгрузка с образованием мочажин. В целом река Сырдарья оказывает существенное влияние на гидродинамические и гидрохимические условия грунтовых вод. Имея общее направление движения на северо-запад с уклоном 0,006-0,0002, грунтовые воды во все времена года получают дополнительное питание от реки, что наглядно видно по специальному створу из 6 гидрогеологических скважин, пробуренных от участка ПВ к реке Сырдарья. Этот факт является положительным при рассмотрении вопроса возможного загрязнения вод реки технологическими растворами, которые могут попадать в четвертичный водоносный горизонт при нарушении целостности обсадных колонн

эксплуатационных скважин и недостаточном качестве затрубной цементации, а также при возможных переливах растворов. Пески верхнего подгоризонта обладают высокой водообильностью и проницаемостью.

Субаридный климат и связанные с ним инсоляционные процессы определяют повышенную минерализацию подземных вод подгоризонта (более 1,5г/л). Лишь вдоль реки Сырдарья четко отмечается зона опреснения и увеличения мощности слабоминерализованных вод. Вблизи реки грунтовые воды имеют минерализацию такую же или даже ниже, чем ее воды (от 0,6 до 1,5г/л). Пресные воды здесь занимают весь объем подгоризонта. На правобережье реки уже на расстоянии первых километров (обычно около 4 км) пресные воды полностью замещаются солоноватыми и солеными, причем засоление происходит постепенно от нижних к верхним слоям, что достаточно четко устанавливается методами ГИС.

Нижний подгоризонт четвертичного водоносного горизонта также повсеместно распространен на площади месторождения. Изучен гидрогеологическими скважинами, а также методами ГИС и частично по керну опорных разведочных скважин. Водовмещающими породами являются тонко-мелкозернистые пески и слабые алевро-песчаники на глинистом цементе. Мощность подгоризонта 15 м. Нижний и верхний подгоризонты разделены алевролитами мощность 15-40 м.

Отложения нижнего горизонта обладают хорошей проницаемостью и водообильностью (водопроницаемость равна 80 м²/сут). Фактическое снижение напора на стенки скважины составило 2,0 м. Таким образом, гидравлические потери напора в стволе скважины составили 3,5 м. Приведенный радиус влияния на конец откачки составил 5381 м.

Питание подгоризонта осуществляется за счет дренажа вод верхнемелового комплекса и верхнего подгоризонта четвертичного горизонта. В скважинах на севере месторождения в подгоризонте установлены солоноватые (3,5 г/л) хлоридносульфатные слабощелочные воды, содержащие уран в количестве $3,1 \cdot 10^{-5}$ г/л и селен $2,5 \cdot 10^{-6}$ г/л.

Верхнеплиоценовый водоносный горизонт имеет локальное распространение на рудной площади севернее от участка ПВ-82. Специально гидрогеологическими скважинами не изучался и выделен по данным ГИС и керна разведочных скважин. Водовмещающими являются мелкозернистые пески мощностью до 3 м. От вышележащего четвертичного горизонта верхнеплиоценовый отделен пачкой алевролитов мощностью до 28 м. В соответствии с небольшой мощностью и мелкозернистым составом водовмещающих песков их емкостные и фильтрационные свойства оцениваются как невысокие. При дальнейшем рассмотрении верхнеплиоценовый и четвертичный горизонты объединены в один водоносный горизонт.

Изучение гидрогеологических условий четвертичного водоносного горизонта показывает, что подземные воды могут использоваться для технического водоснабжения на всей площади, а для питьевого - в узкой полосе, примыкающей к реке Сырдарье. Эксплуатационные запасы подземных вод горизонта могут быть установлены только после проведения специальных работ.

Кампан-маастрихтский (карамурунский) водоносный горизонт приурочен к разнозернистым пескам кампана и маастрихта и имеет широкое распространение на месторождении Карамурун, отсутствуя лишь в его северной части, где горизонт выходит под отложения плиоцен-четвертичного возраста на глубине 85-120 м. Далее на юг идет постепенное погружение и в южной части площади глубина залегания кровли горизонта составляет 430 м.

Мощность водоносных песков меняется от 20 до 45 м. В толще песков отмечаются линзы и прослойки водоупорных пород мощностью до 1 Ом.

Верхним водоупором кампан-маастрихтского водоносного горизонта являются регионально выдержанные отложения палеогена и в южной половине месторождения неогена (преимущественно глины и алевролиты, реже песчаники).

Нижним водоупором являются песчаники и запесоченные алевролиты нижней части кампана и верхней части сантона. Мощность их достигает 45 м.

На отдельных участках водоупорные породы отсутствуют, здесь существует гидравлическая связь с нижележащим сантонским водоносным горизонтом.

Кампан-маастрихтский водоносный горизонт является высоконапорным. Напоры подземных вод на кровлю горизонта увеличиваются в южном направлении от 90 до 440 м. Глубина залегания статического уровня в зависимости от форм рельефа составляет 0,5-4,0 м.

Подземные воды горизонта в северной части месторождения слабо солоноватые с минерализацией около 1 г/л сульфатно-хлоридные натриево-калиевые. В южной части месторождения подземные воды пресные с минерализацией до 0,76 г/л, гидр Карбонатно-сульфатные или сульфидно-гидрокарбонатные натриево-калиевые. Содержание урана в воде колеблется от 0 до $1,4 \cdot 10^{-7}$ г/л, содержание селена от $1,7 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ г/л. Воды имеют реакцию от слабокислой до слабощелочной.

Сантонский водоносный горизонт имеет практически повсеместное распространение на месторождении, отсутствуя лишь на крайнем северном его фланге. Рудовмещающими являются мелкозернистые пески общей мощностью 35-50 м. На северном фланге месторождения водопроницаемые отложения горизонта на глубине 95 м выходят под водоносные отложения плиоцен-четвертичного возраста. В южном направлении сантонский водоносный горизонт погружается под вышележащие горизонты мела и палеогена, на южном фланге глубина кровли составляет 490 м.

Верхний водоупор, разделяющий сантонский и кампан-маастрихтский водоносный горизонты, описан выше. Нижним водоупором, разделяющим сантонский и верхнетурон-коньякский рудовмещающие водоносные горизонты, служит регионально выдержанная толща алевролитов с прослоями плотных песчаников мощностью 5-15 м. Подземные воды горизонта являются высоконапорными. Напор на кровлю увеличивается в южном направлении от 90 до 490 м. Глубина залегания статического уровня колеблется от 0,4 до 4,5 м. Пески сантона являются водообильными и хорошо проницаемыми, хотя их емкостные и фильтрационные свойства несколько ниже, чем песков кампана и

маастрихта. В процессе опытно-фильтрационных работ установлено хорошее качество водоупора, разделяющего рудовмещающий и первый надрудный (сантонский) водоносные горизонты.

Подземные воды горизонта пресные с минерализацией до 1 г/л, слабощелочные, сульфатно-гидрокарбонатные или гидрокарбонатно-сульфатные, натриево-калиевые. Содержание урана в воде составляет от $3,9 \cdot 10^{-6}$ до $2,2 \cdot 10^{-6}$ г/л.

Верхнетурон-коньякский рудовмещающий водоносный горизонт имеет повсеместное распространение на рудной площади и является рудовмещающим, в нем локализуются все рудные залежи месторождения Карамурун.

Водовмещающими являются пески разномеристые и гравийные породы с галькой коньякского яруса мощностью 30-50 м и пески разномеристые с прослоями гравийных пород верхнего турона мощностью 10-50 м. Общая мощность проницаемых пород горизонта колеблется от 40 до 100 м, преобладает 70-80 м. В толще водоносных пород развиты прослои и линзы водоупорных пород (алевролиты, песчаники, глины) мощностью от 0,5 до 15 м, преобладает мощность отдельных прослоев менее 2-3 м. Установлено, что водоупорные породы наиболее выдержаны в нижней части коньякского яруса - промежуточный водоупор. Этот водоупор разделяет водоносный горизонт на 2 водоносных подгоризонта: коньякский и верхнетуронский.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта возрастает с севера на юг площади месторождения от 135 до 606 м, преобладает 350-500 м. Подземные воды горизонта являются высоконапорными. В соответствии со структурными условиями напор на кровлю горизонта возрастает в южном направлении от 130 до 500 м, преобладает 340-490 м. Глубина залегания пьезометрического уровня подземных вод небольшая и, в зависимости от форм рельефа, составляет 0,0-15,0 м, преобладает до 5 м. В северной части месторождения в пониженной части рельефа развит незначительный по площади участок самоизливающихся вод.

Абсолютные отметки пьезометрической поверхности составляют 146-148 м. На основании стационарных наблюдений за режимом уровней подземных вод, проводившихся весь период разведки месторождения Карамурун с 1976 г. выявлено, что любое возмущение рудовмещающего горизонта оказывало влияние (в различной мере) на гидродинамику подземных вод. Это находится в соответствии с высоким значением коэффициента пьезопроводности изучаемого водоносного горизонта.

Удельные дебиты скважин высокие - от 0,4 до 1,3 л/сек·м. Средняя проводимость водоносных пород горизонта составляет - 750 м²/сут., уклон пьезометрической поверхности, не затронутой депрессией от участка ПВ-82 составляет 0,0005, расход потока равен 37500 м³/сут (434 л/сек).

Естественная скорость движения подземных вод на рудной площади составляет 7-11 м/год ..

Подземные воды рудовмещающего горизонта в центральной части месторождения хлоридно-сульфатные с минерализацией до 2,7 г/л, а на севере и юге гидрокарбонатно-сульфатные натриево-калиевые с минерализацией 0,6-1,0 г/л (пресные воды преобладают на рудной площади), с содержанием урана от $9,8 \cdot 10^{-6}$ до $3,8 \cdot 10^{-5}$ г/л, все воды слабо-щелочные. Температура подземных вод горизонта при откачках составляла 24-430С, а в интервале залегания водоносного горизонта по данным геофизических исследований колебалась в зависимости от глубины залегания 25-460С, увеличиваясь в южном направлении.

Суммарная мощность проницаемых пород коньякского водоносного подгоризонта составляет 30-50 м.

Верхнетуронский водоносный подгоризонт также является рудовмещающим на месторождении Карамурун, в нем локализованы рудные урановые залежи.

Рудовмещающими являются разномерные пески с линзами гравийных пород (см. детальные геологические разрезы). Общая мощность подгоризонта колеблется от 10 до 50 м. В толще водоносных пород развиты кулисообразно

расположенные линзы и прослои водоупорных пород мощностью 0,5-16 м. От вышележащего коньякского подгоризонта рассматриваемый отделен промежуточным водоупором (преимущественно алевролиты, песчаники), который имеет хорошую выдержанность в пределах залежи И2 3 и является прерывистым на залежи И2 5. Нижним водоупором служат глины нижнего турона (40-65 м), которые одновременно ограничивают весь иркольский водоносный горизонт.

По результатам опытно-фильтрационных работ установлено, что отложения верхнетуронского водоносного подгоризонта обладает высокой водообильностью и водопроницаемостью: коэффициент фильтрации от 6 до 10 м/сут, водопроводимость 258-331 м²/сут. Последний параметр несколько выше, чем для коньякского водоносного подгоризонта, что объясняется большей мощностью туронского водоносного подгоризонта. Для верхнетуронского подгоризонта характерна та же гидрохимическая зональность, что и для коньякского, так на большей части месторождения развиты пресные (минерализация менее 1 г/л) сульфатные или гидрокарбонатные натриевые воды, а лишь в центральной (небольшой по площади) части - слабосоленоватые (2,2 г/л), сульфатно-хлоридные натриевые воды. Содержание урана в воде составляет $2,9 \cdot 10^{-7}$ - $6,4 \cdot 10^{-5}$ г/л, селена $1,5 \cdot 10^{-7}$ - $3,8 \cdot 10^{-6}$ г/л.

4 Геотехнологические особенности и условия отработки месторождения

Целью моей магистерской диссертации является геологическая характеристика и геотехнологические особенности добычи урана методом ПСВ на участке № 3 месторождения.

На месторождении используют метод подземного выщелачивания скважинными системами. Это геотехнологический метод добычи твердых полезных ископаемых через систему скважин, заключающийся в избирательном переводе полезного компонента руд в подвижное состояние в недрах на месте залегания, посредством воздействия на них химическими реагентами.

Скважинная система разработки методом подземным выщелачиванием - система предусматривающая вскрытие, подготовку и эксплуатацию месторождения методом подземного выщелачивания с помощью технологических скважин, сооруженных с дневной поверхности.

Наиболее широко применяющиеся системы скважин: ячеистая (треугольная, шестиугольная или гексагональная); линейная (прямоугольная и шахматная – чередующиеся ряды закачных и откачных скважин).

С учетом основных параметров, обрабатываемого рудником месторождения Карамурун принята как наиболее рациональная – ячеистая гексагональная скважинная система методом подземного выщелачивания с размерными параметрами: радиус ячейки 40 м, расстояние между закачными скважинами в контуре ячейки – 40 м.

Наиболее широко применяемые в процессе подземного выщелачивания реагентами являются кислоты, а именно: серная, соляная, азотная (кислотное) и карбонаты (гидрокарбонаты) натрия и аммония, на основе которых готовятся рабочие растворы.

В условиях месторождения, обрабатываемого рудником, наиболее приемлемой является серная кислота, на основе которой готовятся рабочие растворы.

Рабочий раствор – технологический раствор, содержащий необходимое для растворения полезного компонента реагенты и предназначенный для подачи его в продуктивный горизонт.

Рабочий раствор, подаваемый в закачные скважины, проходя в фильтрационном потоке через продуктивный горизонт и руду, растворяет полезный компонент, обогащается им и формирует продуктивный раствор, отбираемый через откачные скважины.

Продуктивный раствор – технологический раствор, сформировавшийся в недрах в результате химического взаимодействия рабочего раствора с горнорудной массой и содержащий полезный компонент в концентрации равной или выше минимально промышленной.

Продуктивный раствор, отобранный из откачных скважин, по систем трубопроводов через отстойники попадает в сорбционные колонны перерабатывающего комплекса и после отбора сорбентов полезного компонента, сбрасывается в отстойники маточных растворов.

Маточный раствор – технологический раствор, из которого извлечен полезный компонент и который после доукрепления выщелачивающим реагентом используется как рабочий.

На ранней стадии процесса подземного выщелачивания в недрах, вследствие недостаточной его интенсивности, концентрация полезного компонента в отбираемых из откачных скважин растворах не достигает промышленного уровня, и поэтому эти растворы после доукрепления их выщелачивающими реагентами возвращается в закачные скважины в качестве рабочих.

4.1 Геотехнологическая классификация месторождения Северный Карамурун.

Основные геотехнологические особенности месторождений Северный Карамуруна.

1. Основные запасы локализуются в проницаемых и высокопроницаемых песчаных и гравийно-песчаных отложениях (K_f от 1 до 12 м/сут), причем рудные пески характеризуются в основном равной или более высокой проницаемостью по сравнению с безрудными.

2. Рудам свойственна низкая карбонатность (содержание CO_2 менее 2%) при инертном, труднорастворимом составе основной массы породообразующих минералов и высокорастворимой рудной минерализации.

3. Рудовмещающие водоносные горизонты обычно ограничены достаточно выдержанными по площади и мощности водоупорами и залегают ниже уровня подземных вод.

4. Лабораторные, экспериментальные полевые и эксплуатационные работы показывают, что процесс сернокислотного выщелачивания протекает с высокими значениями основных геотехнологических показателей.

Геотехнологическая классификация месторождения Северный Карамурун.

Таблица 3 – Геотехнологическая классификация пластово-инфильтрационных месторождений урана (по В.Г. Язикову [2])

Геолого-промышленный тип		Пластово-инфильтрационные (региональных зон пластового окисления)			
Геотехнологический подтип		Весьма благоприятные для отработки методом ПСВ	Благоприятные для отработки методом ПСВ	Менее благоприятные для отработки методом ПСВ	Неблагоприятные для отработки методом ПСВ
Геотехнологические условия месторождений	характеристики	Наличие и состояние водоупоров	Наличие надежных верхнего и нижнего		
		Положение рудного тела в водоносном горизонте	В базальной части		
		Морфология рудных тел		Средняя (мешковая) часть ролла	
		Расположение рудных тел в вертикальном разрезе			
		Масштабы месторождений в зависимости от достоверно разведанных запасов урана		Крупные от 10 до 100 тыс.т	

Геолого-промышленный тип		Пластово-инфильтрационные (региональных зон пластового окисления)			
Геотехнологический подтип		Весьма благоприятные для отработки методом ПСВ	Благоприятные для отработки методом ПСВ	Менее благоприятные для отработки методом ПСВ	Неблагоприятные для отработки методом ПСВ
Геотехнологические условия месторождений	параметры	Продуктивность пласта	Рядовые руды (3–5 кг/м ²)		
		Мощность продуктивного горизонта	10–20 м		
		Глубина залегания рудных тел		500–700 м	
		Глубина залегания уровня подземных вод	10–50 м		
		Температура подземных вод	10–30 °С		
		Степень извлечения урана	0,9–0,7		

4.2. Геотехнологические свойства руд участка № 3 также участок № 4-2-С1

Окончание табл.

Геотехнологические свойства руд	характеристики	Литологический состав		Отсортированные крупно и среднезернистые пески с примесью глинистоалевритовых частиц до 10–20 % при активной пористости до 20 %		
		Ширина рудных тел	Широкие (более 300 м) участка № 3	Умеренно широкие (от 100 до 300 м) участка № 4-2-С1		
	параметры	Кислотное подземное скважинное выщелачивание (ПСВ)	Слабокарбонатные (СО ₂ < 2 %) участка № 4-2-С1 участка № 3			
		Карбонатное подземное скважинное выщелачивание				
	Проницаемость руд	Высокопроницаемые Кф > 5,0 м/сут участка № 4-2-С1 участка № 3				

Задачи, которые предполагается решить мной в ходе исследования сводятся к следующему:

- исследовать геологическое строение месторождения Северный Карамурун
- изучить основные геотехнологические свойства руд и геотехнологические условия на месторождения Северном Карамуруне
- определить геотехнологическую классификацию пластово-инфильтрационных месторождения на Северном Карамуруне № 3 залеже
- расчеты основных геотехнологических параметров
- определить оптимальный радиус для гексагональной, квадратной и прямоугольной ячейки
- определить оптимальная схема расположении технологических скважин
- определить время закисления блока для гексагональной, квадратной и прямоугольной сети
- определить время выщелачивания блока для гексагональной, квадратной и прямоугольной сети.

4.3 Оптимальная схема расположении технологических скважин

При опытно-промышленных испытаниях применяются различные виды схемы расположения скважин, из них самыми распространенными являются рядная, гексагональная, квадратная. Поскольку схема представляет собой совокупность скважин расположенных в определенном порядке, определение оптимального вида схемы также важно с точки зрения эффективности добычи минерала. Для определения оптимальной схемы рассматриваем три одинаковых областей покрытых тремя различными видами схем: рядная, гексагональная, квадратная (Рис 4.1). При этом общий расход в каждом блоке держались постоянными. Следует отметить, что в данном случае количество скважин для трех предложенных схем отличается.

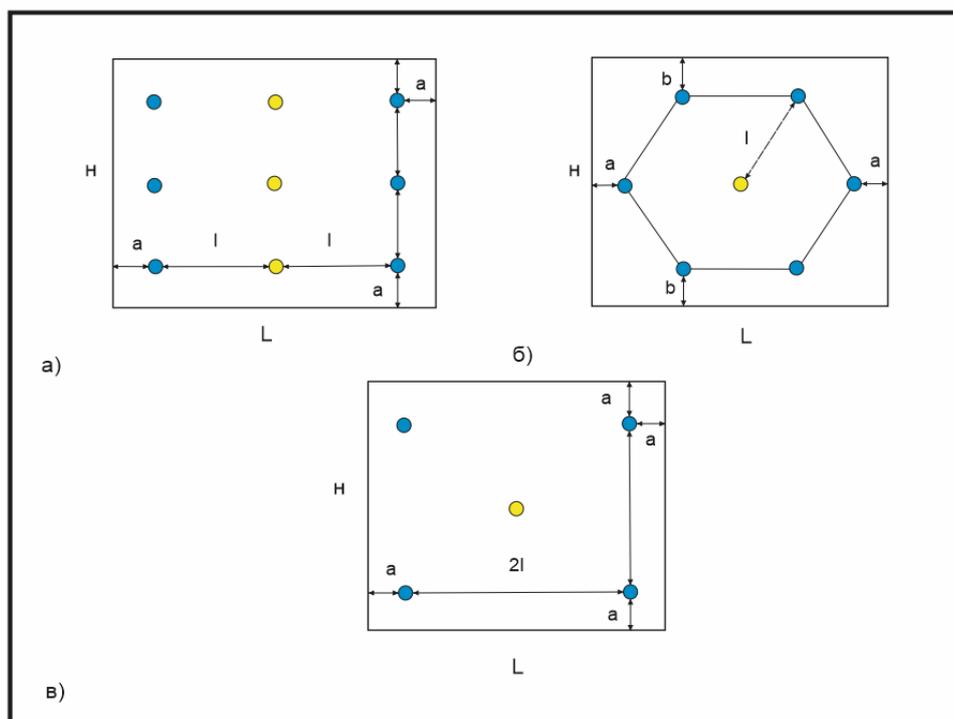


Рисунок 4.1- Схема расположения скважин при опытно-промышленных испытаниях: а) рядная, б) гексагональная, с) квадратная

4.4 Расчет оптимального радиуса ячейки

В принципе все известные и применяемые при промышленной отработке схемы расположения скважин можно свести к двум типам: ячеистые и линейные.

В любых схемах параметрами являются – R, радиус ячейки и ее площадь; для линейной дополнительно соотношение сторон b/a, которое, как правило, равно единицы, т. е. b= a. [2]

Расчетные модели для вычисления оптимальных радиусов ячейки:

- Гексагональная схема:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{S_M \cdot (n+1) \cdot H \cdot C_{скв} \cdot \bar{K}_\phi \cdot \beta \cdot (nS_H + S_O) \cdot \ln(\ln \frac{R_1}{R_c})}{396 \cdot f \cdot \rho_{II} \cdot C_\Theta}} \quad (4.4.1)$$

Условия: $S_M=322405\text{м}^2$; $H=455$ м; $C_{\text{скв}}=37\text{\$США}$; $K_\phi=14$ м/сут; $f=3$; $\beta=0,165$; $S_H=75$ м; $S_o=10\text{м}$; $n=2,4$; $\ln(\ln \frac{R_1}{R_c})=1,8$; $\rho_{\text{п}}=1,55$ т/м³; $C_3=4100$

- R_o – оптимальный радиус ячейки, м;
- f – отношение Ж:Т;
- β – отношение скорости выщелачивания к средней скорости фильтрации раствора;
- S_M – площадь проектируемого участка, [м²];
- H – глубина до нижнего водоупора, [м];
- $C_{\text{скв}}$ – стоимость 1 м готовой скважины с учетом оснастки, \\$/м;
- K_ϕ – средний коэффициент фильтрации, [м/сут];
- S_H – напор на закачной скважине, м вод. ст.;
- S_o – депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;
- $\rho_{\text{п}}$ – плотность пород пласта и воды, т/м³.
- C_3 – суточные эксплуатационные затраты по блоку,
- n – отношение откачных скважин к закачным, [ед.];

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{322405 \cdot (2,4 + 1) \cdot 455 \cdot 37 \cdot 14 \cdot 0,165 \cdot (2,4 \cdot 75 + 10) \cdot 1,9}{396 \cdot 3 \cdot 1,55 \cdot 4100}} =$$

$$= \sqrt[4]{2038360,49} = 37,785 \approx 38\text{ м}$$

- Определить оптимальный радиус квадратной ячейки:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{S_M \cdot (n + 1) \cdot H \cdot C_{\text{скв}} \cdot \bar{K}_\phi \cdot \beta \cdot (nS_H + S_o) \cdot \ln(\ln \frac{R_1}{R_c})}{331 \cdot f \cdot \rho_{\text{п}} \cdot C_3}} \quad (4.4.2)$$

Условия: $S=322405\text{м}^2$; $H=455$ м; $C_{\text{скв}}=37\text{\$США}$; $K_\phi=13$ м/сут; $f=3$; $\beta=0,165$; $S_H=75$ м; $S_o=10\text{м}$; $n=1,12$; $\ln(\ln \frac{R_1}{R_c})=1,8$; $\rho_{\text{п}}=1,55$ т/м³; $C_3=4100$

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{322405 \cdot (1,12 + 1) \cdot 455 \cdot 37 \cdot 13 \cdot 0,165 \cdot (2,4 \cdot 75 + 10) \cdot 1,9}{331 \cdot 3 \cdot 1,55 \cdot 4100}} =$$

$$= \sqrt[4]{1411953,67} = 34,471 \approx 34\text{ м}$$

Сторона квадрата:

$$a = \frac{2R_o}{\sqrt{2}} = 1,42 \cdot R_o, \text{ м}$$

$$a = 1,42 \cdot 34 = 48\text{ м} \quad (4.4.3)$$

- Определить оптимальный радиус для прямоугольной ячейки:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{S_M \cdot (n+1) \cdot H \cdot C_{скв} \cdot \bar{K}_\phi \cdot \beta \cdot (nS_H + S_o) \cdot (\xi^2 + 0,25)^2 \cdot \ln(\ln \frac{R_1}{R_c})}{172,8 \cdot f \cdot \rho_{II} \times 2\xi \times (\xi^2 + 0,25)^2 \cdot C_3}} \quad (4.4.4)$$

$$\xi = \frac{b}{a}; \eta = \frac{b}{a};$$

b – расстояние между откачным и закачным рядом, м;

c – расстояние между откачными скважинами в ряду, м;

a – расстояние между ЗС в ряду, м;

$$b = \frac{R_o \times \xi}{\sqrt{\xi^2 + 0,25}} \quad (4.4.5)$$

$$c = \frac{R_o}{\sqrt{\xi^2 + 0,25}} \quad (4.4.6)$$

Условия: $S=322405\text{м}^2$; $H=455$ м; $C_{скв}=37\text{\$США}$; $K_\phi=12$ м/сут; $f=3$; $\beta=0,165$; $S_H=75$ м; $S_o=10\text{м}$; $n=1,19$; $\ln(\ln \frac{R_1}{R_c})=1,8$; $\rho_{II}=1,55$ т/м³; $C_3=4100$

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{322405 \cdot (1,19 + 1) \cdot 455 \cdot 37 \cdot 12 \cdot 0,165 \cdot (1,19 \cdot 75 + 10) \cdot (2^2 + 0,25)^2 \cdot 1,9}{172,8 \cdot 3 \cdot 1,55 \times 4 \times (4 + 0,25)^2 \cdot 4100}} =$$

$$= \sqrt[4]{3367966,57} = 42,839 \approx 43\text{м}$$

$$b = \frac{43 \cdot 2}{\sqrt{2^2 + 0,25}} = 42\text{м}$$

$$c = \frac{43}{\sqrt{2^2 + 0,25}} = 21\text{м}$$

4.5 Расчет время закисления и время выщелачивания ячейки

4.5.1 Расчет время закисления ячейки и время выщелачивания ячейки или блока для гексагональной сети

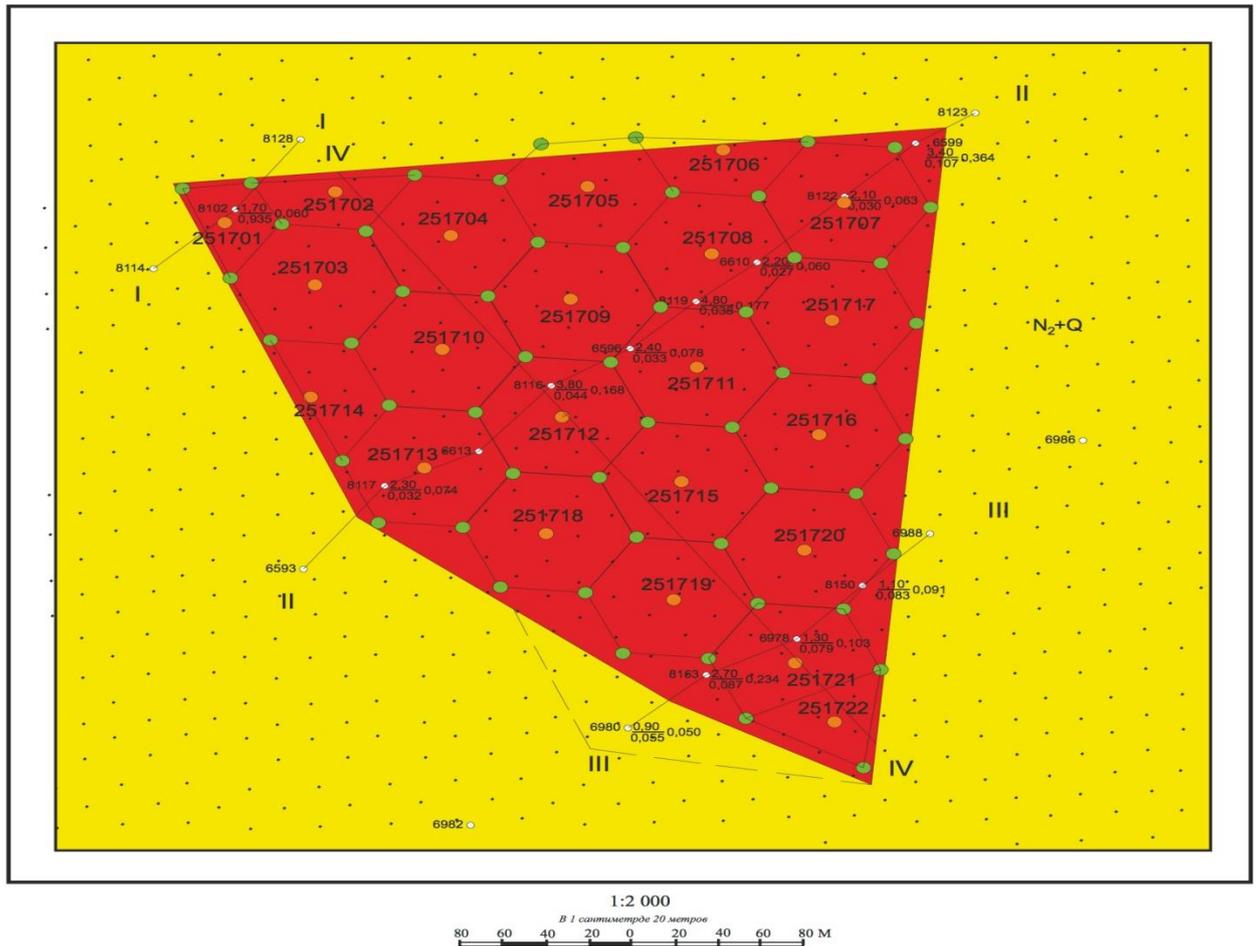


Рисунок 4.2 – Ячеистые системы расположения скважин (гексагональная ячейка)

- Определяем время закисления ячейки или блока для гексагональной сети

Условия: $R_o=38\text{м}$; $K_n=0,3\text{м}$; $K_\phi=14\text{м/сут}$; $n=2,4$; $S_n=75\text{м}$; $S_o=10\text{м}$; $R_c=0,07\text{м}$.

- R_o – оптимальный радиус ячейки, м;
 K_ϕ – среднее приведенное значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта в ячейке или блоке, м/сут;
 S_n – напор на закачной скважине, м вод. ст.;
 S_o – депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;
 K_n – коэффициент пористости рудного пласта;
 R_c – радиус скважины, м.
 n – отношение откачных скважин к закачным, [ед.];

$$T_2 = \frac{160 \cdot R_o^2 \cdot \bar{K}_\phi}{\bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_H \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.}$$

$$T_2 = \frac{160 \cdot 1444 \cdot 0,3}{14 \cdot 2,4 \cdot 75 \cdot \ln\left(\ln \frac{38}{0,07}\right)} = \frac{69312}{14 \cdot 2,4 \cdot 75 \cdot 1,8} = \frac{69312}{4536} = 15 \text{сут} \quad (4.5.1.1)$$

• Определяем время выщелачивания ячейки или блока при гексагональной схеме вскрытия [2]

Условия: $R_o=38\text{м}$; $\rho_n=1,55 \text{ т/м}^3$; $f=3$; $\beta= 0,165$; $K_\phi=14\text{м/сут}$; $n=2,4$; $S_H= 75\text{м}$; $S_o=10\text{м}$; $R_c=0,07\text{м}$.

- R_o – оптимальный радиус ячейки, м;
- ρ_n – плотность пород пласта и воды, т/м³.
- f – отношение Ж:Т;
- β – отношение скорости выщелачивания к средней скорости фильтрации раствора;
- K_ϕ – среднее приведенное значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта в ячейке или блоке, м/сут;
- S_H – напор на закачной скважине, м вод. ст.;
- S_o – депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;
- R_c – радиус скважины, м.
- n – отношение откачных скважин к закачным, [ед.];

$$T_2 = \frac{160 \cdot R_o^2 \cdot \rho_n \cdot f}{\beta \cdot \bar{K}_\phi \cdot (nS_H + S_o) \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.}$$

$$T_2 = \frac{160 \cdot 38^2 \cdot 1,55 \cdot 3}{0,165 \cdot 14 \cdot (2,4 \cdot 75 + 10) \cdot \ln\left(\ln \frac{38}{0,07}\right)} = \frac{1074336}{2,31 \cdot 190 \cdot 1,8} = \frac{1074336}{790,02} = 1359 \text{сут} \quad (4.5.1.2)$$

4.5.2 Расчет время закисления и время выщелачивания ячейки или блока для квадратной схемы вскрытия

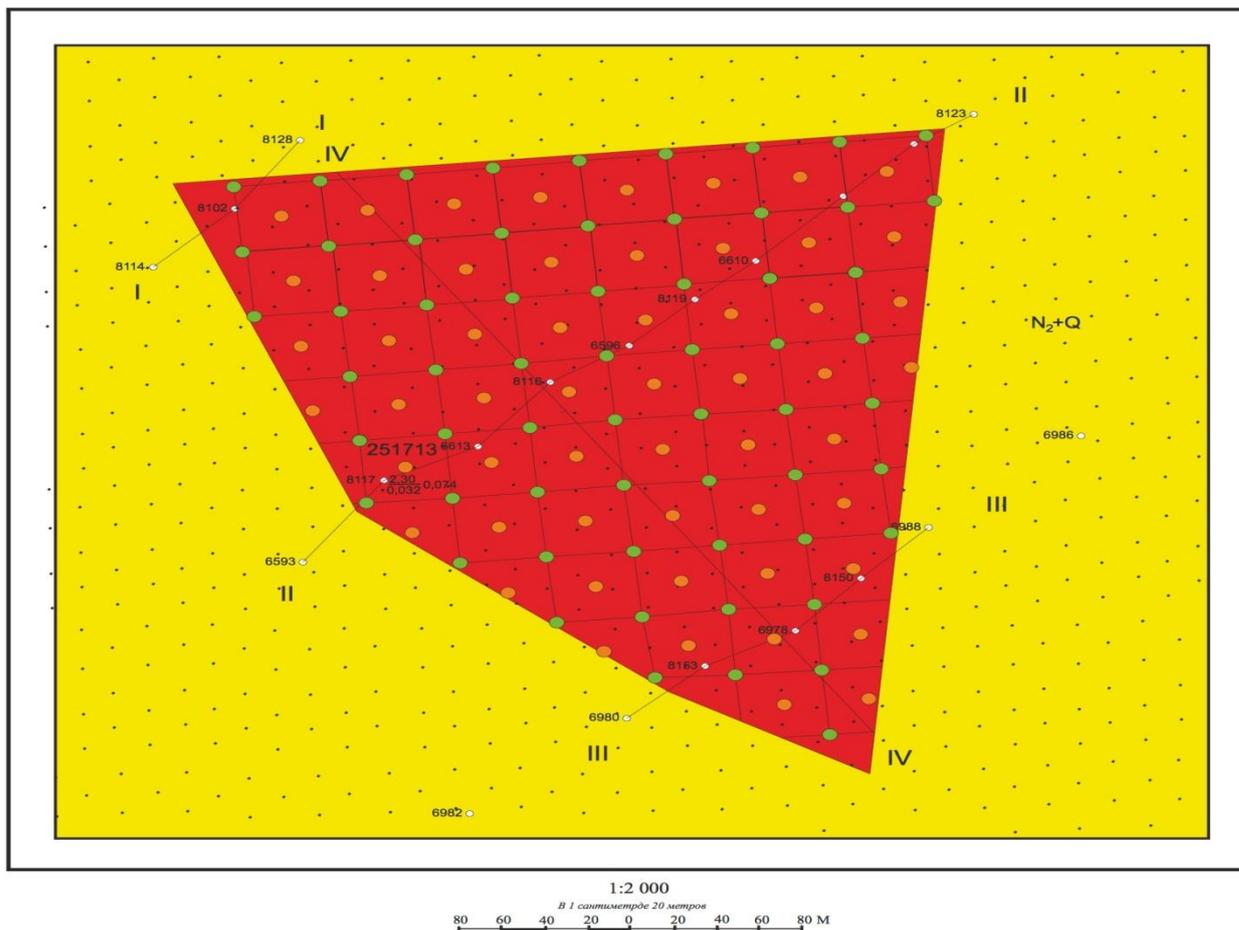


Рисунок 4.3 – Квадратные системы расположения скважин

- Определяем время закисления ячейки или блока для квадратной сети:

Условия: $R_o=34\text{м}$; $K_n=0,3\text{м}$; $K_\phi=14\text{м/сут}$; $n=1,12$; $S_n=75\text{м}$; $S_o=10\text{м}$; $R_c=0,07\text{м}$.

- R_o – оптимальный радиус ячейки, м;
 K_ϕ – среднее приведенное значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта в ячейке или блоке, м/сут;
 S_n – напор на закачной скважине, м вод. ст.;
 S_o – депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;
 K_n – коэффициент пористости рудного пласта;
 R_c – радиус скважины, м.
 n – отношение откачных скважин к закачным, [ед.];

$$T_2 = \frac{174 \cdot R_o^2 \cdot \bar{K}_\phi}{\bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.}$$

$$T_2 = \frac{174 \cdot 1156 \cdot 0,3}{14 \cdot 1,12 \cdot 75 \cdot \ln\left(\ln \frac{34}{0,07}\right)} = \frac{60343}{14 \cdot 1,12 \cdot 75 \cdot 1,8} = \frac{60343}{2117} = 28 \text{сут} \quad (4.5.2.1)$$

• Определяем время выщелачивания ячейки или блока для квадратной схеме вскрытия:

Условия: $R_o=34\text{м}$; $\rho_n=1,55 \text{ т/м}^3$; $f=3$; $\beta=0,165$; $K_\phi=14\text{м/сут}$; $n=1,12$; $S_n=75\text{м}$; $S_o=10\text{м}$; $R_c=0,07\text{м}$.

- R_o – оптимальный радиус ячейки, м;
- ρ_n – плотность пород пласта и воды, т/м³.
- f – отношение Ж:Т;
- β – отношение скорости выщелачивания к средней скорости фильтрации раствора;
- K_ϕ – среднее приведенное значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта в ячейке или блоке, м/сут;
- S_n – напор на закачной скважине, м вод. ст.;
- S_o – депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;
- R_c – радиус скважины, м.
- n – отношение откачных скважин к закачным, [ед.];

$$T_p = \frac{174 \cdot R_o^2 \cdot \rho_n \cdot f}{\beta \cdot \bar{K}_\phi \cdot (nS_n + S_o) \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.}$$

$$T_p = \frac{174 \cdot 34^2 \cdot 1,55 \cdot 3}{0,165 \cdot 14 \cdot (1,12 \cdot 75 + 10) \cdot \ln\left(\ln \frac{34}{0,07}\right)} = \frac{935319}{2,31 \cdot 94 \cdot 1,8} = \frac{935319}{360,852} = 2592 \text{ сут} \quad (4.5.2.2)$$

4.5.3. Расчет время закисления и время выщелачивания ячейки или блока для рядной схемы вскрытия

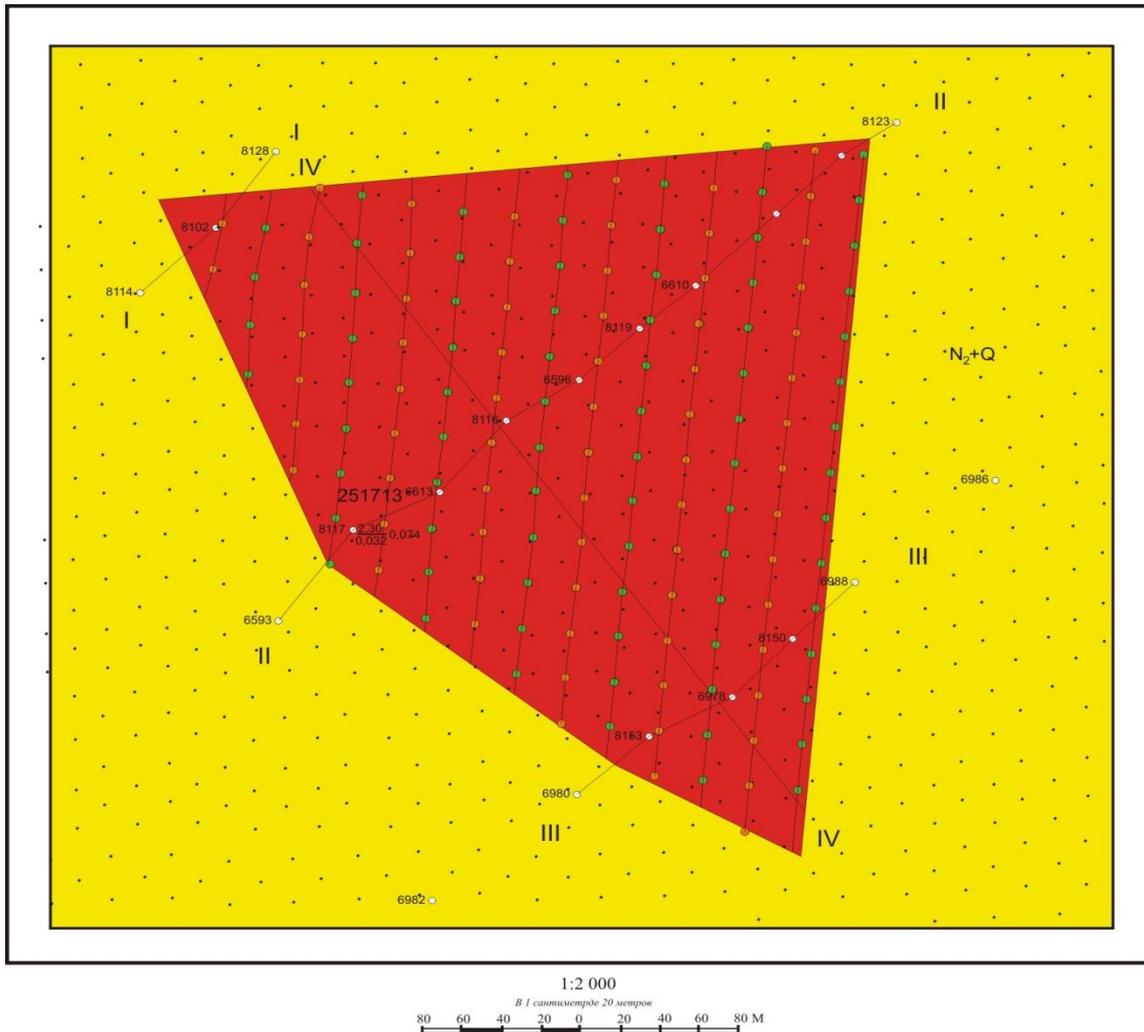


Рисунок 4.4 – Линейные системы расположения скважин (рядная)

- Определить время закисления ячейки или блока для рядной схемы

Условия: $R_o=43\text{м}$; $K_n=0,3\text{м}$; $K_f=14\text{м/сут}$; $n=1,19$; $S_n=75\text{м}$; $S_o=10\text{м}$; $R_c=0,07\text{м}$.

- R_o – оптимальный радиус ячейки, м;
- K_f – среднее приведенное значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта в ячейке или блоке, м/сут;
- S_n – напор на закачной скважине, м вод. ст.;
- S_o – депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;
- K_n – коэффициент пористости рудного пласта;
- R_c – радиус скважины, м.
- n – отношение откачных скважин к закачным, [ед.];

$$T_2 = \frac{144 \cdot R_o^2 \cdot \bar{K}_\phi}{\bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_H \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.}$$

$$T_2 = \frac{144 \cdot 1849 \cdot 0,3}{14 \cdot 1,19 \cdot 75 \cdot \ln\left(\ln \frac{43}{0,07}\right)} = \frac{79877}{14 \cdot 1,19 \cdot 75 \cdot 1,8} = \frac{79877}{2249,1} = 35 \text{сут} \quad (4.5.3.1)$$

• Определить время выщелачивания ячейки или блока для рядной схемы вскрытия:[2]

Условия: $R_o=43\text{м}$; $\rho_n=1,55 \text{ т/м}^3$; $f=3$; $\beta=0,165$; $K_\phi=14\text{м/сут}$; $n=1,19$; $S_H=75\text{м}$; $S_o=10\text{м}$; $R_c=0,07\text{м}$.

- R_o – оптимальный радиус ячейки, м;
- ρ_n – плотность пород пласта и воды, т/м³.
- f – отношение Ж:Т;
- β – отношение скорости выщелачивания к средней скорости фильтрации раствора;
- K_ϕ – среднее приведенное значение коэффициента фильтрации продуктивного пласта в ячейке или блоке, м/сут;
- S_H – напор на закачной скважине, м вод. ст.;
- S_o – депрессия на откачной скважине, м вод. ст.;
- R_c – радиус скважины, м.
- n – отношение откачных скважин к закачным, [ед.];

$$T_2 = \frac{144 \cdot R_o^2 \cdot \rho_n \cdot f}{\beta \cdot \bar{K}_\phi \cdot (nS_H + S_o) \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.}$$

$$T_2 = \frac{144 \cdot 43^2 \cdot 1,55 \cdot 3}{0,165 \cdot 14 \cdot (1,19 \cdot 75 + 10) \cdot \ln\left(\ln \frac{43}{0,07}\right)} = \frac{1238090}{2,31 \cdot 190 \cdot 1,8} = \frac{1238090}{412,7} = 3000 \text{сут} \quad (4.5.3.2)$$

Таблица 3.1 - Полученные расчетные данные для трех различных схем.

№	Параметры	Схема		
		гексагональная	квадратная	рядная
1	кол-во скважин	7	5	9
2	средняя мощность на ячейку, м	2,7	2,5	2,6
3	время выщелачивания ячейки или блока, сут	1359	2592	3000
4	время закисления ячейки или блока, сут	15	28	35
5	время отработки, год.	3,8	7,2	8,3
6	степень извлечения	0,88	0,83	0,89
7	Расход кислоты на 1 кг добываемого урана кг/кг	122	125	123

Сравнительный анализ степеней извлечения (Рисунок 4.5) показывает, что в случае рядного расположения степень извлечения превышает на одного процента степени извлечения для гексагонального случая. Однако при рядном расположении количество откачных скважин на два больше чем в гексагональном случае. Учитывая, что в случае квадратного расположения схем степень извлечения на пять процентов ниже, чем двух остальных случаях, можно сделать вывод о том, что оптимальной схемой из этих трех является - гексагональная схема.

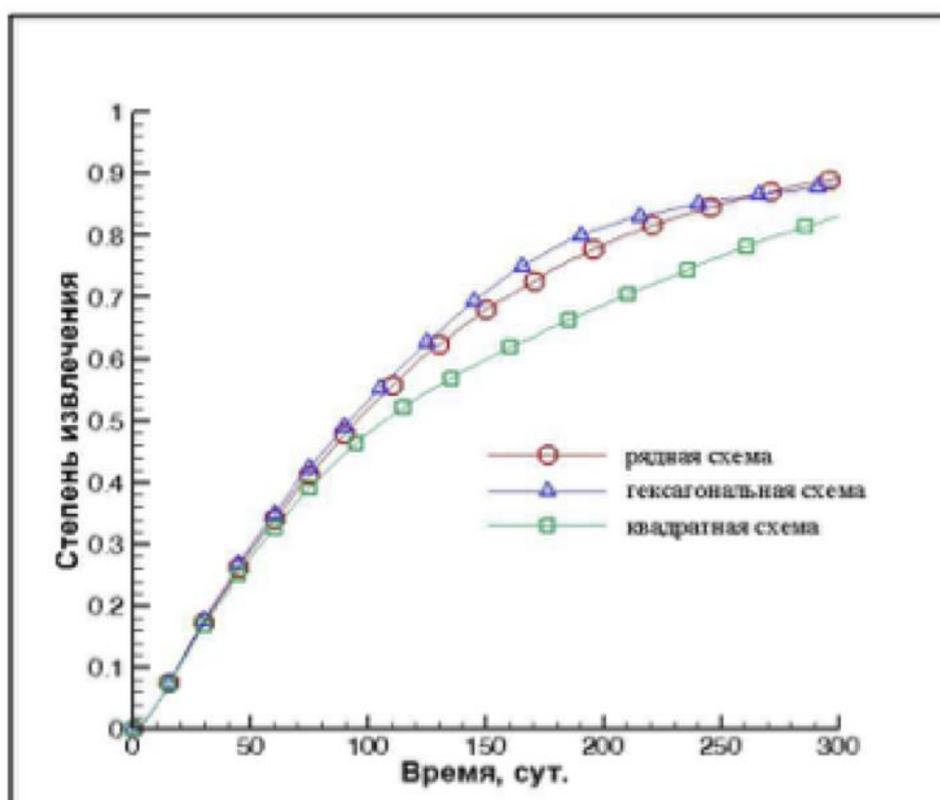


Рисунок 4.5 - Сравнение степеней извлечения

На основе разработанной модели исследованы влияние расположения скважин на степень извлечения минерала, время закисления ячейки также время выщелачивания, определена оптимальная схема расположения скважин.

Полученные в результате вычисления данные показывают, что применение добычи минералов в случае рядного расположения скважин дает возможность повышения степени разработки, длительность разработки месторождении.

Раздел 5

In situ leach (ISL) mining of uranium

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А 2ЛМ4	Жанибек Хасен		

Консультант кафедры ГЭГХ

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

Консультант – лингвист кафедры ГЭГХ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Межибор А.М.			

5 In situ leach (ISL) mining of uranium

In either the acid or alkali leaching method the fortified groundwater is pumped into the aquifer via a series of injection wells where it slowly migrates through the aquifer leaching the uranium bearing host sand on its way to strategically placed extraction wells where submersible pumps pump the liquid to the surface for processing. Figure 5.1 shows a pictorial representation of the ISL process.

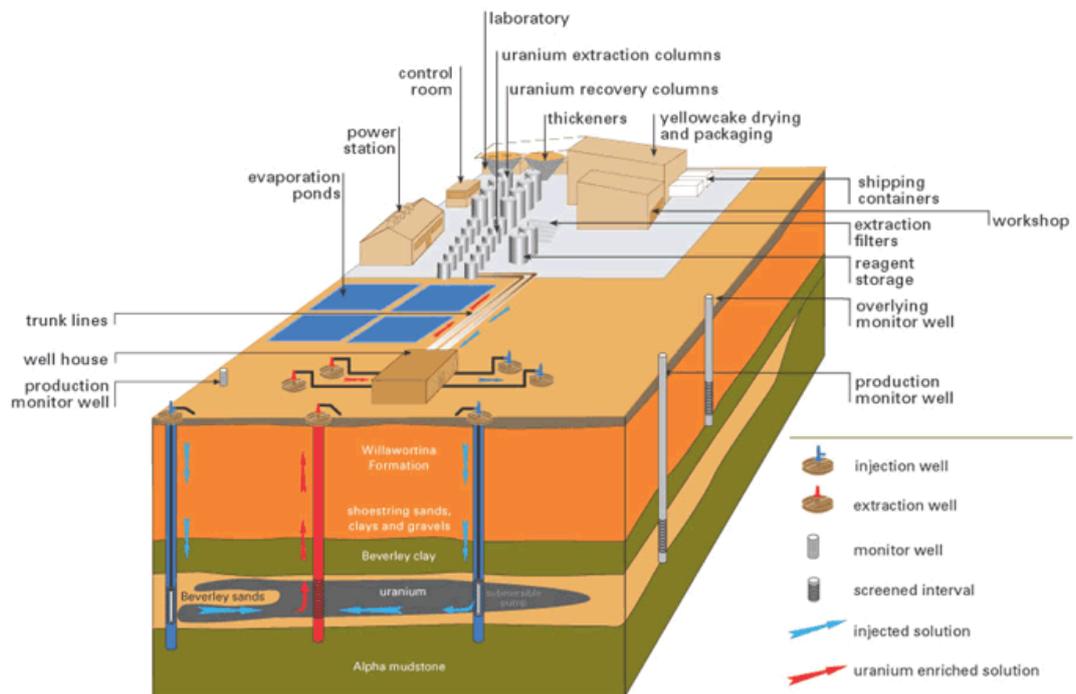


Fig 5.1 – Pictorial representation of the ISL process

ISL uranium mining was first tried on an experimental basis in Wyoming during the early 1960s. The first commercial mine began operating in 1974. Today virtually all Kazakh and Uzbek, and most US uranium production comes from ISL mining. Several projects are licensed to operate there and most of the operating mines date from the 1990s. They are small (under 1000 t/yr) but they supply most of the US uranium production. Russia's Khiagda mine is ramping up to 1000 t/yr. ISL can also be applied to other minerals such as copper and gold.[11]

Uranium deposits suitable for ISL occur in permeable sand or sandstones, confined above and below by impermeable strata, and which are below the water

table. They may either be flat, or "roll front" – in cross section, C-shaped deposits within a permeable sedimentary layer.

Such deposits were formed by the lateral movement of groundwater bearing oxidised uranium minerals through the aquifer, with precipitation of the minerals occurring when the oxygen content decreased, along extensive oxidation-reduction interfaces. The uranium minerals are usually uraninite (oxide) or coffinite (silicate) coatings on individual sand grains. The ISL process essentially reverses this ore genesis, in a much shorter time frame.

There are two operating regimes for ISL, determined by the geology and groundwater. If there is significant calcium in the orebody (as limestone or gypsum, more than 2%), alkaline (carbonate) leaching must be used. Otherwise, acid (sulfate) leaching is generally better. In this case the leach solution is at a pH of 2.5-3.0, about the same as vinegar. Acid leaching gives higher uranium recovery – 70-90% – compared with 60-70% for alkaline leach, and operating costs are about half those of alkaline leach.

Techniques for ISL have evolved to the point where it is a controllable, safe, and environmentally benign method of mining which operates under strict operational and regulatory controls. Due to the low capital costs (relative to conventional mining) it can often be a more effective method of mining low-grade uranium deposits.

5.1 In situ leach wellfield

The design of ISL wellfields varies greatly depending on the local conditions such as permeability, sand thickness, deposit type, ore grade and distribution. Whatever the type of pattern used, there is a mixture of injection wells, to introduce the leach solution to the orebody, and extraction wells with submersible pumps used to deliver pregnant solution to the processing plant. Wells are typical of normal water bores.

Where large sheet-like deposits exist, such as in Kazakhstan, rows of injection wells interleaved with rows of extraction wells can be used cost effectively as shown in Figure 5.2.

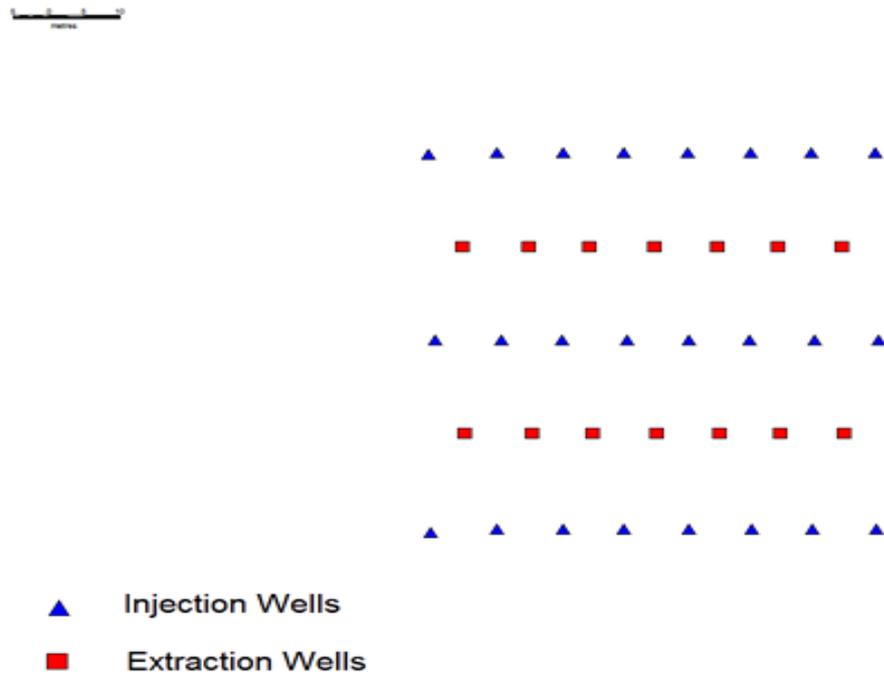


Fig 5.2 – Alternating lines of injection and extraction

This pattern has a relatively low installation cost and is simple to install. However the time taken to recover the uranium under leach is extended due to the large distances between the well types (typically 50-60m).

In most western applications (and Kazakh operations in channels narrower than 60m) closer spaced patterns are employed to recover the uranium at a faster rate (per unit area) than the alternating line patterns. The most common type of pattern employed as illustrated in figure 5.3 are:

- 5-Spot patterns (usually 20-30m between like wells).
- 7-Spot patterns (usually 30-40m diameter).

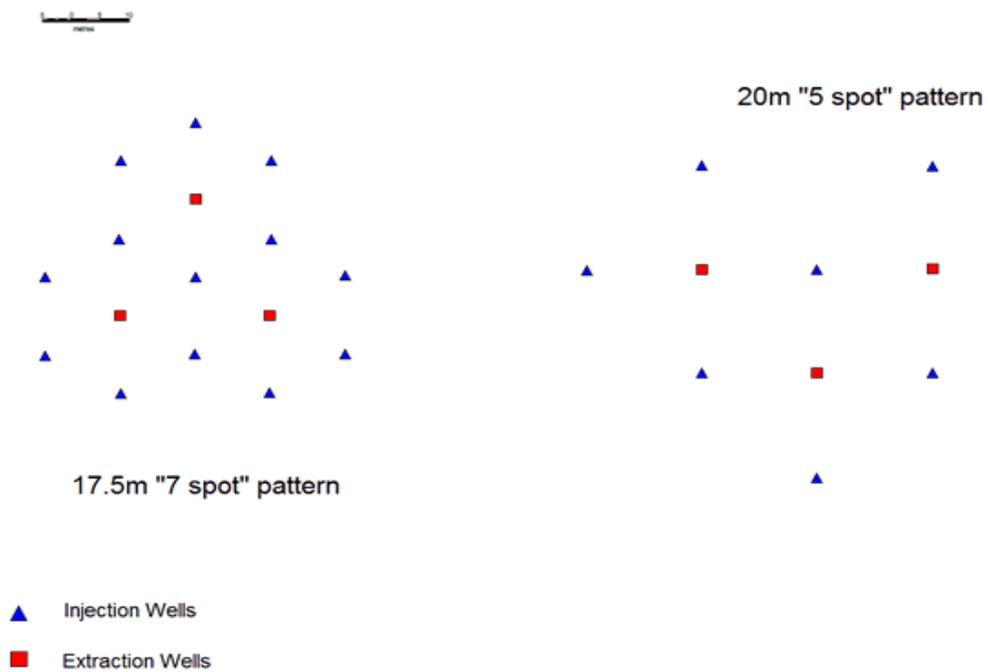


Fig 5.3 – Five and seven spot patterns of injection and extraction

These tighter patterns are generally used effectively in narrower palaeochannel type deposits where flexibility in the installation is needed. The installed costs of these wellfields are generally higher, so to ensure maximum recovery of the uranium, the following secondary measures can be taken:

- Flow reversals – converting injection wells to extraction wells where required.
- Infill wells – to increase recovery from higher grade portions of the wellfield.

5.2 Uranium recovery

The submersible pumps initially extract native groundwater from the host aquifer prior to the addition of uranium complexing reagents (acid or alkaline) and an oxidant (hydrogen peroxide or oxygen) before injection into the wellfield. The leach liquors pass through the ore to oxidise and dissolve the uranium minerals in situ.[10]

Depending on the type of leaching environment used the uranium will be complexed as either a uranyl sulphate, predominantly $\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3^{4-}$, in acid leach conditions or a uranyl carbonate, predominantly $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ in a carbonate leach system. This can then be precipitated with an alkali, eg as sodium or magnesium diuranate.

In either case the pregnant solution from the production wells is pumped to the treatment plant where the uranium is recovered in a resin/polymer ion exchange (IX) or liquid ion exchange (solvent extraction – SX) system.

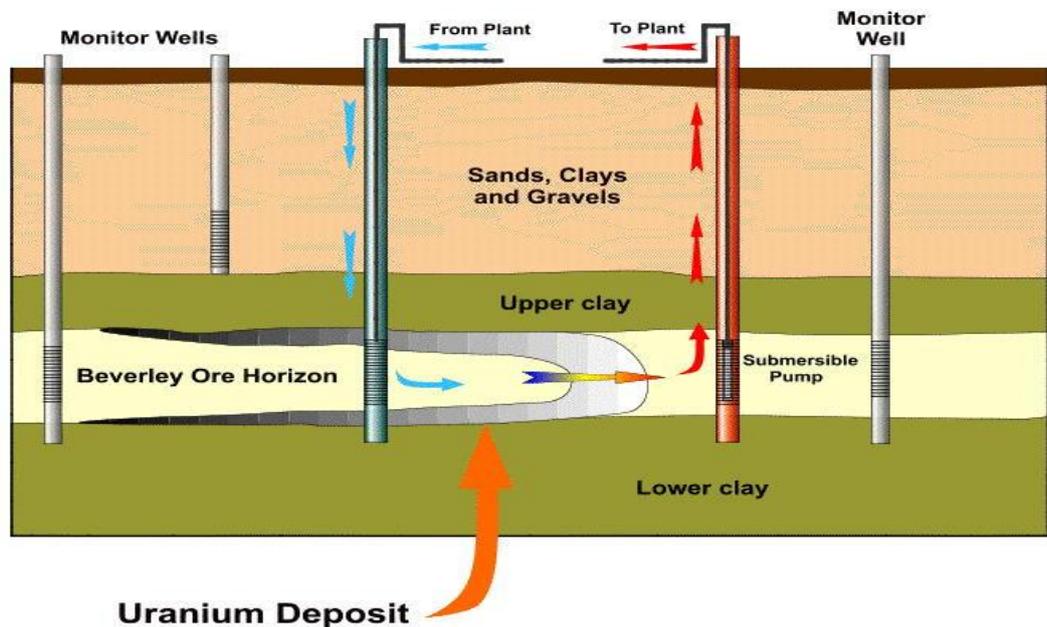


Fig 5.4 – Image courtesy Heathgate Resources

IX is used in the vast majority of ISL operations in Kazakhstan, the USA and Australia. In terms of operating and capital costs IX is the preferred processing option. In situations where the groundwater has a high concentration of ions that may compete with the uranyl complexes for active resin/polymer sites, such as chloride and nitrates, the use of IX becomes unattractive due to low uranium loadings on the resin/polymer. (As a general rule if chloride concentrations in the groundwater is above 5-6 g/L the capture of uranium by IX becomes uneconomical.) SX is better with very saline groundwater (17-20 g/L) as at Honeymoon, though other process challenges can arise.[9]

Further treatment for IX in Australia involves stripping the uranium from the resin/polymer either with a strong acid or chloride solution or a combination of both in a batch operation. In Kazakh operations the resins/polymers are generally stripped with a nitrate solution in a semi-continuous cycle. There are advantages and disadvantages with both systems and the applicability of either will again depend on

the quality of the groundwater used. The pregnant solution produced by the stripping cycle is then precipitated by the addition of ammonia, hydrogen peroxide, caustic soda or caustic magnesia. Peroxide products can be dried at low temperatures to produce a product containing about 80% U_3O_8 . However ammonium or sodium diuranate products must be dried at high temperatures to convert the product to 100% U_3O_8 .

SX is a continuous loading/stripping cycle involving the use of an organic liquid (usually a kerosene based product) to carry the extractant which removes the uranium from solution. The uranium is then stripped from the loaded organic liquid using ammonia followed by an ammonia precipitation. The resultant slurry is then dried at high temperature as per the IX process.

After recovery of the uranium, the barren solution is re-fortified with oxidant and complexing agent before being returned to the wellfield via the injection wells. However, a small flow (about 0.5%) is bled off to maintain a pressure gradient in the wellfield and this, with some solutions from surface processing, is treated as waste. This waste water contains various dissolved ions such as chloride, sulphate, sodium, radium, arsenic and iron from the orebody and is reinjected into approved disposal wells in a depleted portion of the orebody. This bleed of process solution ensures that there is a steady flow into the wellfield from the surrounding aquifer, and serves to restrict the flow of mining solutions away from the mining area.

5.3 Formation of ore basis for uranium industry in kazakhstan

Two stages and two directions can be identified in the history of uranium exploration in Kazakhstan: the search for deposits suitable for mining and the search for deposits in the friable sediments that amenable to the ISL method.

Implementation of the first stage began in the early 50s and was addressed the search for deposits at outcrop areas, using airborne, vehicle-mounted, and hand-held gamma radiometric systems as well as mining and drilling equipment. It can be said that the territory of Kazakhstan has been adequately explored. As a result of these explorations between the 50s-80s, about 30 commercial uranium deposits containing

more than 1000 t U each were discovered. These deposits were located in the following three regions: Kokshetau, Betpakdala-Ili, and Pricaspian . The largest is the Kokshetau region in the north of Kazakhstan. These deposits are of the vein-stockwork type in Silurian-Devonian folded sedimentary complexes and volcanics with low uranium grade (0.1-0.3%). The exception is located in the Pricaspian region where uranium ores with very low content (0.03- 0.05%) are hosted in Tertiary sediments with the fish bones. This unique type is called organic phosphate.

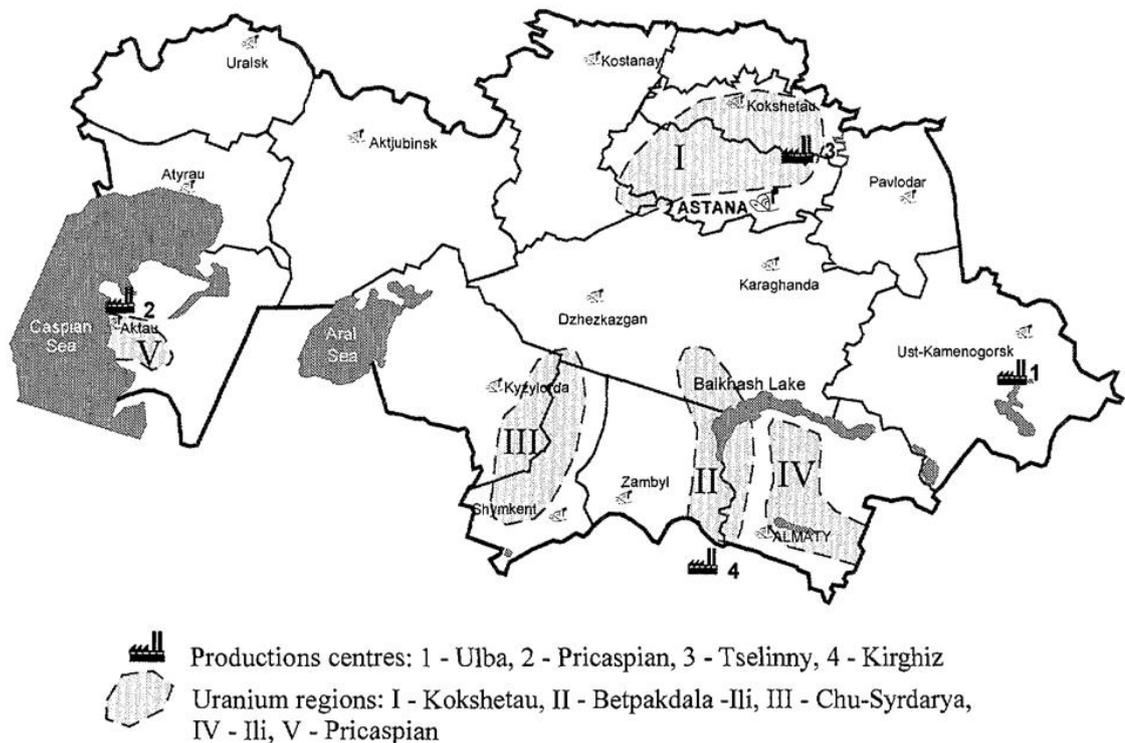


FIG – 5.5 Distribution of Radwaste storages in Kazakhstan.

So Aktau city appeared on the map of Western Kazakhstan together with construction of the Pricaspian Production Centre. In the North of Kazakhstan the Tselinnyy Production Centre helped build Ctepnogorsk city. Ulba Production Centre was constructed near the existing city of Ust-Kamenogorsk. In the new cities with the uranium production other industries were created, such as oil industry in Aktau and biological and the other industries in Stepnogorsk. New roads and electrical lines were built. New regions of Kazakhstan were involved in this industrial activity.

Uranium production from underground and open-pit mining in Kazakhstan started to decline after the collapse of USSR. Several reasons caused this decline, such as the low uranium content of the Kazakhstan ores, falling prices in the world uranium market and the possibility to extract uranium by the more profitable in situ leaching ISL method. Currently, uranium production by conventional mining in Kazakhstan is practically non-existent.

5.3.1 In situ leaching (ISL) method

The discovery in Chu-Syrdarya of deposits amenable for the ISL method in the 70s, led to the initial uranium production by this method at the Uvanas deposit (Stepnoe mine) in 1976. An additional two mines were put into operation very quickly: Tsentralnoe mine at the Moynkum deposit and Mine No. 6 at the North Karamurun deposit. These mines are part of the National Atomic Company Kazatomprom and are producing more than 1500 t U per year. Kazatomprom is one of the world's largest producers of uranium by the ISL method. The company plans to increase uranium production. For this purpose, two satellite operations at the South Karamurun deposit (Mine No. 6) and at the Akdala deposit (Stepnoe mine) are being put into operation. In addition, two joint ventures: Inkay (together with Comeco) and Katco (together with Cogema) have received licences and have begun construction of their own ISL uranium operations. It is planned by 2005 to bring the uranium extraction in Kazakhstan up to 4500 t U per year. The reality of this plan certainly depends on the world uranium market.

The ISL operations are located in a semi-desert region, which is generally unsuitable for agricultural use and subsist through unique astrakhan farming. Activity of ISL mines as well as mining production has positively impacted the economy of this semi-desert region. Two small towns near Stepnoe and Tsentralnoe mines were built, new roads, electrical lines and water-pipe were constructed. At the same time, both mining production and ISL mines have had a detrimental impact on the environment.

5.3.2 Mining production

Uranium mining has had negative impacts on the environment. These impacts are seen in contamination of the soil and vegetation, hydrogeological and hydrochemical changes in surface and underground waters, and the formation of radioactive wastes. Due to the comparatively low uranium content of the uranium ore in Kazakhstan (especially in the Pricaspian region), a large quantity of Radwaste (about 235 mln. t) was formed during uranium extraction. The storage sites for this Radwaste have not yet treated for various reasons. One of the main reasons is the collapse of uranium enterprises after the USSR disbanded.

In 1996-98, special work was carried out on the inventory and characterization of the Radwaste storage sites in Kazakhstan [8]. As a result, about 100 storage sites were located but only 22 of these sites contained nearly 98% of all Radwaste. It has been determined that the dumps do not significantly impact the environment due to natural conditions in Kazakhstan (dry climate and limited population). The danger is primarily the uncontrolled use of dump material for construction purposes.

Currently, an active interest is being paid to the ISL method by world uranium producers. Uranium extraction is already successfully carried out in several countries. Uranium production by the ISL method has considerable economic and ecological advantages. The main ecological advantages compared to conventional mining method are as follows:

1. (a) less surface damage,
2. (b) less Radwaste formation and radionuclide contamination,
3. (c) lower remediation costs.

Uranium extraction without surface damage is a very important factor for restoration of the land after cessation of ISL extraction. Large volumes of Radwaste are formed by conventional mining. The quantity of Radwaste depends on the uranium content in the ore and often reaches 1000-3000 kg per one kg of extracted uranium. With the ISL method, the amount of Radwaste does not exceed one kg per

one kg U. By improving production techniques, there is a possibility that in the future, waste formation can be further reduced to 0.1 kg/kg U.

Remediation of the Radwaste storage sites after ISL operations includes surface rehabilitation and treatment of the ore bearing aquifer. Surface rehabilitation has no special problems. The problem of aquifer treatment costs deserves special consideration. We emphasize that there are now some data, which dispute a myth of the first years of ISL use about the economic impossibility of treating an aquifer contaminated by the ISL process using sulphuric acid.

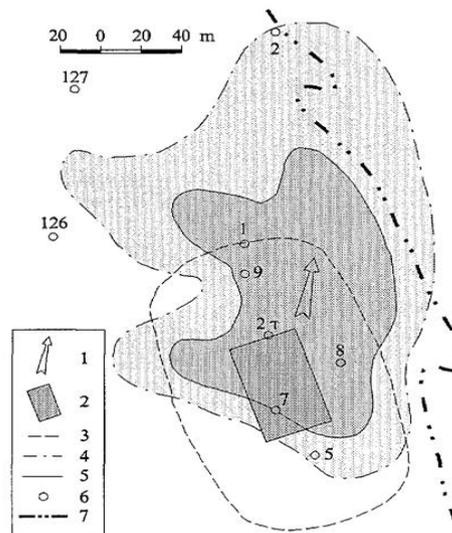
5.3.3 Estimation of environmental impact of the ISL uranium extraction in Kazakhstan

As mentioned previously, ISL uranium extraction in Kazakhstan is carried out using sulphuric acid. Uranium deposits are located in permeable Paleogene-Cretaceous sand sediments. Ore bodies occur at depths from 100 to 800 m. Uranium extraction is mainly carried out in the sparsely populated semi-desert areas. Of course, during uranium extraction, there is radionuclide contamination of the aquifer, which has a detrimental effect on the environment. Kazakhstan Laws require reclamation of the aquifer to pre-leach conditions after cessation of ISL extraction. Currently, there are effective methods of treatment. Treatment is commonly carried out during 2-3 years and incurs significant costs (up to \$4 per one kg extracted uranium). Is it needed for Kazakhstan? The following facts should be kept in mind when considering this problem:

First, deposits of the Chu-Syrdarya region are largely located in areas of high salt content in the ore-bearing aquifers and where the underground water is unsuitable for use. Secondly, natural contamination occurs in these areas when radionuclides, heavy metal salts, and sometimes selenium form at the redox front (geochemical barrier) in the aquifer where there are uranium ore deposits. This natural occurrence renders the water unsuitable for technical uses and is undrinkable.

Further, enough evidence has been gathered from experience in Kazakhstan and Uzbekistan to assure that restoration of the groundwater to pre-leach conditions

after ISL is possible. After cessation of ISL extraction, self-treatment and demineralization can offset the pollution formed in the aquifer during uranium extraction. This fact is convincingly shown by M. Fazlullin based on his observation of results at the uranium deposits worked out by the ISL method in Uzbekistan [6].



1 – movement direction of underground waters; 2 – test area; 3–5 – acid solution excursion boundaries: 3 – December, 1976; 4 – December, 1978; 5 – May, 1982; 6 – drill holes; 7 – redox front

FIG 5.6 – Aquifer self-treatment at the Kanzhugan deposit for 6 years after the ISL completion.

Observations at the Kanzhugan test area in Kazakhstan [7], which were terminated due to commercial extraction beginning, also show a clear tendency of the acid solution halo decrease for six years (Fig. 5.5).

Currently, in connection with the licensing of uranium ISL projects, NAC Kazatomprom has been conducting investigations on the environmental impact of ISL extraction at four deposits in the Chu- Syrdarya region. The result of these studies will be presented in a special report, which will contain new data from these sites. This report will form the foundation for an official decision by the ecological authorities as to whether it is possible to leave the sites which have had uranium extracted by ISL method to natural restorative processes rather than treating the aquifer through other means.

5.4 Future of the uranium production in kazakhstan

The impact of extraneous influence on the uranium industry in Kazakhstan is reflected in the fact that Kazakhstan today produces only about 4% of world's uranium production although it has more than 20% of the world's uranium reserves. For comparison, Canada has about 11% of the world's reserves and about 32% of the production. In addition, Kazakhstan has more than half of the world's uranium resources amenable to extraction by the ISL method. This allows for NAC Kazatomprom to discontinue conventional uranium mining and, since 2000, to completely produce uranium by the ISL method.

Sulphuric acid ISL technology in Kazakhstan produces uranium with low costs and low environmental impact. NAC Kazatomprom has extensive experience using this technology in areas with various conditions of deposit occurrence, ore body thickness and ore body depths up to 750 m. These facts allow Kazatomprom to prepare plans for increasing uranium production up to 4500 t U per year by 2005. In the future, production could be even higher under favourable conditions in the world uranium market.

Main tasks for the future development of the uranium industry in Kazakhstan are as follows:

- a) updating and construction of new ISL operations to increase the production capacity;
- b) perfecting techniques and leaching technology, using new geotechnological systems and oxidants;
- c) completion of investigations for comprehensive estimation of the environmental impacts from ISL extraction and the approval by the government of aquifer self-treatment as the method of aquifer remediation after cessation of ISL extraction.

Thus, with the availability of a practically unlimited uranium base suitable for the ISL method, the use of this method instead of mining, will allow Kazakhstan to develop a successful uranium industry in the 21st Century with negligible negative environmental impact.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Техничко-экономическая часть

1. Исходные данные

1) Производительность фабрики по продуктивным растворам – 1681 м³/ч, или 14 727 540 м³ в год.

2) Годовое производство концентрата урана 1000 тонн в год. Содержание урана в концентрате 45-50 %. (курс доллара – 138,0).

3) Общие капиталовложения – 106 929 540 тенге. 774 851,7 \$

4) Стоимость оборудования – 23 917 562 тенге. 173 315,6 \$

5) Стоимость зданий и сооружений – 83 011 978 тенге. 601 536,1 \$

6) Численность трудящихся 150 человек.

7) Годовой расход воды 131 576 м³ в год из них:

– На технологию – 100 000 м³/год;

– На хозяйственные нужды – 31 576 м³/год.

8) Годовой расход электроэнергии – 3 944 520 кВт.

2. Расчет эксплуатационных расходов

Количество продуктивных растворов перерабатываемых в год составляет 14 727 540 м³/год, по цене 70 тенге за 1 м³ продуктивного раствора. Годовой расход составит 1 031 млн. тенге.

Эксплуатационные затраты для добычи 1000 т. в год (без учета НДС - 15%; без учета затрат на перевозку) приведены в таблицах 4 и 5 (по фактическим данным НАК «Казатомпром»).

Таблица 4 – Расход электроэнергии, воды и пара

Наименование	Потребность в год ед. изм.	Цена, тенге	Удельная стоимость, тыс. тенге
Электроэнергия,	3 944 520	3,93	15 501,9
<i>в т.ч. на добычу</i>	1 650 000	3,93	6 484,5
<i>в т.ч. на</i>	1 550 000	3,93	6 091,5
<i>в т.ч. на АБК</i>	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
			276 811

Таблица 5 – Расход химреагентов и материалов

Потребление	Цена, тенге/ед. изм	Удельные затраты на 1кг U	Расход материалов в тоннах на 1000 т	Удельная стоимость материалов на 1000 т, тыс. тенге
Серная кислота, т				
<i>на добычу</i>	3,35	97,0*	97 000	324 950
<i>в т.ч. на выщелачивание</i>	3,35	90,0	90 000	301 500
<i>на переработку</i>	3,35	2,0	2 000	6 700
Аммиачная селитра	23,13	3,0	3 000	69 390
Каустическая сода	47,8	1,0	1 000	47 800
Ионообменные смолы	1 005,52	0,05	50	50 276
Сетка из нержавеющей стали 12x18H10T 0,6x0,25	4 173,9	0,001	1	4 174
Фильтр полотно Бельтинг	826,1	0,0025	2,5	2 065
Итого				505 355 000
				3 661 992 \$

* В удельной норме серной кислоты 97,0 кг/кг на добычу включены расходы кислоты на горно-подготовительные работы.

3. Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

Таблица 6 – Амортизация оборудования и транспортных средств

Наименование и назначение оборудования	Стоимость однотипного оборудования, тыс. тенге	Амортизация отчисления	
		% от стоимости	тыс. тенге
Отстойники ПР и ВР	250 000	14,3	35 750
Насосы	60 000	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 осаднения	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	594 000 000		103 210 000
	4 304 348 \$		747 898 \$

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

$$594\,000 \cdot 0,005 = 2\,970\,000 \text{ тенге. } 21\,521,7 \$$$

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

$$594\,000 \cdot 0,035 = 20\,790\,000 \text{ тенге. } 150\,652,2 \$$$

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

$$150 \cdot 10\,000 = 1\,500\,000 \text{ тенге. } 10\,869,5 \$$$

4. Расчет цеховых расходов

1) Содержание аппарата и МОП – 25 600 000 тенге.

2) Амортизация зданий и сооружений из расчета 2,9% от стоимости всех зданий и сооружений: $83\,011\,978 \cdot 0,029 = 2\,407\,347$ т. 17 444,5 \$

3) Текущий ремонт зданий и сооружений из расчета 3,5 % от стоимости зданий и сооружений: $83\,011\,978 \cdot 0,035 = 2\,905\,419$ тенге. 21 053,7 \$

4) Износ малоценного и быстроизнашающегося инвентаря из расчета 0,002 % от стоимости зданий и сооружений: $83\,011\,978 \cdot 0,002 = 166\,024$ тенге. 1 203,1 \$.

5. Капитальные вложения

Сводный сметный расчет в рыночных ценах на 01.01.2006 г. определен в сумме – 2 550 350 000 тенге, что составит – 1 848 079 \$ (курс доллара – 138,0).

В том числе:

Капвложения 106 929 540 тенге 774 851,7 \$

В том числе:

– СМР 83 011 978 тенге 601 536,1 \$

– оборудование 23 917 562 тенге 173 315,6 \$

Единовременная загрузка ГПР 15 100 000 тенге 109 420,3 \$.

Таблица 7 – 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 и газоснабжения	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 \$

б. Калькуляция себестоимости переработки продуктивных растворов

Конечной продукцией комплекса на руднике является химический концентрат природного урана. Данные для расчета калькуляции себестоимости производства на промплощадке рудника приводятся в соответствии со следующей номенклатурой статей затрат:

- материалы и реагенты;
- энергетические затраты;
- фонд оплаты труда;
- социальный налог;
- транспортные расходы;
- амортизация горного комплекса;
- амортизация оборудования;
- накладные расходы;
- прокачка скважин (РВР);
- подача воздуха на УППР;
- погашение ГПР;
- непредвиденные расходы;
- рекультивация;
- роялти.

Годовые эксплуатационные расходы на получение продукции включают в себя все расходы промплощадки и рассчитаны исходя из нижеприведенных данных.

Расчеты производятся по курсу доллара = 138,0 тенге.

Стоимость расходных материалов и реагентов рассчитана в соответствии с данными НАК «Казатомпром» по состоянию на 01.01.2006 г.

Транспортные расходы определены исходя из цен на автоперевозки установленных на ЦАПБ.

Расчеты амортизационных отчислений произведены в соответствии с нормами определенными Налоговым Кодексом РК.

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.

7. Расчет себестоимости концентратов

Таблица 8 – Оптовая стоимость концентратов

Наименование концентрата	Количество металла в концентрате в год, кг	Содержание металла, %	Цена за 1 кг на прейскурант, тенге	Сумма, тыс. тенге
Урановый концентрат	1000000	50	2800	2800000
Оптовая стоимость готовой продукции	1000000			2800000

Реализация продукции производится не по мировым ценам, а по внутренним ценам НАК «Казатомпром».

1) Затраты на 1 тонну готовой продукции:

$$\frac{\text{Годовой расход по калькуляции}}{\text{Оптовая стоимость всей годовой продукции}} = \frac{2\,162\,472,23}{2\,800\,000} = 0,77 \text{ тенге.} \quad (6.1.1)$$

2) Затраты на производство концентрата (себестоимость концентрата):

$$\frac{\text{Годовой расход по калькуляции, тенге}}{\text{Количество металла в год, кг}} = \frac{2\,162\,472,23}{1\,000\,000} = 2\,162 \text{ тенге за 1 кг} \quad (6.1.2)$$

8. Основные технико-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели представлены в таблице 9.

Таблица 9 – 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

9. Расчет основных технико-экономических показателей

1) Производительность труда в натуральном выражении:

– На одного трудящегося:

$$\frac{\text{Годовая производительность по продуктивным растворам, м}^3}{\text{Списочный состав трудящихся, чел}} = 17\,295\,120 / 26 = 665\,197 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (6.1.3)$$

– На одного рабочего:

$$\frac{\text{Годовая производительность по продуктивным растворам, м}^3}{\text{Списочный состав рабочих, чел}} = 17\,295\,120 / 58 = 298\,192 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (6.1.4)$$

2) Производительность труда в денежном выражении:

– На одного трудящегося:

$$\frac{\text{Оптовая стоимость всей годовой продукции, тыс. тенге}}{\text{Списочный состав трудящихся, чел}} = 2\,800\,000 / 26 = 107\,692\,000 \text{ тенге.} \quad (6.1.5)$$

780 377 \$

– На одного рабочего:

$$\frac{\text{Оптовая стоимость всей годовой продукции, тыс. тенге}}{\text{Списочный состав рабочих, чел}} = 2\,800\,000 / 58 = 48\,276\,000 \text{ тенге.} \quad (6.1.6)$$

349 826 \$

3) Прибыль:

$$П = Ц - С, \text{ тенге.} \quad (6.1.7)$$

где: Ц – оптовая стоимость всей годовой продукции, тыс. тенге;

С – себестоимость годовой продукции (по калькуляции), тыс. тенге.

$$П = 2\,800\,000 - 2\,162\,472 = 637\,528\,000 \text{ тенге.} \quad 4\,619\,768 \$$$

4) Рентабельность:

$$Р = П * 100 / С. \quad (6.1.8)$$

$$Р = 637\,528 * 100 / 2\,162\,472 = 49,2 \%$$

5) Срок окупаемости:

$$T = M / П. \quad (6.1.9)$$

где: М – общая сумма капиталовложения по свободной смете.

$$T = 3\,673\,294\,713 / 637\,527\,766 = 5,7 = 6 \text{ лет.}$$

6.2. 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. 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	
- продолжительность смены	7,2 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

6.3. Расчет капитальных затрат на залежи № 3. Определение себестоимости продукции

При расчете затрат были приняты существующие расценки:

на бурение, АО «Волковгеология» на 01.01.2014г.

на геофизическое исследование скважин, АО «ГеоТехноСервис» на 01.01.2014г.

Таблица 11 – Расчет затрат на бурение и геофизическое опробование разведочных скважин (валюта - тенге)

Наименование	Количество скважин	Общий объем работ, п.м.	Стоимость 1 п.м.	Всего	НДС 12%	Всего с НДС
Бурение	18	10620	8000	84960000	10195200	95 155 200
ГИС						
ИМ	18	10620	150	1593000	191160	1 784 760
КСП	18	10620	380	4035600	484272	4 519 872
ИК	18	10620	120	1274400	152928	1 427 328
КМ	18	10620	150	1593000	191160	1 784 760
ТМВ	18	10620	150	1593000	191160	1 784 760
ТК	18	10620	100	1062000	127440	1 189 440
Итого						107 646 120
						780 044 \$

Таблица 12 – Расчет затрат на бурение и геофизическое опробование одной ячейки (валюта - тенге)

Наименование	Количество скважин	Общий объем работ, п.м.	Стоимость 1 п.м.	Всего	НДС 12%	Всего с НДС
Бурение						
Откачная скв.	1	590	8700	5133000	615960	5 748 960
Закачная скв.	6	3540	8500	3009000	3610800	33 700 800
ГИС						
ИМ	7	4130	150	619500	74340	693 840
КСП	7	4130	380	1569400	188328	1 757 728
ИК	7	4130	120	495600	59472	555 072
КМ	7	4130	150	619500	74340	693 840
ТМВ	7	4130	150	619500	74340	693 840
ТК	7	4130	100	413000	49560	462 560
Итого						44 306 640
						321 063 \$

ИМ – инклинометрия

КСП – комплексный скважинный прибор, в который входят: гамма-каротаж (ГК), каротаж методом кажущегося сопротивления (КС) и каротаж методом потенциалов собственной поляризации (ПС).

ИК – индукционный каротаж

КМ – кавернометрия

ТМЦ – термометрия

ТК – токовый каротаж

Таблица 13 – Расчет затрат на сооружение одной ячейки (валюта - тенге)

Наименование	Затраты
Бурение и ГИС	44 306 640
Обвязка	1 000 000
Кислота	7 000 000
Итого	≈52 307 000/286 000 \$

Всего затрат на разведку данного участка – 159 952 760 тенге.
1 159 077 \$

6.4. Определение себестоимости продукции на № 3 блоке

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. Используя такой подход, получаем зависимость себестоимости добычи 1 тонны урана при определенной величине подготовки запасов.

Себестоимость добычи 1 тонны урана определяем по следующей формуле (6.4.1):

$$Z = \frac{M \cdot \rho \cdot K_2 \cdot C_{\text{яч}}}{\Pi \cdot Q_{\text{яч}} \cdot K} + \frac{q}{C_u} + \frac{m \cdot \ln(1 - K)}{D \cdot (N + \frac{1}{K}) \cdot K \cdot K_1 \cdot K_2} + \frac{C_p}{E_{\text{см}}},$$

где Z – себестоимость 1 т U, \$/т;

M – закисляемая мощность, м, 8,7;

ρ – плотность породы, кг/м³, 1,58;

Π – продуктивность, кг/м², 3,87;

D – мощность рудника, т/год, 206;

K_2 – коэффициент растворопроработки, доли. ед. 0,8;

$C_{\text{яч}}$ – стоимость сооружения одной ячейки, \$, 286000;

$Q_{\text{яч}}$ – дебит ячейки, м³/год, 87600;

q – стоимость добычи и переработки 1 м³ растворов, \$/м³, 120 (фактический стоимость добычи и переработки 1 м³ раствора, данные планового отдела рудоуправления);

K_1 – кинетический коэффициент, 0,67;

C_u – концентрация U за время отработки приращенных запасов, т/м³, 0,0000742;

m – постоянные расходы предприятия, \$/год, 1750000 (фактические расходы предприятия, данные планового отдела рудоуправления);

K – коэффициент извлечения, 0,9;

N – норматив готовых запасов, 5,4;

C_p – стоимость регенерации 1 м³ смолы, \$/м³, 34,5 (фактический стоимость регенерации 1 м³ смолы, данные планового отдела рудоуправления);

$E_{\text{см}}$ – емкость смолы, т/м, 0,022.

Расчет норматива готовых запасов определяем по следующей формуле (6.4.2):

$$N = \frac{A \cdot K_p \cdot \dots \cdot n_s \cdot \varepsilon}{P_e \dots \dots}; \quad (6.4.2)$$

где N – норматив готовых запасов;
 A - процент отработки блоков на месторождении, %, 70;
 $K_{рез}$ – коэффициент резерва, рекомендован 1,25 по многолетнему опыту работ;
 n – количество одновременно работающих откачных скважин, 22;
 $P_{яч}$ - запасы, обрабатываемые одной откачной скважиной, т, 20,6;
 ε – коэффициент извлечения урана из недр, доли ед., 0,9;
 $P_{год}$ – годовая добыча, т, 98,3;

Поставляя значение, определяем норматив готовых запасов:

$$N = \frac{0.7 \cdot 1.25 \cdot 22 \cdot 20.6 \cdot 0.9}{98.3} = 3.63$$

Поставляя значение, определяем себестоимость 1 т U по формуле:

$$Z = \frac{8.7 \cdot 1.58 \cdot 0.8 \cdot 286}{3.86 \cdot 87600 \cdot 0.9} + \frac{0.120}{0.0000942} + \frac{1750000 \cdot \ln(1 - 0.9)}{206 \cdot (3.3 + \frac{1}{0.9}) \cdot 0.9 \cdot (-0.67) \cdot 0.8} + \frac{34.5}{0.022} = 15172.05 \text{ \$/т}$$

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

Прибыль от добычи за каждую т. U составляет:

$$Пр. = 18470 - 15172,05 = 3567,95 \text{ \$}.$$

7 Социальная ответственность при разработке урана на месторождении северный Карамурун (Казахстан)

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 (ICCSR 26000:2011) [12].

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 моей работы является особенности изучения геотехнологических свойств руд также характеристике месторождения Северный Карамурун. Освещены условия локализации уранового оруденения а также геотехнологическая характеристика руд применительно к их отработка, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов при эксплуатационной разведке.

Административно территория Карамурунского рудного поля принадлежит Шиелийскому и Жанакорганскому районам Кызылординской области Республики Казахстана.

Полевые работы проводится основном в летные, осенние время года. При разведке и эксплуатации месторождений подземным выщелачиванием, надо осуществлять геотехнологические исследования при собственно разведочных работах в две стадии:

- поисково- оценочная стадия работ
- разведка.

В камеральной работе исследования заключаются в изучении обработка полевых материалов, обработка поисково-оценочных, разведочных работ а

также составлении геологических отчетов с подсчетом запасов. При геологические буровые работ заключаются в составлении документации по керну, составлении литологических колонок и паспортов, ведении журналов, обработке результатов гидрогеологических откачек, определении направления буровых работ с учетом оперативной обработки получаемых результатов.

Рабочее место расположено в кабинете на предприятии Карамуруне. В кабинете предусмотрено 4 индивидуальных рабочих мест. Каждое место представляет собой компьютерный стол с тумбой, оснащенный стационарным компьютером.

Кабинет имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы (окна), искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Значения размеров комнаты составляют: длина – 5 м, ширина – 4,5 м, высота – 3,5 м. Система отопления обеспечивает постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещении в холодный период года. Система вентиляции обеспечивает постоянный приток свежего воздуха.

Соблюдение установленных норм и правил в полевых условиях, а также при работе с ПЭВМ, – залог продуктивной и безопасной работы. Данные нормы и правила направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

Таблица 14 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении полевых, камеральных работ на месторождении урана (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)[21]

Этапы работ	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
1	2	3	4	5
Полевой	Буровые работы, Поисково-оценочных, разведочных работ Опробование керна	1. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу 2. Превышение уровней шума, вибрации 3. Отклонение показателей климата на открытом воздухе	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные) 2. Пожарная опасность	СПОРО-97 [23] СП ЛКП-98 [24] СниП № 1.01.001.-94 [25] СНиП № 1.02.007-94 [25] СНиП № 1.02.012-94 [30] СниП №1.02.006-94 [32]
Камеральный	Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов; выполнение анализов на уран и радий. Камеральная обработка материалов	1. Отклонение параметров микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Степень нервно-эмоционального напряжения	1. Электрический ток 2. Пожароопасность	ГОСТ 12.1.005-88 [13] ГОСТ 12.1.019-79 [14] ГОСТ 12.1.004-91 [15] ГОСТ 12.1.030-81 [16] СанПиН 2.2.4.548-96 [17] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33] ССБТ [18] ГОСТ 12.1.038-82 [38] СНиП 2.04.05-91 [19] СНиП 21-01-97 [20] СНиП 23-05-95 [21]

Примечание: пожарная безопасность описана как ЧС

Полевой этап

1. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

При проведении опытных работ в обязательном порядке проявляются факторы, оказывающие вредное воздействие на персонал, население и окружающую среду. К ним относятся повышение содержание в воздухе, почве, воде и на поверхности оборудования:

- радиоактивных веществ – природного урана и его продуктов распада;
- вредных химических веществ (ВХВ) – серной кислоты, азотной кислоты.

Контроль за влиянием ОПВ-2 на окружающую среду предусмотрен в соответствии с требованием [26].

Обращение с радиоактивными веществами в процессе обработки участка месторождения производится согласно программе радиационной защиты.

Необходимо исключить всякое необоснованное воздействия на окружающую среду до разумно достижимого уровня с условием не превышения соответствующих пределов доз и уровней.

Для этого, в соответствии с п.п.1.11 – 1,14 ОСП-76/87, предусматриваются работы по двум направлениями: [29]

А) Определение состояния радиационной и токсической безопасности объекта.

Б) Принятие комплекса защитных мер основе оценки состояния радиационной и токсической безопасности и контроль его исполнения.

Работы по обеспечению радиационных безопасности проводятся планомерно в случае нормативного производственного режима и оперативно – в аварийных и экстренных случаях.

Опасность обращения с радиоактивными веществами обуславливает необходимость доступа к таким работам профессиональных работников со специальной подготовкой и не имеющих медицинских противопоказаний.

Определение состояния радиационной и токсической опасности включает:

- контроль условий труда персонала;
- мониторинг окружающей среды;
- выходной контроль поверхности загрязнения транспорта и упаковочных комплексов готового продукта.

таблица 15 – Основные пожароопасные и токсические свойства сырья (ГОСТ 12.1.005-88)[28]

Наименование сырья, реагентов, продукта	Класс опасности	Температура *С			Область воспламенения		Характеристика токсичности (воздействие на человека)
		Вспышки	Воспламенение	Самовоспламенение	Нижний предел	Верхний предел	
1	2	3	4	5	6	7	8
Продуктивные Растворы		Пожаро-, взрывобезопасны					Токсичны вследствие наличия ионизирующей радиации
Серная Кислота	II	Пожаро-, взрывобезопасна					Раздражает и прижигает слизистые верхних дыхательных путей, поражает лёгкие. Токсична.
Меланж Азотнокислый	II	Не взрывается. Самовозгорание при соприкосновении древесной стружки, опилок, соломы, кусков древесины.					Вызывает общую слабость, головокружение, тошноту. Вызывает тяжёлые ожоги кожи.
Смола ионо-Обменная	IV	Пожаро-, взрывобезопасна					Не токсична.
Товарный Десорбат		Пожаро-, взрывобезопасен					При попадании на кожу вызывает ожоги. Токсичен вследствие наличия ионизирующего излучения.
Топливо Дизельное	III	35			ЛВЖ		Острые отравления маловероятны. Раздражает кожу.
Масло Моторное	IV	170			ГЖ		Раздражает кожу.

2. Превышение уровней шума, вибрации

Шум и вибрации возникает из-за колебаний машины также передвижная дизельная электростанция ДЭС-100П, привод и механизмы буровой установки БПУ-100М, передвижной буровой установки ЗИФ-1200 МР и приводом от ДЭС-100п авто и спецтранспорт. Уровень шума составляет 80 дБ на рабочих местах по результатам их аттестации.

Таблица 16 – Допустимые уровни звукового давления и уровни звука в производственных помещениях (СНиП 1.02.007-94)[27]

Наименование	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами								Уровни звука (эквивалентные уровни)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещение для умственной работы (кабинеты, конструкторск.бюро, здравпункты...)	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Рабочие места в производ.помещениях и на территории производ.предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	85

При организации рабочего места применяются меры по снижению уровня шума. С этой целью дизель-двигатель-генератор, обеспечивающий электроэнергией здания и сооружения партии вносятся на расстояния, уменьшающий уровень звука до значения, не превышающих допустимые нормы. На буровых работах применяются каски и наушники также:

- уменьшение шума в источнике возникновения;
- изменение направленности излучения;
- рациональная планировка предприятий;
- уменьшение шума на пути его распространения.

Влияние вибрации на человека зависит от её спектрального состава, направления, места подключения, продолжительности воздействия. Детальная классификация вредного влияния вибрации приведена на рис. 7.1.

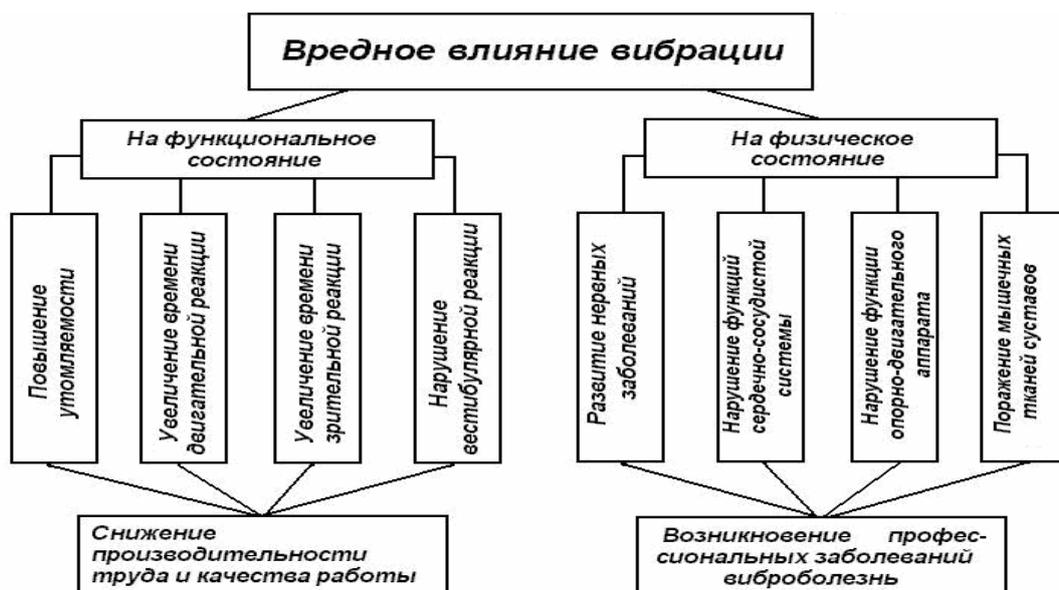


Рис 7.1 – Классификация вредного влияния вибрации на человека

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.

Уровень вибрации на рабочих местах не должен превышать норм, установленных [30]

Таблица 17 – Нормы опасных и вредных факторов на буровой установке (СНиП 1.02.012-94) [30]

Вид вибрации	Постоян. Направление вибрации	Уровни вибрационной скорости в ДБ при среднегеометрических октавных частот, Гц						
		1	2	4	8	16	31	63
Транспортная	Ось Z	132	123	114	108	107	107	107
	Оси X и Y	122	117	116	116	116	116	116
Транспортно- технологическая	Ось Z	-	117	108	102	101	101	101
	Оси X и Y	-	117	108	102	101	101	101
технологическая	Ось Z	-	108	99	93	92	92	92

На постоянном рабочем месте	Оси X и Y	-	108	99	93	92	92	92
В зданиях промышленных и производственных служащих	Оси X и Y	-	100	91	85	84	84	84
В зданиях служащих умственной работы	Оси X и Y	-	91	82	76	75	75	75

Мероприятия по устранению вредного действия вибрации проводятся в следующих направлениях:

- применение дистанционного управления, исключая передачу вибрации на рабочие места;

- разработка и осуществление мероприятий по виброизоляции рабочего места при работе машин, генерирующих вибрацию;

- проведение при конструировании, монтаже и эксплуатации оборудования технических мероприятий по борьбе с вибрацией рабочих мест, согласно действующим инструкциям, нормам и техническим условиям.

3. Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Основные требования микроклиматическим условиям и воздуху рабочей зоны отражены в ГОСТах, ССБТ и других нормативных документах[32].

Климат района резко континентальный с большими колебаниями сезонах и суточных температур воздуха, малым количеством осадков – около 120 мм за год на равнине и 200мм в горах.

Зима (декабрь-февраль) мягкая, малоснежная. Температура воздуха днем -3° , -8° С, ночью -12° , -18° С (минимум -36° С). Грунт промерзает на глубину до 1 м.

Лето (май-сентябрь) сухое и жаркое с ясной солнечной погодой. Температура воздуха днем $22-32^{\circ}$ (максимум $+42^{\circ}$ С), ночью $12-17^{\circ}$ С.

Так как работы будут проводится на открытом воздухе и исключительно различные простудные заболевания необходимо соблюдать оптимальные нормы атмосферного воздуха, в зависимости от категории работ.

Содержание в воздухе вредных ионизирующих газов соответствует естественному натуральному фону (-20 мкр/г) и не опасно для людей.

Таблица 18 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне (ГОСТ 12.1.005-76ССБТ)

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные				
Холодный и переходной периоды года	Легкая I	20-23	60-40	0,2
	Сред. тяжести II а	18-20	60-40	0,2
	Сред. тяжести II б	17-19	60-40	0,3
	Тяжелая III	16-18	60-40	0,3
Теплый период года	Легкая I	22-25	60-40	0,2
	Сред. тяжести II а	21-23	60-40	0,3
	Сред. тяжести II б	20-22	60-40	0,4
	Тяжелая III	18-21	60-40	0,5

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходной периоды года	Легкая I	19-25	75	0,2
	Сред. тяжести II а	17-23	75	0,3
	Сред. тяжести II б	15-21	75	0,4
	Тяжелая III	13-19	75	0,5
Теплый период года	Легкая I	Не более чем на 3 выше t* (но не более 28)	Не более: при 28°С 55 при 27°С 60	0,2-0,5
	Сред. Тяжести II а			0,2-0,5
	Сред. Тяжести II б			0,3-0,7
	Тяжелая III	То же, но не более 26	при 26°С 65	0,3-0,7
	С значительным избытком тепла	Легкая I	Не более чем на 3 выше t* (но не более 28)	0,2-0,5
		Сред. тяжести II а		0,3-0,7
		Сред. тяжести II б		0,5-1,0

Сезон года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Тяжелая III	То же, но не более 26	при 24°С 75	0,5-1.0

Камеральный этап

1. Отклонение параметров микроклимата в помещении

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

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: [13]

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

К источникам теплоты относятся 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. [17]

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 19, применительно к выполнению 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.

Таблица 19 – Оптимальные величины и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений при работе в компьютерном помещении в соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96 [17]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактическая	Оптимальная	Фактическая	Оптимальная	Фактическая	Оптимальная	Фактическая	Оптимальная
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 помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ [33].

Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяют следующие основные мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления.

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Источник естественного освещения – это солнечная радиация, то есть поток лучистой энергии солнца, доходящей до земной поверхности в виде

прямого и рассеянного света. Основной величиной для расчета и нормирования естественного освещения внутри помещений принят коэффициент естественной освещенности (КЕО). Коэффициент естественной освещенности рассчитывается по формуле (7.1).

$$КЕО=(E/E_0) \times 100\%, \quad (7.1)$$

где E – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк; E₀ – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1.5%.

Искусственное освещение может быть общим, местным и комбинированным.

Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, который принимается в зависимости от условий среды и класса помещений по взрывопожароопасности.

В таблице 20. 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 20 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)[46]

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.

Световой поток от лампы накаливания или группы разрядных ламп, образующих светильник, рассчитывают по формуле (7.2).

$$\Phi_{л} = 100 \times E_{н} \times S \times z \times k / N \times \eta, \quad (7.2)$$

где $\Phi_{л}$ – световой поток лампы или группы ламп, лм; N – число светильников в помещении, шт; $E_{н}$ – нормированная минимальная освещенность, лк; S – площадь освещаемого помещения, м²; z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению $E_{сп}/E_{min}$, значение которого для ламп накаливания составляет 1.15, а для люминесцентных ламп – 1.1; k – коэффициент запаса, составляющий для ламп накаливания 1.3-1.6 и для разрядных ламп – 1.4-1.8; η – коэффициент использования светового потока ламп. Недостаточное освещение ведет к перенапряжению глаз, к общему утомлению человека. В результате снижается внимание, ухудшается координация движений, что может привести при конкретной физической работе к несчастному случаю.

3. Степень нервно-эмоционального напряжения

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество.

Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

-проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

-для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально;

-для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы [33].

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

Полевой этап

1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)

Расстояние грузоперевозок принимается согласно прилагаемой схеме транспортировки грузов.

Все грузы, завозимые на участок работ, подлежат погрузо-разгрузочным работам. Самосвалы подлежат только погрузке. Погрузо-разгрузочные работы производятся электротельферами, автокранами грузоподъемностью до 5 т, экскаваторами, а также вручную.

Автоцистерна для перевозки кислот, кроме дополнительного оборудования, указанного в Правилах дорожного движения, комплектуется:

-набором инструмента для мелкого ремонта транспортного средства;
-огнетушителем порошковым или углекислотным ёмкостью не менее 5 литров;

не менее чем одним противооткатным упором.

Автоцистерна для перевозки кислот должна дважды в год представляться Госавтоинспекции на осмотр с целью проверки соответствия её Правилам

дорожного движения, условиям безопасной перевозки. При удовлетворении требований выдаётся свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке опасных грузов.

В случае дорожно-транспортного происшествия и других аварийных ситуаций водитель действует в соответствии с Правилами дорожного движения. Кроме того водитель обязан:

- при необходимости принять меры для вызова пожарной помощи;
- в соответствии с аварийной карточкой принять меры по первичной ликвидации последствий аварии;
- обозначить место аварии;
- по возможности не допускать посторонних лиц к месту аварии;
- по прибытии на место аварии представителей органов внутренних дел,
- здравоохранения и других служб проинформировать их об опасности и принятых мерах и предъявить транспортные документы на перевозимый груз.

Разливы кислот немедленно смываются обильным количеством воды и нейтрализуются известью или кальцинированной содой, после чего засыпаются песком, собираются в контейнер и отправляются на площадку временного хранения отходов.

Таблица 21 – Перечень возможных аварии при транспортировка автомобильным транспортом, на предприятиях подземного скважинного выщелачивания. (ПБТРВ-73)[34]

Возможные аварии		Категория (группа) аварий	Масштаб воздействия
1	1	2	3
1.Транспортировка автомобильным транспортом			
1.1	Повреждение упаковок при погрузочно-разгрузочных работах	1 категории 2 категория 3 категория	объектовый
1.2.	Повреждение (разрушение) упаковок в результате автомобильной аварии	1 категории 2 категория 3 категория	объектовый или местный
1.3	Повреждение (разрушение) упаковок в результате пожара в пути или на стоянках	1 категория 2 категория 3 категория	объектовый или местный
2.Транспортировка железнодорожным транспортом			
2.1.	Повреждение упаковок при	1 категории	объектовый

погрузочно-разгрузочных работах	2 категория 3 категория	
2.2. Повреждение (разрушение) упаковок в результате железнодорожного крушения или аварии с повреждением подвижного состава, сходом с рельс вагонов или их опрокидыванием	1 категории 2 категория 3 категория	объектовый или местный
2.3. Повреждение (разрушение) упаковок в результате пожара в пути или на стоянках	1 категории 2 категория 3 категория	объектовый или местный

2. Пожарная опасность

В Рудоуправлении №6 предусмотрены все средства для предотвращения и тушения пожара, имеется собственная пожарная часть, с наличием автомашин. Все здания и сооружения согласно графику осматриваются соответствующими инстанциями на наличие нарушений, а также улучшений. В таблице 22 приведены характеристики зданий и сооружений на данном участке.

Таблица 22 – Противопожарные характеристики зданий и сооружений(СНиП 2.11.03-93)[35]

Здание, сооружение	Степень огнестойкости	Категория
АБК	2	Д
Котельная	2	Г
Насосная станция	3а	В
АЗС	2	Д
Механико-мастерская	2	В
Склад	2	Д
Административное здание	2	Д

Для наружного пожаротушения согласно СНиП 2.04.02-84 при расходе 20/л сек. при одном пожаре в течение 3-х часов необходимо 216 м³ воды. Из насосной станции выведены гайки «Богданова» для присоединения пожарных рукавов со стволами РС-70 при тушении пожара.

Объем раствора пенообразователя определен из расчета тушения пожара на площади горизонтального сечения резервуара емкостью $V=25\text{ м}^3$ в течение 10 мин. При интенсивности подачи раствора пенообразователя $0,05\text{ л/см}^2$.

Для хранения раствора пенообразователя с учетом его 100% запаса принимается бак из нержавеющей стали толщиной 4мм емкостью $1,6\text{ м}^3$. К месту пожара раствор подается мотопомпой МП-600В с двигателем внутреннего сгорания.

Бак, мотопомпа, всасывающие и напорные пожарные рукава $d=50\text{ мм}$, пеногенератор ГПС-200 хранятся в теплом помещении котельной.

Охлаждение водой подземных резервуаров вместимостью до 400 м^3 , согласно пунктов 8.7,8.13,8.18 СНиП 2.11.03-93 не предусматривается [36].

Оснащение производственных зданий и территории промплощадки первичными средствами пожаротушения должно производиться в соответствии с ПБ РК-97 [37].

Пожарный щит с набором инвентаря и ящика для песка $V=1,0\text{ м}^3$ предусмотрен на выходе из помещения УППР таким образом, чтобы не препятствовать вынужденной эвакуации людей. В насосной станции хранятся рукава пожарные выкидные прорезиненные диаметром 80мм, длиной 50м – 6 штук с головками соединительными напорными типа ГР и два пожарных ручных ствола типа РС-70. Восстановление противопожарного запаса производится в срок до 36 часов из водопровода технической воды. Тушение пожара производится специально обученным персоналом из числа рабочих.

Внутренний противопожарный водопровод согласно СН и П2.04.01-85 п.6.1. и п.6.5. в зданиях с наружным пожаротушением из резервуаров, внутренний противопожарный водопровод не предусматривается. Местоположение первичных средств пожаротушения и пожарного инвентаря должно быть согласовано с органами пожарного надзора.

Пожарный щит с набором инвентаря и ящика для песка $V=1,0\text{ м}^3$ предусмотрен на выходе из помещения УППР таким образом, чтобы не препятствовать вынужденной эвакуации людей.

Перечень первичных средств на участке:

- углекислотный огнетушитель ОУ-5	- 1 шт.
- пенный огнетушитель	- 6 шт.
- порошковый огнетушитель	- 1 шт.
- ящик с песком 0,5 м ³	- 2 шт.
- войлок, кошма, асбест: 1-1.5 м ²	- 2 шт.

Ввиду широкого использования в производстве горючих и легко воспламеняющихся жидкостей, а также географического положения рудника, на данном участке предусмотрены все виды противопожарной безопасности. На пожарной станции находятся профессиональные пожарники, автомашина «ГАЗ-53» оборудованная насосной установкой, предназначенная для тушения и ликвидации пожара на полигоне выщелачивания. Все рабочие из числа участка геотехнологического поля-1 и 2, обучаются основам противопожарных действий, необходимых для тушения и ликвидации пожара до прибытия специального персонала.

Камеральный этап

1. 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.

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.

Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 23 [38]

Таблица 23 – Предельно допустимые значения напряжений и токов(ГОСТ 12.1.038-82)[35]

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

Примечания: 1. Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 минут в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения. 2. Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 250⁰ С) и влажности (более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [39], правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ) [40].

Аудитория, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [40] относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С⁰, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций)

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 -79 [41] и ГОСТ 12.1.038-82 [38].

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

Проектом предусмотрены технологические решения и мероприятия по минимизации вредного воздействия проектируемого рудника на атмосферу, подземные воды, почву.

При проведении опытных работ в обязательном порядке проявляются факторы, оказывающие вредное воздействие на персонал, население и окружающую среду. К ним относятся повышение содержание в воздухе, почве, воде и на поверхности оборудования:

- радиоактивных веществ – природного урана и его продуктов распада;
- вредных химических веществ (ВХВ) – серной кислоты, азотной кислоты.

Таблица 24 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при геологоразведочных работах на месторождениях урана гидрогенного типа (Казахстан)

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Засорение почвы производственными отходами	Вывоз и захоронение производственных отходов
Вода и водные ресурсы	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	Ликвидационный тампонаж скважин. Гидрогеологические, гидрогеохимические и инженерно-

	инженерно-геологических свойств пород)	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.

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 [42].

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.

7.4 Законодательное регулирование при работах, профессионально связанных с эксплуатацией персонального компьютера

При разработке данного раздела учитываются необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером. Продолжительность рабочего дня составляет 8 часов.

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. N 302н работы профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ не входят в перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ.

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 "О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33] " лица, работающие с ПЭВМ более

50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке [43].

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю [44].

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. Продолжительность и частота перерывов зависит от категории работы с компьютером и уровня нагрузки (таблица 25) [45].

Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии со статьей 108 Трудового кодекса РФ в течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Таблица 25 – Категории работ с компьютером [44]

Категории работы с компьютером	Уровень нагрузки за смену при разных видах работ		
	А	Б	В
	кол-во знаков	кол-во знаков	часы
І	до 20000	до 15000	до 2
ІІ	до 40000	до 30000	до 4
ІІІ	до 60000	до 40000	до 6

При 8-часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать [44]:

– для І категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через два часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;

– для II категории работ – через два часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;

– для III категории работ – через 1,5-2 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

Заключение

На основе разработанной модели исследованы влияние расположения скважин на степень извлечения минерала, время отработки блока также расход кислоты на 1 кг добываемого урана, время закисления ячейки также время выщелачивания, определена оптимальная схема расположения скважин.

В результате исследования было выявлено полученные в результате вычисления данные показывают, что применение добычи минералов в случае рядного расположения скважин дает возможность повышения степени разработки и длительность разработки месторождения.

Список литературы

1. Язиков В.Г., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. Алматы 2001.
2. Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнических свойств руд и геотехнологических условий урановых месторождений гидрогенного типа. Проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 213 с.
3. Технический проект на сооружение технологических скважин на месторождениях Южный и Северный Карамурун, Методический отдел, Алматы 2004.
4. Гергерт Г.Э. «Основы экономики и организации геологоразведочных работ». Семей 2012.
5. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф. Урановые месторождения Казахстана: (экзогенные). Алматы: Гылым, 1995.-264 с.
6. FAZLULLIN, M., NOVOSELTSEV, V., FARBER, V., SOLODOV, I., NESTEROV, Ju. «Restoration Experience on Uranium Ore-bearing Aquifers after In-Situ Leach via Hydrogeochemical Methods)), Technical Committee Meeting on In-Situ Leach Uranium Mining, Almaty, 1996 (in press).
7. AUBAKIROV, H., et al. «Report on exploration of the Kanzhugan deposit)), Almaty, Volkovgeologia, (1983). ICCSR 26000:2011.
8. Report on TACIS Programme: «Assessment of Urgent Measures to be taken for Remediation at Uranium Mining and Milling Tailings in the Commonwealth of Independent States CIS», Regional Project No. G42/93, NUCREG 9308, (1998).
9. Dobrzinski, I, 1997, Beverley and Honeymoon Deposits, MESA Journal 5, April 1997.
10. Gupta SK, Singh H (1999) Uranium recovery from secondary resources. IAEA Technical Committee Meet, Vienna, 15 – 18 June 1999
11. Boystov, A, 2014, Worldwide ISL Uranium Mining Outlook, URAM 2014,
12. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89). ГОСТ 12.1.019 - 79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
13. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92).
14. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
15. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
16. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
17. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

18. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.
19. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
20. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение
21. Санитарным правилам обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-97);
22. Санитарным правилам ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд (СП ЛКП-98);
23. Санитарным нормам проектирования производственных объектов СНИП № 1.01.001.-94;
24. Нормы радиационной безопасности (НРБ). Межгосударственные гигиенические нормативы (ГН 2.6.1.054-96). Алматы 1997 г.
25. СНиП № 1.02.007-94 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах»
26. ГОСТ 12.1.005-88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоне”.
27. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. ОСП-76/87.
28. СНиП № 1.02.012-94 «Санитарные нормы вибрации рабочих местах»
29. ГОСТ 12.1.005-76ССБТ «Воздух рабочей зоны»
30. СНИП №1.02.006-94 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений».
31. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
32. Правилами безопасного транспортирования радиоактивных веществ ПБТРВ-73
33. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы»
34. СНиП 2.02-05-2002 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
35. «Правилами пожарной безопасности Республики Казахстан ПБ РК-97».
36. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
37. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Атомиздат, 1971.
38. Правила устройства электроустановок. 7-е изд., разд. 1, 6, 7. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
39. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

40. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012N 117-ФЗ, от 02.07.2013 N 185-ФЗ).

41. Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»

42. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - N 1 (Ч. 1). - Ст. 3.

43. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

44. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6.04.03 г.)