

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

УДК 553.43: 553.536 (574) (043)

На правах рукописи

Түменбаева Мақпал Серікқызы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации - Особенности оптимизации схемы вскрытия и
отработка урановых залежей на руднике
«Семизбай»

Направление подготовки - 6М070600 «Геология и разведка урановых
месторождений/геохимия»

Научный руководитель

Доктор геолого-минералогических
наук, академик Академии
минеральных ресурсов РК

 В.Л. Лось
«__»__ 2019 г.

Производственный руководитель

Начальник ГТО рудник Семизбай
ТОО «Семизбай-У»

 А.Т. Умиралиева
«__»__ 2019 г.

Рецензент

Доктор технических наук, профессор

 Х.А. Юсупов
«__»__ 2019 г.

Нормоконтролер

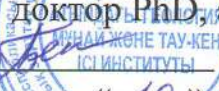
канд. геол.-минерал. наук, лектор

 С.К. Асубаева
«__»__ 2019 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ГСПиР МПИ

доктор PhD, ассоц. профессор

 А.А. Бекботаева

« 10 »__ 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

6М070600 – Геология и разведка урановых месторождений/геохимия



ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Туменбаевой Макпал Серікқызы

Тема «Особенности оптимизации схемы вскрытия и отработка урановых залежей на руднике «Семизбай»

Утвержденный приказом по университету №1193-М от «29» октября 2018 г.

Срок сдачи законченной работы «12» декабря 2019г.

Исходные данные к магистерской диссертации – текстовые и графические материалы производственной и исследовательской практики

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации:

- а) построение математическую модель
- б) выбрать оптимальную схему вскрытия и отработка урановых залежей сравнение отработанных блоков и оптимизировать с помощью 3D
- в) вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда
- г) расчёт экономической эффективности разработки
- д) приложения

Перечень графического материала:

- а) технологические схемы;
- б) графики;
- в) таблицы.

Рекомендуемая основная литература:

- 1) Пересчет запасов месторождение Семизбай по кондициям для ПВ, Степногорск, 1988
- 2) Рогов Е.И., Язиков В.Г., Рогов А.Е. Математическое моделирование в горном деле. Алматы: 2002. – 224 с.

3) Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: Учеб. пособие. - ТПУ. - 2014.

ГРАФИК

подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю и консультантам	Примечание
Введение		
Общие сведения об объекте		
Геологическая строение месторождения		
Экспериментальная часть		
Заключение		

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование раздела	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Введение	В.Л.Лось Доктор геол.-мин. наук, акад.Академии мин.рес. РК	09.12.19	
Общие сведения об объекте		09.12.19	
Геологическая строение месторождения		09.12.19	
Экспериментальная часть		09.12.19	
Заключение		09.12.19	
Нормо контролер	С.К.Асубаева канд. геол.-минерал.наук, лектор	09.12.19	

Научный руководитель В.Л.Лось
Задание принял к исполнению М.С.Түменбаева

Дата 09.12.2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

Түменбаева Мақпал Серікқызы

Особенности оптимизации схемы вскрытия и отработка урановых залежей на
руднике «Семизбай»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 6М070600 – Геология и разведка урановых месторождений /
геохимия

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

УДК 553.43: 553.536 (574) (043)

На правах рукописи

Түменбаева Макпал Серікқызы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации - Особенности оптимизации схемы вскрытия и
отработка урановых залежей на руднике
«Семизбай»

Направление подготовки - 6М070600 «Геология и разведка урановых
месторождений/геохимия»

Научный руководитель
Доктор геолого-минералогических
наук, академик Академии
минеральных ресурсов РК

_____ В.Л.Лось
«__» _____ 2019 г.

Производственный руководитель
Начальник ГТО рудник Семизбай
ТОО «Семизбай-У»

_____ А.Т.Умиралиева
«__» _____ 2019 г.

Рецензент
Доктор технических наук, профессор

_____ Х.А.Юсупов
«__» _____ 2019 г.

Нормоконтролер
канд. геол.-минерал.наук, лектор

_____ С.К.Асубаева
«__» _____ 2019 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой ГСПиР МПИ
доктор PhD, ассоц.профессор
_____ А.А. Бекботаева
«__» _____ 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

6M070600 – Геология и разведка урановых месторождений/геохимия

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ГСПиР МПИ
доктор PhD, ассоц.профессор

А.А. Бекботаева

«___» _____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Туменбаевой Макпал Серікқызы

Тема «Особенности оптимизации схемы вскрытия и отработка урановых залежей на руднике «Семизбай»

Утвержденный приказом по университету №1412-М от «26» декабря 2018 г.

Срок сдачи законченной работы «12» декабря 2019г.

Исходные данные к магистерской диссертации – текстовые и графические материалы производственной и исследовательской практики

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации:

- а) построение математическую модель
- б) выбрать оптимальную схему вскрытия и отработка урановых залежей сравнение отработанных блоков и оптимизировать с помощью 3D
- в) вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда
- г) расчёт экономической эффективности разработки
- д) приложения

Перечень графического материала:

- а) технологические схемы;
- б) графики;
- в) таблицы.

Рекомендуемая основная литература:

- 1) Пересчет запасов месторождение Семизбай по кондициям для ПВ, Степногорск, 1988
- 2) Рогов Е.И., Язиков В.Г., Рогов А.Е. Математическое моделирование в горном деле. Алматы: 2002. – 224 с.

3) Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование

комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: Учеб. пособие. - ТПУ. - 2014.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю и консультантам	Примечание
Введение		
Общие сведения об объекте		
Геологическая строение месторождения		
Экспериментальная часть		
Заключение		

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию
с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование раздела	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Введение	В.Л.Лось Доктор геол.-мин. наук, акад. Академии мин.рес. РК		
Общие сведения об объекте			
Геологическая строение месторождения			
Экспериментальная часть			
Заключение			
Нормо контролер	С.К.Асубаева канд. геол.-минерал.наук, лектор		

Научный руководитель _____ В.Л.Лось
Задание принял к исполнению _____ М.С.Түменбаева

Дата

АҢДАТПА

Осы диссертациялық жұмыс: тапсырмадан, кіріспеден, 7 тараудан, қорытындыдан және әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертациялық жұмыс 73 беттен тұрады, 16 сурет, 16 кесте бар.

Энергетика қажеттілігі үшін уранды әлемдік тұтыну үнемі артып келеді және 2019 жылға сұраныс шамамен 81,65 мың тоннаны құрады, ал осы жылы уранды өндірудің әлемдік көлемі Дүниежүзілік ядролық қауымдастықтың деректері бойынша 63,50 мың тоннаны құрады.

Зерттеу объектісі-"Семізбай" кеніші, ол Батыс-Сібір жазығына біртіндеп өтетін Қазақ тауының солтүстік-шығыс шетінде орналасқан.

Осы диссертациялық жұмыста жер асты ұңғыларын шаймалау тәсілімен кезінде уран шоғырларының ашудың оңтайлы тәсілін таңдау болып табылады.

Бұл жұмыстың мақсаты - "Семізбай" кенішіндегі уран кендерін өңдеу үшін оңтайлы ашу сызбасын оңтайландыру және таңдау. Зерттеу нәтижесінде математикалық модель салынды және геотехнологиялық параметрлер есептелді, салыстыру үшін гексагоналды және қатар ашу схемасымен өңделген екі блок таңдап алынды және Leapfrog Geo көмегімен 3D блок моделі салынды. Енгізу барысында "Семізбай" кеніші үшін оңтайлы ашу схемасымен қатарлы деп танылып, уран өндірудің өзіндік құнының төмендеуіне алып келді, дәлірек айтқанда ұңғымаларды бұрғылау, РВР жұмыс шығындарын төмендетті, электр энергиясы мен қышқылды үнемдеді. Бір блок үшін жалпы экономикалық тиімділік 56 142 491 теңгені құрады.

АННОТАЦИЯ

Настоящая диссертационная работа состоит из: задания, введения, глав, заключения и списка литературы. Диссертационная работа изложена на 73 страницах, содержит 16 рисунков, 16 таблиц.

По данным Всемирной ядерной ассоциации мировое потребление урана для нужд энергетики постоянно увеличивается и спрос на 2019 г. составил около 81,65 тыс. тонн, тогда как мировой объем добычи урана на этот же год составил 63,50 тыс. тонн.

Объектом исследования является рудник «Семизбай», который расположен на северо-восточной окраине Казахского нагорья, понемногу переходящего в Западно-Сибирскую равнину.

В настоящей диссертационной работе рассмотрен один из важных процессов работы - вскрытые урановых залежей при отработки способом подземного скважинного выщелачивания.

Цель данной работы - оптимизировать и выбрать оптимальную схему вскрытия для отработки урановых залежей на руднике «Семизбай». В результате исследования был построен математическая модель и посчитаны геотехнологические параметры, для сравнения было выбрано два отработанных блока с разной схемой вскрытия, гексагональной и рядной и был построен 3D модель блока с помощью Leapfrog Geo. В процессе внедрения было выявлено, что для рудника «Семизбай» оптимальной схемой вскрытия является рядная, которая приводит к снижению себестоимости добычи урана, а именно затраты на бурение скважин, РВР работы, на электроэнергия и кислоту. Общая экономическая эффективность для одного блока составляет 56 142 491 тенге.

ANNOTATION

This this dissertation work consists of: assignment, introduction, 7 chapters, conclusion and list of references. The thesis is presented on 73 pages, contains 16 figures, 16 tables.

World uranium consumption for energy needs is constantly increasing and demand for 2019 amounted to about 81.65 thousand tons, while world uranium production for the same year amounted to 63.50 thousand tons according to the world nuclear Association.

The object of the study is the mine "semizbay", which is located on the North-Eastern outskirts of the Kazakh highlands, gradually turning into the West Siberian plain.

In this thesis it is considered one of the important processes of uranium uranium deposits uncovered during mining in-situ leaching method.

The purpose of this work is to optimize and select the optimal opening scheme for mining uranium deposits at the semizbay mine. As a result of the study, a matimatic model was built and geotechnological parameters were calculated, two spent blocks with different hexagonal and row opening scheme were selected for comparison, and a 3D model of the block was built with the help of Leapfrog Geo. In the process of implementation, it was revealed that for the mine "semizbay" the optimal scheme of opening the row which led to a decrease in the cost of uranium production, or rather reduced the cost of drilling wells, RVR work, saved electricity and acid. The total economic efficiency for one block amounted to 56 142 491 tenge.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Общие сведения об объекте исследования	11
1.1 Географо-экономическая характеристика района	12
1.2 Обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ (исследований)	13
2. Геологическая характеристика объекта	14
2.1 Литолого-стратиграфический разрез	14
2.2 Тектоника	21
2.3 Магматизм	23
2.4 Полезные ископаемые	24
3 Геотехнологическая классификация месторождения Семизбай	25
3.1 Основные геотехнологические свойства руд. Литолого-фациальная и геохимическая характеристика продуктивных горизонтов	25
3.2 Вещественный состав руд и вмещающих пород	26
3.3 Описание рудных тел	27
3.4 Генезис месторождения	28
3.5 Гидрогеологические Условия месторождения	28
3.6 Петрофизическая характеристика разреза	31
4 Схемы вскрытия и отработка урановых залежей на руднике «Семизбай»	33
4.1 Опытные работы ПСВ на урановом месторождении Семизбай	33
4.2 Проектируемые геотехнологические параметры	34
4.3 Построение математических моделей для оптимизации схем и параметров расположения откачных и закачных скважин при ПСВ урана	34
4.4 Метод построения и реализации оптимизационных моделей	41
4.5 Сравнение отработанных блоков	43
4.6 Построение 3D модель блоков с помощью Leapfrog Geo	47
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51
5.1 Амортизационные отчисления	51
5.2 Стоимость горно-подготовительных работ	52
5.3 Основные технико-экономические показатели на отработку опытного блока №3а	53
5.4 Основные технико-экономические показатели	55
5.5 Организация труда и управление производством	57
6 Мероприятия по охране недр и окружающей среды	59
7 Охрана труда и техники безопасности	68
Заключение	72
Перечень принятых сокращений, терминов	73
Список использованной литературы	74

ВВЕДЕНИЕ

Уран – один из основных источников атомной энергетики. По данным Всемирной ядерной ассоциации мировое потребление урана для нужд энергетики постоянно увеличивается и спрос на 2019 г. составил около 81,65 тыс. тонн, тогда как мировой объем добычи урана на этот же год составил 63,50 тыс. тонн. Общий ресурс урана в Казахстане достигает порядка 1,6 млн. тонн, что составляет около 20% разведанных мировых запасов, из них около 1,1 млн тонн можно добывать методом подземного выщелачивания.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) объявило в декабре 2018 года о выборе АО «НАК «Казатомпром» в качестве одного из поставщиков низко обогащённого урана (НОУ) для Банка НОУ МАГАТЭ. Данный выбор говорит о высоком уровне доверия со стороны мирового сообщества, как признанному и надёжному поставщику урановой продукции [1].

Месторождение Семизбай расположено в Акмолинской и Северо-Казахстанской области, причём значительный отрезок месторождения находится в Уалихановском районе СКО, а остальная часть – в Енбекшильдерском районе. Рудный объект гидрогенного типа, который залегает в рыхлых осадочных породах на соединении северо-восточной окраины Казахского щита и западно-сибирской плиты Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы.

Месторождение «Семизбай»:

- дата запуска в эксплуатацию - 2009 год
- проектная мощность - 500 тонн/год
- готовая продукция – товарный десорбат.

Запасы урана по месторождению:

- по категории C_1 - 13 903 тонн
- по категории C_2 – 3 205 тонн [2].

Основная структура месторождения - Семизбайская эрозионно-тектоническая впадина близширотной ориентировки, выполненная континентальными и отчасти прибрежно-морскими мезозойско-кайнозойскими отложениями. Семизбайская впадина представлена фрагментами палеодолины, погружающейся на восток, под углом 6° . Её субстрат и ближайшее обрамление сложены гранитоидами Жаманкойтасского массива. На восточной окраине фланга месторождения развиты вулканогенно-осадочные породы среднего ордовика (порфириты, андезиты и их туфы и туфопесчаники, алевролиты, песчаники, гравелиты), образовав северное крыло Селетинского синклинория с наклоном слоев примерно 3° .

Мощность семизбайской свиты расположена с запада на восток от 40-60 до 180-200 м. Её нижняя подсвита сложена аллювиальными сероцветными отложениями, верхняя - пёстроцветными склоновыми. Нижняя подсвита включает три пачки: конгломератовую, глинистую и песчаниковую, в составе верхней подсвиты выходит алевропесчаниковая, песчаниково-глинистая и

алевроглинистая пачки. Промышленное оруденение (90% запасов) находится в нижнесемизбайском рудоносном горизонте, объединяющем песчаниковую пачки нижней подсвиты и конгломератовую, а также в верхнесемизбайском, представленном алевропесчаниковой пачкой верхней подсвиты. Вместе они разделяющей их глинистой пачкой они образуют продуктивную толщу [3].

Целью настоящей работы является оптимизировать и выбрать оптимальную схему вскрытия для отработки урановых залежей на руднике «Семизбай».

Идея работы – выбор геотехнологических параметров и схемы вскрытия с использованием математической и 3D модели с учетом проницаемости рудовмещающих пород.

Задачами исследования являются:

- построение математической модели с подсчётом геотехнологических параметров
- сравнение двух отработанных блоков по схеме вскрытия гексагональной и рядной
- построение 3D модели с помощью Leapfrog Geo с выделением рудного тела с учетом проницаемости рудовмещающих пород.

Предметом исследования является сложное гидрогенное месторождение урана «Семизбай».

Обоснованность и достоверность научных положений, рекомендаций и выводов обеспечена сбором значительного количества статистических данных, разработкой и реализацией математической модели, обоснованностью принятых исходных предпосылок с соблюдением принципов ПВ.

Научная новизна:

- разработана математическая модель и установлены параметры: оптимальный радиус для гексагональной, квадратной и рядной ячейки, Ж/Т, время закисления и выщелачивания, средняя V_d (действительная скорость) фильтрации, расходы кислоты на 1 кг добываемого урана;
- построена 3D модель месторождения с учетом проницаемости рудовмещающих пород с помощью Leapfrog Geo.

Личный вклад автора. Построение математической модели, сравнительный анализ и построение 3D модели, обработка результатов и выводы.

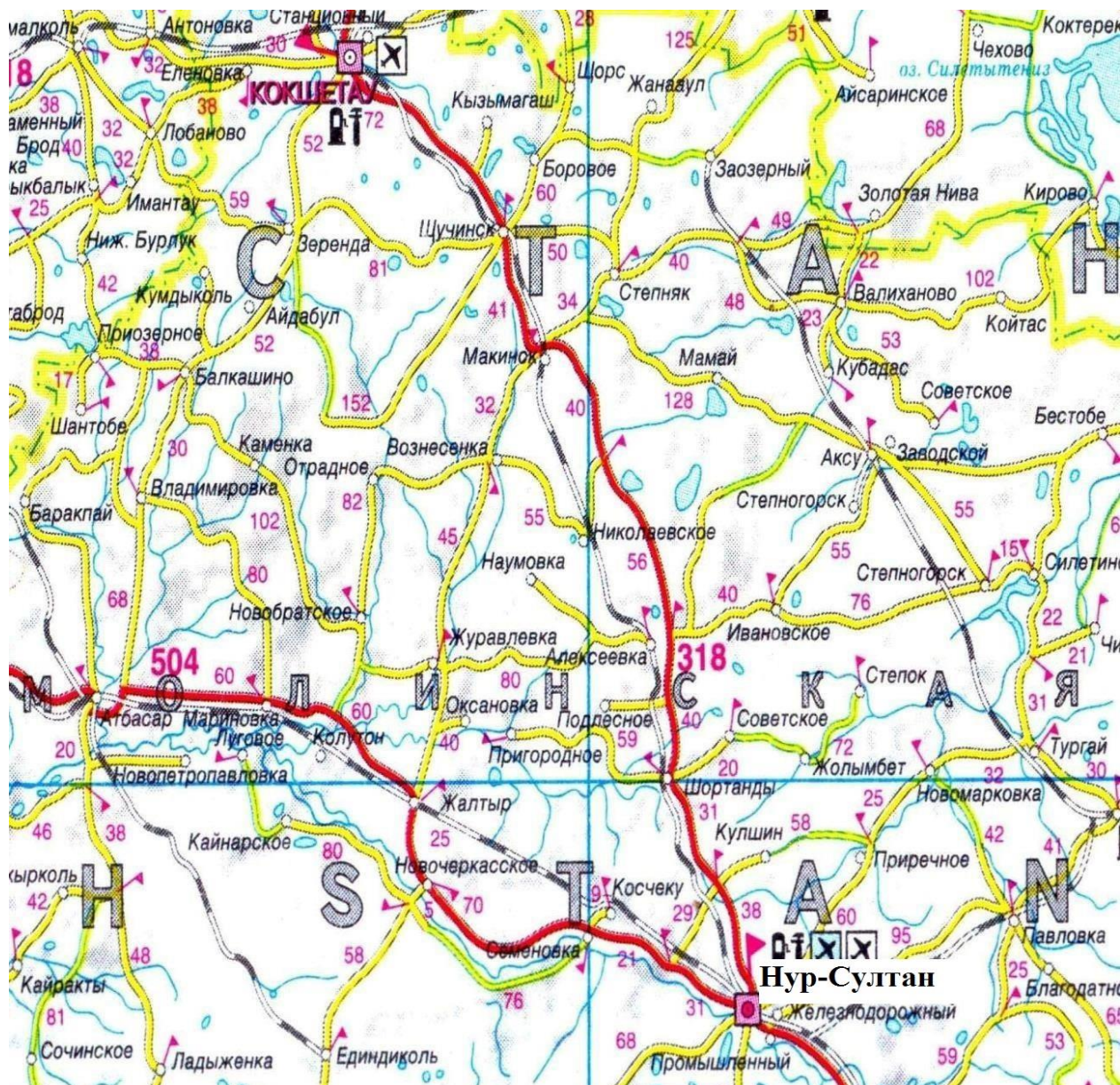
Практическая значимость работы: заключается в выборе новой методики расчётов геотехнологических параметров и построение 3D модели, что позволила увидеть блок в пространстве, обеспечить точность и снижение себестоимости добычи.

Публикации: по диссертации опубликована 1 статья.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Месторождение Семизбай (Рисунок 1) находится на северо-восточной окраине Казахского нагорья, постепенно переходящего в Западно-Сибирскую равнину.

Административно участок района относится к 2 областям, это Акмолинской и Северо-Казахстанской, причём значительная часть месторождения расположена в Уалихановском районе Севера Казахстанская область, а остальная часть в Енбекшильдерском районе Акмолинской области.



Участок работ

Рисунок 1 – Обзорная карта района работ

1.1 Географо-экономическая характеристика района

Рельеф района месторождения равнинный, холмистый, абсолютные отметки примерно от +90 до +140 м. А впадины - не менее +20-+50 м. Ландшафт типичный для Северного Казахстана – степной с сухостепным типчаково-ковыльной и разнотравьем растительностью, очень редко можно встретить небольшие деревья и колки кустарников.

Гидрографическая сеть распределена слабо. В районе месторождения есть соленые озера наиболее крупное озеро Жамантуз и временные водотоки реки Семизбай, Кыздымкарасу и Шат. Реки в основном питаются за счёт таяния снегов, и их непродолжительным пиком является весенние паводки. Сток реки собирается в местном базисе в озере Жамантуз. Так как месторождение Семизбай находится от 100 км близлежащий населённый пункт это г.Степногорск, обеспечение питьевой водой можно осуществить от водозаборных скважин, которые находятся 15 км от месторождения в заброшенном посёлке Ворошилова. По данным лабораторно-исследовательских работ было выявлено, что скважины пригодны для использования. В связи с этим есть возможность использовать в разрушенном вахтовом лагере водозаборные скважины, которые подходят для нужд рудника.

Климат в местности резко континентальный с температурой зимой -44°C , летом $+30 - +35^{\circ}\text{C}$. Зима снежная, продолжительная, лето короткое, жаркое и сухое. Морозный период начинается в конце сентября и заканчивается во второй половины мая. Годовая сумма осадков около 300 мм. Особенностью климата является постоянно дующий ветер с северо-восточных и юго-западных частей, в котором максимальная скорость достигает 18-20 м/сек. Толщина снежного покрова не более 10 см и глубина промерзания грунта достигает от 1,6 до 2,8 м.

В связи с открытием нового месторождения Семизбай (в 2009 году запуск в эксплуатацию) в районе появился новый город – Степногорск. В связи с этим появился ТОО «Степногорский горно-химический комбинат» чтобы получить закись-окись урана, что помогло экономическому развитию района и области в целом.

Этот район является одним из минимально освоенных районов в Северном Казахстане. Самые ближайшие к месторождению промышленные центры – п.Заозерное (120 км), г.Степногорск (110 км), п.Бестюбе (50 км) и железнодорожная станция Кызылту (100 км). Единственной автомагистралью связывающей месторождение с районным центром п.Степняк (165 км) и п.Уалиханово (80 км) является грейдерная дорога с покрытым щебёночным материалом.

В районе развита структура энергоснабжения. Обеспечение электроэнергией осуществляется от ЛЭП – 110 кВт, проведённой от рудника п.Бестюбе, находящегося в 50км от месторождения Семизбай.

1.2 Обзор, анализ и оценка ранее проведённых работ (исследований)

Месторождение Семизбай было открыто в августе 1973 году.

Предварительная разведка была в 1974-76 гг. В процессе предварительной разведки осуществлено комплексное изучение месторождения и определены параметры по трём вариантам кондиций - применительно по отработке способом ПВ, подземными и открытыми горными выработками. Далее была начата работа по подготовке данных для сравнения методов отработки месторождения. Для оценки применимости способа ПВ были проведены лабораторные исследования, в результате которых получены положительные данные, показавшие на возможность отработки рудной массы вышеуказанным способом. Эти данные послужили основой для постановки натурных работ.

История открытия месторождения Семизбай и изученность района подробно прописано в «Генеральном подсчёта запасов» от 01.07.1978 года, который был выполнен «Степногорской геологоразведочной партией», в состав которого входили: главный геолог Горожанин О.Л., главный геофизик Данилов Н.С., старший геолог Медведев Г.А. В состав исследовательской группы входили: старший гидрогеолог комбината Колбасина Н.А. и сотрудники ВНИИХТа Волков Н.И. и Наравас А.К.

В последующие годы 1978-84гг. была завершена детальная разведка месторождения.

После завершения детальной разведки месторождения было составлен «Окончательный отчёт о результатах детальных поисковых и разведочных работ на месторождении Семизбай», выполнен завершающий подсчёт запасов урановых руд месторождения, Условие локализации урановых руд, морфологии рудных тел, радиологических свойств руд, морфологии рудных тел, радиологических свойств руд, гидрогеологических условий разработки, минералогии руд, методики работ и т.д.

Гидрогеологические условия месторождения изучены «Гидрогеологической экспедицией» 16 района.

Месторождение «Семизбай» было оценено как крупный промышленный объект, по классификации «Государственная комиссия по запасам» относится к палеодолинному типу гидрогенных урановых месторождений, а по сложности геологического строения (наряду с некоторыми жильными месторождениями) – к 3-й (из 4-х) группе ([4] 7-10).

2 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

2.1 Литолого-стратиграфический разрез

Геологический чехол месторождения располагается на северной окраине Ишкеольмесского антиклинория, в зоне погружения складчатого фундамента северо-восточной окраине Казахского щита под мезозойско-кайнозойским осадочным чехлом Западно-Сибирской плиты.

Палеозойский фундамент (PZ) сложный, с многофазовым существенным гранитоидным массивом Жаманкойтас и его обрамлениями, представленными преимущественно вулканогенными и осадочными комплексами среднего ордовика (O_2).

Метаморфические комплексы протерозоя (PR) (на западе), карбона (C) (на севере), вулканогенно-осадочные породы кембрия (ϵ) (в центре, на севере и в юге), девона (D) слабо развиты в районе.

Жаманкойтасский кардинально гранитоидный массив охватывает центральный отрезок этого района. Слагающие массив интрузивные тела принадлежат к Боровскому (верхний девон (D_3), Крыккудукскому нижнему силуру (S_1).

Мезо-кайнозойский (MZ-KZ) чехол представлен западным отрезком палеоречной системы, где в слабо литифицированных пестроцветах Семизбайской депрессии локализована семнадцатикилометровая зона промышленного уранового оруденения. Оруденение размещается в окраине Семизбайской палеодолины, где она «рассекает» гранитоиды Жаманкойтасского массива.

В областях, где породы чехла перекрывают другие породы палеозойского фундамента промышленное оруденение не установлено.

Промышленные рудные горизонты Семизбайского месторождения находятся в восточной окраине и замкнуты областью каленообразного перегиба Семизбайской палеодолины с изменениями субширотной на субмеридиональную и ориентировки её оси. Ориентировочно палеодолина и её изгибы скорее всего унаследуют и пространственные связанные с крупными субмеридиональными и субширотными северо-западными расколами в палеозойском фундаменте.

Палеозойская группа. Кембрийская система. Нижний отдел (ϵ_1) в разрезе распространена в границах эвгеосинклинальной зоны и включает в себя вулканогенно-осадочные толщи остроугольного типа.

В охарактеризованном районе породы кембрия (ϵ_1) слагают серию антиклинальных поднятий в западном эндоконтакте Жаманкойтасского массива и два горста на юго-востоке.

К нижнему кембрию (ϵ_1) относится толща вулканогенных формирований, миндалекаменные порфириды, диабазы порфиритов представленные конгломератами, диабазами, также встречаются эффузивы и их туфы, прослои и линзы яшмовидных пород.

В охарактеризованном районе кембрия туфы и эффузивы имеют

ограниченные размеры и они небольшие по участкам антиклинальных поднятий (горсты), ограничены разломами.

По своей формационной принадлежности вулканогенные формирования бошекульской серии принадлежат к спилит-диабазовой формации, свойственной для начальных этапов развития эвгеосинклинали. Мощность свиты превышает не менее 500 метр.

Ордовикская система. Средний отдел. Лланвирийский ярус (O_2l) отложения приурочены к геосинклинальному типу, полосы шириной 2,5-3,5 км от урочища Семизбай на севере до озера Алкасор на юге. Эта полоса имеет на юге вблизи меридиональное простирание, в котором затем на севере переходит на северо-западное.

Лланвирийский ярус (O_2l) по литологии в основном состоит из алевролитов, песчаников, а также пепловыми туффитами и туфами, появляющимися в верхних разрезах кремнистыми аргиллитами, порфиритами андезит-базальтового состава, туфоагломератами. Ярко выражена постепенная смена крупнозернистыми алевролитами верхняя окраина разреза.

Песчаники и алевролиты часто выражают следы эпигенетических изменений, это главным образом выражается окварцеванием и эпидотизацией. Мощность отложений свиты ярко выражена в окрестности выше 500 метр.

Ордовикская система. Средний отдел. Лландейловский ярус (O_2ld) - представлен флишеподобными терригенными образованиями, на юго-востоке района слагают серию синклинальных складок северо-западного простирания. В разрезе яруса свойственно двух или трёх колонное ритмичное строение, закономерное чередование песчаников, алевролитов, конгломератов, андезитовых порфиритов и их туфов.

В основу яруса залегает базальный горизонт конглобрекчий, конгломераты, по немногу прерывающийся выше по разрезу в пудинговые конгломераты и гравелиты. В состав вышеуказанных пород входят обломки и галька нижележащих вулканогенных формаций Сагской серии, сцементированные песчаным цементом.

В горизонте вышерасположен базальный конгломерат, залегает в линующем известняке, по разрезу выше залегается переслаивающиеся алевролиты и песчаники, они же завершают разрез яруса. Мощность Лландейловского яруса – 1200 метров.

Ордовикская система. Средний отдел. Карадокский ярус (O_2k) - вулканогенно-осадочные и эффузивно-пирокластические формирования этой серии имеют широкое развитие на западной и восточной окраине района.

Преимущественным развитием в разрезе серии пользуются вулканогенные формирования, представленные андезито-базальтовыми, андезито-дацитовыми, плагиоклазовыми андезитами, дацитовыми порфиритами и их туфами. В верхней окраине разреза расположены туфы и туфобрекчии, вышеуказанный состав с раритетными линзами и прослоями гравелитов, алевролитов и вулканомиктовых песчаников, а нижней окраины разреза породы имеют окраску темно-зеленую, зеленовато-серую и серую, а верхняя окраина представлена туфами, преобладают красновато-бурые, бурые

и коричневато-серые цвета. Мощность Карадокского яруса (O_2k) превышает 1000 метров.

Ордовикская система. Средний отдел. Ашгильский ярус (O_{3as}) его формирования менее распространены в районе по сравнению с предыдущими ярусами. Они расположены в юго-восточном углу района и в северо-западной окраине участка. Ашгильского яруса несогласно перекрывают карадокского яруса.

Ярус сложен значительно вулканогенными формированиями, представленными зеленовато-серыми, серыми, реже темно-серыми андезитовыми порфиритами, базальтовыми и их туфами, с явным преобладанием последних, причём разности основного и кислого состава, как правило, разделены в пространстве песчаниками, конгломератами и алевролитами. Разрезе есть свиты липарито-дацитовых и дацитовых порфиритов и их туфов и является отличительной особенностью формирования ашгильского яруса. Мощность формирования яруса превышает 500 метров.

Силурийская система (S) - занимает незначительный отрезок участка. Породы этого возраста под действием дневной поверхности обнажаются и расположены в западной окраине района. Формирование проявлены малочисленными высыпками и выходами в тектоническом блоке в южной и северо-западной окраине Семизбайской депрессии.

Границы серии с вышележащих пород повсеместно тектонические. Система сложена кварцевыми порфирами, флюидалной лавой, альбитофирами, агломератовыми туфами, андезитовыми и базальтовыми порфиритами, прослоями песчаников и конгломератов. Мощность Силурийской системы (S) составляет около 500 метров.

Девонская система. Верхний отдел. Франский ярус (D_{3f}) она приурочена к Северному Казахстану, чрезвычайно разнообразная и представлена континентальными и морскими отложениями, в них значительное место занимает вулканогенные формирования.

Конгломерат-песчаники, крупногалечные конгломераты и песчаники относятся к верхнему девону, на исследуемом участке они имеют ограниченное распределение и развиты на локальных участках на юге к западу от озера Кызылсор до северо-западной Аркалыкской массиве. Мощность песчаников достигает 500 метров.

Девонская система. Верхний отдел. Фаменский ярус (D_{3fm}) находится в юго-восточном углу района формирования и слагает Айбасскую вулканическую структуру, заходящую в контур и охарактеризованную южным отрезком.

Эффузивные породы представлены серыми лавобрекчиями, известняками, туфами кислого состава и порфиритами. Мощность данного яруса около 800 метров.

Каменноугольная система. Нижний отдел. Турнейский ярус (C_1t) в разрезе отложение представлено белыми, светло-серыми, желтовато-бурыми слабо мергелистыми известняками и окрашенными мергелями, серыми

пористыми мергелями и окремнёнными пористыми известняками. Опробование в определение фауны, возрасты известково-мергелистых отложений определённо определяется как Турнейский ярус (русаковский горизонт).

Северная периферия отложений Турнейского яруса ярко выражена крайне ограниченным развитием массива, часто цвет песчанистых известняков темно-серый. По обильности фауны брахиопод и фораминифер возраст установлен как раннерифейский. Мощность этих отложений 200 метров.

Каменноугольная система. Нижний отдел. Визейский ярус (C_{1v}) по разрезу согласно залеганию представлена известково-глинистыми отложениями.

Эти отложения представлены снизу вверх темно-серыми известковистыми алевролитами, аргиллитами, черного цвета аргиллитами, светло-серыми полимиктовыми мелкозернистыми песчаниками, крупно- и среднезернистыми песчаниками, темно-серыми аргиллитами с углефицированной органикой и окремнёнными темно-серыми песчаниками, известняками. Мощность этих отложений – 200 метров.

Меловая система. Верхний отдел (K_2) она распространена ограниченно, в границах собственного месторождения не отмечена, вскрываясь скважинами лишь в северной, северо-восточной окраине моноклизы и во внутренней окраине моноклизы к югу и северо-востоку от озера Селетытенгиз, где выполняют не глубокие депрессии. Они представлены морскими зеленовато-серыми глинами с многочисленным количеством светлой слюды; к западу породы обогащаются мелкозернистым песчаным и алевролитами материалом. Также в нижней окраине можно увидеть кварц-глауконитовый гравийные и пески с фосфоритовыми конкрециями, песчано-глинистые мелководно-морские преимущественно песчаные формирования. Мощность этих отложений составляет примерно 150 метров.

Палеогеновая система. Оligоцен (P_3) развита в северо-восточной, северной и центральной части района, переходящая на складчатый фундамент. Она представлена аллювиальными русловыми формированиями, кварцевыми песками гравилатами переслаивающимися с пойменными, алевролитами и глинами содержащими углефицированные растительные остатки. Озерно-болотные отложения – алевролиты, глины с обилием растительной органики. Мощность отложений в границах достигает 240 метров.

Четвертичная система (Q) пользуется повсеместным распространением. В западной окраине района, в области сводового поднятия, к ней принадлежат нерасчленённые элювиально-делювиальные формирования водораздельных пространств и склонов. На остальных частях, в бассейнах речных долин (Селеты, Оленты и другие), четвертичные формирования представлены озерно-аллювиальными песками, галечниками, глинами, суглинками. Озёрными отложениями в тип разнообразных глин, песков, суглинков, покрывающими почти сплошным маломощным чехлом всю территорию Семизбайской депрессии. Мощность их колеблется до 12 метров.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

РАЙОНА РАБОТ

Масштаб 1 : 50 000

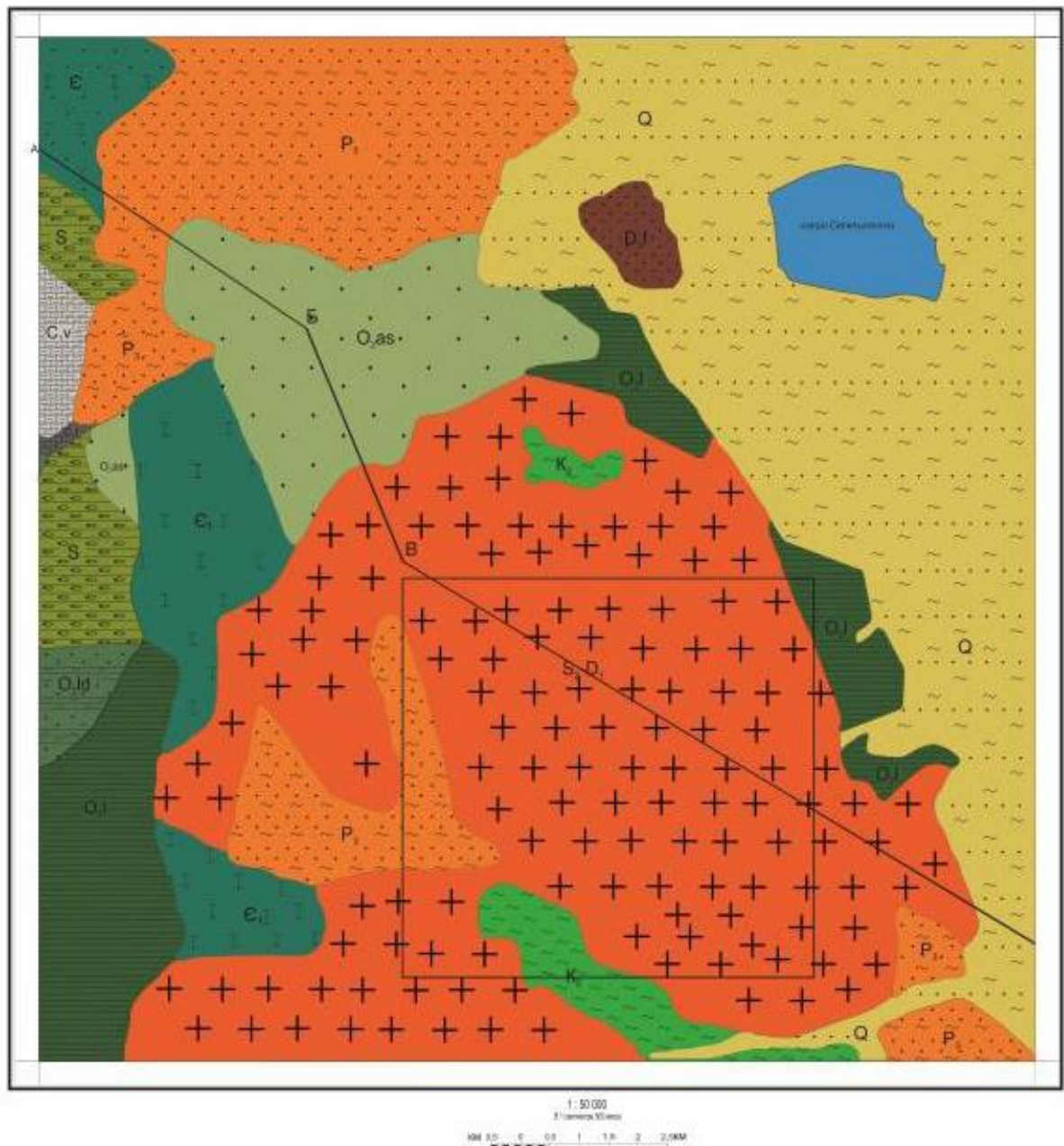


Рисунок 2 – Геологическая карта в масштабе 1:50 000

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА		Четвертичная система. Озерно-аллювиальные отложения. Супесь, песок, глина. Озерные отложения: супесь, галечники, песок, ил, глина (пойма и первая надпойменная терраса озера Саялытеньго и других озер)
		Палеогеновая система. Олигоцен. Кварцевые пески, гравелиты и галечники с линзами кварцевых песчаников, алевролиты и глина
		Меловая система. Верхний мел. Кварцево-глауконитовые пески, галечники, алевролиты, карбонатные глины
		Визейский ярус. Известняк-алевролиты, песчанники, углистые сланцы и алевролиты, известняки
		Турнейский ярус. Кремнистые и песчанистые известняки и мергели
		Фамонский ярус. Серые известняки, павобрежьи, туфы, лава и порфириты
		Франский ярус. Песчанники, конгломерат-песчанники, крупногалечные конгломераты
		Силурийская система. Алломератовые туфы кварцевых порфиров, флюидальные лава, альбитофиты, андезитовые и базальтовые порфириты, прослойки песчанника и конгломератов
		Ангильский ярус. Андезитовые и базальтовые порфириты и их туфы, туфоалломераты, конгломераты, песчанники и алевролиты
		Кардасовский ярус. Пески, алевролиты, порфириты и их туфы, туфобрежьи с прослоями гравелитов, вулканомитовых песчаников и алевролитов
СРЕДНЕСИЛАУСКИЙ СИСТЕМА		Ландейтский ярус. Песчанники, алевролиты, прослойки известняков, конгломератов, андезитовых порфиритов и их туфы
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
		Ландейтский ярус. Порфириты андезито-базальтового состава, туфоалломераты, лава, лава и туфы, алевролиты, песчанники и кремнистые аргиллиты
СРЕДНЕСИЛАУСКИЙ СИСТЕМА		Озерно-аллювиальные отложения. Супесь, песок, глина. Озерные отложения: супесь, галечники, песок, ил, глина
		Кварцевые пески, гравелиты и галечники с линзами кварцевых песчаников, алевролиты и глина
		Кварцево-глауконитовые пески, галечники, алевролиты, карбонатные глины
		Известняк-алевролиты, песчанники, углистые сланцы и алевролиты, известняки
		Кремнистые и песчанистые известняки и мергели
		Серые известняки, павобрежьи, туфы, лава и порфириты
		Песчанники, конгломерат-песчанники, крупногалечные конгломераты
		Алломератовые туфы кварцевых порфиров, флюидальные лава, альбитофиты, андезитовые и базальтовые порфириты, прослойки песчанника и конгломератов
		Андезитовые и базальтовые порфириты и их туфы, туфоалломераты, конгломераты, песчанники и алевролиты
		Пески, алевролиты, порфириты и их туфы, туфобрежьи с прослоями гравелитов, вулканомитовых песчаников и алевролитов
СРЕДНЕСИЛАУСКИЙ СИСТЕМА		Песчанники, алевролиты, прослойки известняков, конгломератов, андезитовых порфиритов и их туфы
		Диабазовые порфириты, сланцы, мелалексидные порфириты, конгломераты, эффузивы и их туфы, лава и прослойки кварцевых пород
		Гипабисальные интрузии гранит-порфиров, биотитовых порфировидных, лейкократовых средне- и мелкозернистых гранитов
		Гранцы отложений
		Участок района работ

Рисунок 3 – Условные обозначения

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОЛОНКА

Группа	Система	Отдел	Ярус	Индекс	Колонка	Мощн. (м)	Характеристика пород
Кайнозойская	Палеогеновая	Олигоцен		P ₃		40	Кварцевые пески, гравелиты и галечники слинзами кварцевых песчаников, алевроиты и глины
Палеозойская	Камменноугольная	Нижний	К			20	Кварцево-глауконитовые пески, галечники, алевролиты, карбонатные глины
			C _{1v}			30	Известковистые алевролиты, песчаники, углстые сланцы и алевролиты, известняки
			C _{1t}			30	Кремнистые известняки и мергели
	Девонская	Верхний	Фаменский	D _{3fm}		800	Серые известняки, лавобрекчии, туфы, лавы и порфириды
			Франский	D _{3f}		500	Песчаники, конгломерат-песчаники, крупногалечные конгломераты
	Силурийская			S			Агломератные туфы кварцевых порфиров, флюидальные лавы, альбитофиты, андезитовые и базальтовые порфириды, прослои песчаника и конгломератов
	Ордовикская	Верхний	Ашгилский	O _{3as}		>500	Андезитовые и базальтовые порфириды и их туфы, туфоагломераты, конгломераты, песчаники и алевролиты
		Средний	Карадокский	O _{2k}		>1000	Пески, алевролиты, порфириды и их туфы, туфобрекчии с прослоями гравелитов, вулканомитовых песчаников и алевролитов
			Лландейловский	O _{2ld}		1200	Песчаники, алевролиты, прослои известняков, конгломератов, андезитовые порфириды и их туфы
			Лланвирский	O _{2l}		500	Порфириды андезито-базальтового состава, туфоагломераты, пепловые туфы и туфиты, алевролиты, песчаники и кремнистые аргиллиты
	Кембрийская			Є		700	Диабазовые порфириды, спилиты, миндалекаменные порфириды, конгломераты, эффузивы и их туфы, линзы и прослои яшмовидных пород

Рисунок 4 – Стратиграфическая колонка

2.2 Тектоника

Месторождения размещено на восточной окраине Северного Казахстана, относящейся к эвгеосинклинальной зоне каледонид в Центральном Казахстане до Северного Тянь-Шаня. Тектоническая позиция района в более узком плане определяется положением его в сложно-построенной области сочленения северной окраины Селетинского синклиория с Ишкеольмесским антиклинорием.

В истории развития каледонид в Северном Казахстане выделяются два крупнейших цикла:

- 1) протерозойский (PR);
- 2) фанерозойский (F).

Протерозойский цикл (PR) непосредственно в районе отражён лишь заключительными субплатформенной и платформенной стадиями развития. Первая воспроизводится по аркозовому составу кокшетауской серии, образуется в прибрежно-морских условиях в неглубоких, широких, но относительно быстро погружающихся грабенообразных прогибах и сравнительно спокойной тектонической обстановке. Развитие структур закончилось в конце позднего рифея (PRR₁), в результате Байкальского диастрофизма.

В это время закладывается меридиональная Целиноградская зона разлома, вдоль которой формируется Ишкеольмесское поднятие. В начальной стадии кембрия (Є₁) местность представляла собой пенепленизированную в течение венда при аридном субконтинентальном режиме платформу.

Фанерозойский цикл (F) включает три этапа:

- 1) собственно геосинклинальный (нижнепалеозойский Є₁-S₂);
- 2) заключительный или постинверсионный (средне-верхнепалеозойский S₂-P);
- 3) платформенный (мезокайнозойский T-Q).

Собственно геосинклинальный этап делится на раннегеосинклинальную (Є₁-Є₃), позднегеосинклинальную (O₁-O₃) и инверсионную (O₃-S₂) стадии развития каледонид.

Раннегеосинклинальная стадия (Є₁-Є₃) характеризуется устойчивым интенсивным опусканием в границах первичных геосинклинальных прогибов, заложенных вдоль зон глубинных разломов. В этой стадии накапливались отложения, характерные для вулканогенных эвгеосинклинальных прогибов, включающие порфиритовую спилит-диабазовую, (Є₁₋₂), кремнисто-яшмовую (Є₂), теригенно-карбонатную и андезитовую (Є₃) формации. С этой стадией связано внедрение мелких интрузивных массивов передотит-пироксенитовой и габбро-плагиогранитной формации.

Позднегеосинклинальная стадия (O₁-O₃) характеризуется формированием вторичных интрагеосинклинальных прогибов, в границах

которых происходит интенсивное накопление отложений аспидной (O_{1-2}), вулканогенной андезитовой (O_2) и карбонатно-терригенной (O_3) формаций.

Инверсионная стадия (O_3-S_2) знаменует собой общую инверсию территории, связанную с главной фазой складчатости. Она имеет характер интенсивной магматической деятельности: излиянием лав, андезитового, андезито-базальтового и дацитового состава (O_3S_1) и внедрением крупных масс гранитоидов (S_1).

Постинверсионный или заключительный этап делится на раннюю орогенную (S_2-D_3f) стадию и позднюю стадию пенепленизации (D_3fm-P). Орогенная стадия (S_2-D_3f) заключительного этапа характеризуется преобладанием контрастных блоково-глыбовых движений на фоне общего воздымания; происходит интенсивное горообразование. В это время происходит внедрение интрузивов гранитной формации (S_2-D_1, D_2) и проявляется субаэральный вулканизм, выразившийся в излиянии лав липаритового и трахидацитового состава, внедрение субвулканических тел того же состава.

В конце орогенной стадии (D_2-D_3) в границах межгорных впадин накапливаются красноцветные молассовые формирования.

Стадия пенепленизации (D_3fm-P) характеризуется накоплением в границах обширных впадин морских осадков терригенно-карбонатной и угленосной формации (D_3fm-C_2), сменяющихся выше пестроцветной терригенной формацией.

Ранняя стадия платформенного этапа характеризуется медленным равномерным по скорости опусканием тектонических блоков. С этой стадией связано, в частности, начало формирования депрессий типа Семизбайской, которые выполнены континентальными осадками мощностью до 200 и более метров.

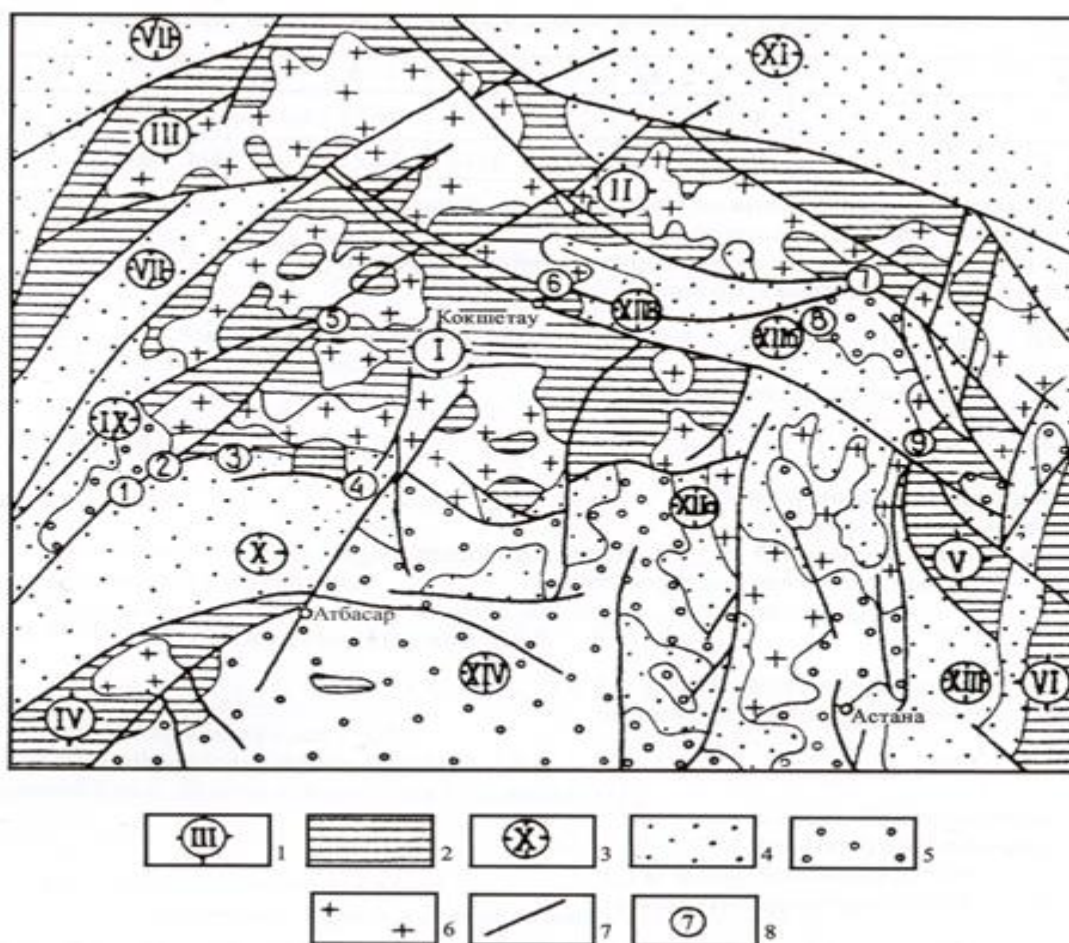
С поздней собственно платформенной стадией связано формирование маломощного чехла рыхлых отложений.

Складчатые структуры палеозойского основания многочисленны, поскольку они к формированию руд месторождения прямого отношения не имеют.

Платформенный чехол представлен мезо-кайнозойскими (MZ-KZ) горизонтально залегающими отложениями мощностью до 200 и более метров.

Депрессии обнаруживают связь с субширотным и субмеридиональными разрывными нарушениями, которые определяют их конфигурацию.

На данном участке работ разрывные нарушения не проявляются.



1 - поднятие: I – Кокшетауское; II - Заградовско-Шатское; III –Дмитриевское; IV Джаркаинагашское; V -Ешкиольмесское; VI - Ерментаусский антиклинорий; 2 - выступы докембрийского и нежнепалеозойского фундамента; 3 - прогибы: VII - Макушинский; VIII - Марьевский; IX - Стерлитамак-Шарыкский; X –Калмык-кольский; XI - Петропаловский; XII - Восточно-Кокшетауский (блоки: XIIа - Степнякский; XIIб – Коксенгирсорский; XIIв - Азатский); XIII – Селетинский; XIV - Тенизская впадина; 4 - прогибы, выполненные ордовик-силурийскими отложениями; 5 - каменноугольно-пермские формирования; 6 - каледонские гранитоиды; 7 - основные разломы; 8 - урановорудные узлы (номера в малых кружках): 1 - Ишимский, 2 - Шолпак-Камышовый; 3 - Чистопольский; 4 - Балкашинский; 5 - Грачевский; 6 - Чаглинский; 7 - Шатский; 8 - Коксенгирский; 9 - Аксу-Маньбайский

Рисунок 5 – Тектоническая карта Северного Казахстана

2.3 Магматизм

Магматические породы от основного до кислого составов занимают около 60% всего участка, расчленяются на интрузивный комплекс – боровской (S_2 - D_1). Мощные проявления интрузивного магматизма связаны с инверсионной и орогенной стадиями развития каледонской геосинклинали. В орогенную стадию (поздний силур (S_2) – ранний девон (D_1)) происходит внедрение магмы и образование лейкократовых, биотитовых порфировидных гранитов и аляскитов (боровской комплекс). Интрузивный магматизм орогенной стадии завершается формированием малых интрузии липарит-гранитовой формации, представленной штоками и дайками

фельзитов, кварцевых порфиров, гранит-порфиров (ранний и средний девон (D₁₋₂), аралаульский комплекс).

Граниты (γ) – интрузивные плотнокристаллические светлые породы кислого состава. В гранитах содержатся такие минералы как кварц, слюды, полевой шпат, а иногда присутствует роговая обманка. Полевые шпаты неправильной формы, цвет их белый сероватый. Цвет полевых шпатов задаёт цвет гранита. Полевые шпаты представлены ортоклазом и кислыми плагиоклазами и олигоклазами. Биотит образует мелкие кристаллы чёрного цвета. Кварц имеет серые и белые цвета.

Из акцессорных минералов в гранитах встречаются титанит, апатит, циркон, ортит, рутил, магнетит и пирит. В краевых частях интрузии чаще всего встречается турмалин и гранаты.

По структуре интрузия имеет зернистость, а по крупности зёрен различают крупно-, средне-, мелкозернистые граниты. С гранитной магмой генетически связаны пневматолитовый, гидротермальный и пегматитовый процессы, а также минералоформирования, рудоформирования и другие процессы, в результате которого образуются различные полезные ископаемые.

2.4 Полезные ископаемые

Руды месторождения Семизбай можно назвать в основном мономинеральными урановыми. Обнаруженные в зоне уранового оруденения незначительные повышенные содержания скандия, ванадия, молибдена, рения и германия могут представлять лишь геохимический интерес. Концентраций, превышающих установленные минимально-промышленные значения этих элементов, не выявлено.

Скандий в рудах и рудовмещающих породах распределён довольно равномерно, создавая несколько повышенные концентрации в тонкозернистых литологических разностях (20÷30г/т), наиболее высокие концентрации отмечены в глинах и алевролитах. В проницаемой окраине разреза его содержания колеблются от следов до 10÷15г/т, составляя в среднем 5÷7г/т.

Содержание молибдена в рудах и рудовмещающих породах достигает в отдельных пробах 0,11%. Наиболее высокие его концентрации тяготеют к сероцветным отложениям.

Содержание ванадия в рудовмещающих породах колеблется от 10 до 400г/т. Глинистые отложения обогащены ванадием больше. Среди проницаемых отложений повышенные его концентрации отмечены в табачно-зелёных (118г/т) и рудоносных серых (195г/т) песчаниках.

Повышенное содержание германия отмечается в пробах, обогащённых органикой, где его содержание колеблется от 0 до 0,3%, составляя в среднем 0,005%. ([4] 33-135).

3.1 Основные геотехнологические свойства руд. Литолого-фациальная и геохимическая характеристика продуктивных горизонтов

Месторождение Семизбай находится в одноименной впадине у северо-восточной окраины Казахстанского нагорья (щита), в 75 км. к северо-востоку от г. Степногорск (рисунок-1). Основная структура месторождения - Семизбайская эрозионно-тектоническая впадина близширотной ориентировки, выполненная континентальными и от окраины прибрежно-морскими мезозойско-кайнозойскими отложениями. Ее субстрат и ближайшее обрамление сложены гранитоидами Жаманкойтасского массива. На восточном фланге месторождения развиты вулканогенно-осадочные породы O_2 (андезитовые порфириды и их туфы, туфопесчаники и песчаники, гравелиты, алевролиты), образующие северное крыло Селетинского синклинория с наклоном слоев около 3° . Семизбайская впадина представляет собой фрагмент палеодолины, погружающейся на восток под углом 6° . В разрезе доминируют отложения семизбайской свиты (J_3-K_1), погребенные под осадками покурской (K_{1-2}) и люлинворской (P_2) свит, четвертичными суглинками. Мощность семизбайской свиты возрастает с запада на восток от 40-60 до 180-200м. Ее нижняя подсвита сложена аллювиальными сероцветными отложениями, верхняя - пестроцветными склоновыми. Нижняя подсвита включает три пачки - конгломератовую, песчаниковую и глинистую, в составе верхней подсвиты выделяются: алевропесчаниковая, алевроглинистая и песчаниково-глинистая пачки. Промышленное оруденение (90% запасов) локализовано в нижнесемизбайском рудоносном горизонте, объединяющем конгломератовую и песчаниковую пачки нижней подсвиты, а также в верхнесемизбайском, представленном алевропесчаниковой пачкой верхней подсвиты. Вместе с разделяющей их глинистой пачкой они образуют продуктивную толщу.

Руды моноэлементные - урановые. Уран связан с коффинитом и оксидами, и в менее значительной окраине его – с сорбированной глинистой породой, минеральная форма не установлена. По содержанию урана преобладают бедные руды: 26% - с содержанием 0,05%, 70% - 0,05-0,1% и только 4% - с содержанием более 0,1%. Мощность рудных залежей варьируется от десятков сантиметров до 10м и более. Резко преобладают неравновесные руды: в сероцветных относительно богатых разностях равновесие между ураном и радием смещено в сторону избытка урана, в пестроцветных относительно бедных - в сторону радия. Распределение балансовых руд по литологическим типам следующее (в %): глинистые пески и песчаники - 48,2, грубообломочные породы с песчано-глинистым

цементом - 23,2, грубообломочные породы с карбонатным цементом - 14,1, глины и алевролиты 14,5. Взаимоотношение отмеченных типов руд сложное, самостоятельных тел они не образуют. Руды месторождения в целом алюмосиликатные слабокарбонатные (содержание карбонатов до 2%). По запасам месторождение крупное. Около 40% запасов представлено проницаемыми рудами, которые могут быть отработаны способом ПВ.

3.2 Вещественный состав руд и вмещающих пород

Урановая минерализация на месторождении установлена во всех литологических разностях осадочных пород. Основное количество урана сосредоточено в песчано-глинистой фракции.

Промышленное оруденение приурочено к сероцветным пескам. По химическому составу руд пески являются алюмосиликатными. По гранулометрическому составу это средне-мелкозернистые пески. Удельная масса урана $19,05 \text{ г/м}^3$.

Уран в рудах находится в минеральной и сорбированной формах. Сорбированный уран связан с углефицированными обломками растений, глинистыми минералами цемента и гидроокислами железа. Минералы урана представлены коффином, настураном, урановыми чернями и редко встречающимися вторичными минералами. Кроме того, в слабом количестве присутствуют ураносодержащие ильменит, титаномагнетит и лейкоксен. Распределение урановых минералов, в основном, тонкодисперсное, образующие вкрапленность в межзерновом глинисто-алевритовом заполнителе. Хорошо растворимые урановые минералы, находясь в тонкодисперсной форме в основном, в составе карбонатно-алевритоглинистого заполнителя рудных песчаников, где они присутствуют в тесной ассоциации с углефицированным веществом и дисульфидами железа, легко переходят в раствор слабо концентрированной серной кислоты.

Распределение урановых минералов в рудах неравномерное – в бедных они отмечаются лишь в тип мелких и редких выделений, в участках богатого оруденения – образуют густую вкрапленность и небольшие стяжения, иногда полностью замещая глинистый цемент и окраине развиваясь по обломкам. В большинстве случаев настуран и коффинит находятся в тесной ассоциации с пиритом и марказитом.

В рядовых рудах наиболее распространены равномерно-рассеянная, пятнистая и смешанная текстуры; в богатых – обычно вкрапленная, сгустковая и цементная. Руды других текстур – полосчатая, конгломераты встречаются эпизодически. Рудам в глинистых песчаниках и гравелитах, урановая минерализация в которых связана с углефицированной растительной органикой, свойственна органогенная текстура.

В рудоносных серых глинах и алевролитах уран связан, главным образом, с разностями глин, обогащённых органическим веществом и сульфидами железа. Содержание $C_{\text{орг}}$ колеблется от 0,2 до 3,5%; количество

сульфидов – 1-5%. Уран присутствует, в основном, в тип тонко рассеянной фракции, главным образом, в сорбированной форме. Настуран, коффинит, урановые черни фиксируются лишь в обогащённых рудах.

Рудоносные полимиктовые песчаники разной зернистости являются наиболее распространённым типом руд. Это, главным образом, серые и зеленовато-серые разности с повышенным содержанием $C_{орг.}$ ($0,25 \div 7,0\%$) и сульфидов железа ($0,5 \div 5,0\%$). Содержание урана колеблется в широком диапазоне, достигая $5 \div 8\%$ в обломках углефицированной древесины и близ скоплений сульфидов.

Рудоносные гравелиты и конгломераты серой, зеленовато-серой и пятнистой окраски характеризуются плохой сортировкой материала. В них также широко распространены сульфиды железа и обломки углефицированной древесины. Урановое оруденение имеет неравномерный пятнистый характер распределения. Уран находится в сорбированной форме в глинистых минералах и обломках органики, но значительный отрезок его заключен в скоплениях с сульфидами железа.

3.3 Описание рудных тел

Рудное формирование залегает кулисообразно в границах верхнего рудоносного горизонта и нижнего горизонта и группируется вблизи прибортовых частей депрессии. Рудные пересечения по скважинам имеют резко переменную мощность. Продуктивные толщи залегают на глубине 65-90м от поверхности и имеет переменную мощность от 0,5 до 8м. Руды месторождения визуально не отличаются от вмещающих пород и выделяются только по результатам опробования. Уран в них находится в минеральной сорбированной форме. Линия выклинивания промышленного оруденения в плане имеет извилистую конфигурацию. В связи с прерывистостью оруденения в вертикальном сечении отмечается сложное расщепление рудных залежей с формированием в разрезе цепочки уплощённых линз с многочисленными языкообразными ответвлениями. На участках сочленения зачастую создаются роллообразные формы. Конфигурация рудной залежи не всегда подчиняется слоистости вмещающих пород, в большей степени она обусловлена прихотливыми литолого-фациальными границами, определяющими положение рудных концентраций. В плоскости залегания и по простиранию рудных залежей параметры оруденения характеризуются не закономерной умеренной изменчивостью. Рудные залежи, отличающиеся большой мощностью до 10 м, повышенным содержанием урана, слагают отдельные изолированные участки, которые не образуют крупных четких зон или струй. Содержание урана в контурах рудных залежей колеблется от тысячных долей процента до первых процентов. Среднее содержание по рудным залежам изменяется от 0,020% до 0,088%, продуктивность – от 1,9 до 9,13кг/м². Среднее содержание урана в рудах по месторождению – 0,056%.

По сложности геологического строения месторождение относится к 3 группе сложности-рудное тело представлено пастообразным типом оруденения.

3.4 Генезис месторождения

Урановое месторождение Семизбай относится к группе гидрогенных месторождений. Генезис месторождения пластово-инфильтрационный. Месторождение приурочено к песчано-глинистым отложениям. Невыветренные залежи состоят из уранинита, пирита и других сульфидов, заполняющих поры в боковой породе и находящихся обычно в ассоциации с углеродом, который присутствует в форме древесного или асфальтитового материала. Отдельные рудные скопления залегают почти параллельно напластованию и имеют пастообразную, почти удлинённую форму. Большим развитием руды там, где в песчаниках имеются мощные водопроницаемые зоны. Вмещающие породы представлены песчаниками, глинами, конгломератами, алевролитами. Распределение залежей, как правило, соответствует особенностям осадконакопления, значительно реже они контролируются трещинами и интрузивными породами. Месторождение произошло от глубинного источника, откуда рудный материал был перенесен по трещинам в горизонты водопроницаемых пород и далее к месту своего отложения. Температура во вмещающих породах, возможно была в границах от 70 до 120°C, а давление от 200 до 800 атм. Химические факторы, которые приводили к выделению рудных минералов, а также низковалентное состояние в минералах говорит о том, что выделение было вызвано восстановлением происходившим, возможно, при распаде органического материала. Осадочные структуры также сыграли важную роль в локализации руды. Форма проницаемых фаций не позволила растворам расплыться слишком широко и обеспечила таким образом, возможность заметной концентрации металлов при их осаждении из растворов. Кроме того, как показывает приуроченность рудопроявлений к излучинам древних русел и границам более проницаемых зон, некоторые структуры играли роль ловушек для руды. Механизм этих ловушек не понятен; возможно, что их более низкая проницаемость уменьшила скорость просачивающихся рудных растворов до такой степени, что осаждённый рудный материал мог сформироваться и закрепиться, по видимому, путём замещения органического вещества, глины и других пород.

3.5. Гидрогеологические условия месторождения

Семизбайская депрессия в гидрогеологическом отношении приурочена к зоне сочленения Центрально-Казахстанского гидрогеологического района и Иртышского артезианского бассейна, входящего, в свою очередь, в систему Западно-Сибирских артезианских бассейнов.

По литолого-стратиграфическим признакам, Условием залегания в границах рудовмещающей структуры выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы:

Комплекс верхнечетвертичных и современных аллювиальных и озёрно-аллювиальных отложений.

- 1) люллинворский горизонт эоцена
- 2) покурский горизонт нижнего-верхнего мела
- 3) первый верхнесемизбайский комплекс верхней юры – нижнего мела (надрудный горизонт)
- 4) второй верхнесемизбайский горизонт верхней юры – нижнего мела (верхний рудный горизонт)
- 5) нижнесемизбайский комплекс верхней юры – нижнего мела (нижний рудный горизонт)
- 6) трещинные, порово-трещинные воды комплекса скальных пород кристаллического фундамента (подрудный горизонт)

Водоносный комплекс верхнечетвертичных и современных аллювиальных, озёрных, озёрно-аллювиальных отложений имеет сплошное распространение в центральной и восточной окраине депрессии. Мощность комплекса 1,0÷11,5м. Глубина свободной поверхности 3,5÷7,8м. Дебиты скважин в восточной окраине 7÷17м³/сут. Коэффициент фильтрации 1,1÷5,4 м/сут.

Воды по составу пёстрые хлоридно-сульфатные натриевые с минерализацией от 0,7÷0,9 до 34,7г/л и более. Из-за спорадического распространения, незначительных дебитов, высокой минерализации, отсутствия потребителей, в границах депрессии воды этого комплекса не используются.

Люллинворский горизонт эоцена развит в восточной окраине депрессии. Глубина свободной поверхности горизонта 1,0÷7,7м, мощность 0,3÷15м; дебит скважин 0,04÷0,54м³/сут при понижениях 4,7÷7,5м. Минерализация – от 0,4 до 4,2г/л. По составу воды сульфатно-хлоридные натриевые и хлоридно-сульфатные натриевые. Подземные воды горизонта не используются.

Покурский водоносный горизонт заходит в семизбайскую депрессию в тип «языка» с востока, не имея развития в западной и северо-западной частях. Глубина залегания кровли горизонта изменяется от 7,6 до 16,5м, а мощность – от 1,0 до 10,0 м. Дебиты скважин 38÷46м³/сут при понижениях 0,2÷1,0м. Удельные дебиты 38÷230,0м³/сут. Коэффициент фильтрации до 15,0м/сут. Минерализация вод 0,52÷0,68г/л. Воды хлоридно-сульфатные натриевые или смешанные натриевые. Подземные воды горизонта не используются.

Первый верхнесемизбайский водоносный комплекс распространён в границах депрессии повсеместно и включает в себя все водоносные слои и линзообразные прослои песков и песчаников. Общая мощность комплекса 8÷80м.

Комплекс опробован гидрогеологическими скважинами в восточной окраине депрессии. Глубина залегания уровней изменяется от 1,0 до 14,7 м. Величина напора над кровлей составляет от 3,5 до 49,8 м. Абсолютные отметки пьезометрической поверхности водоносного горизонта снижаются с запада на восток от 98 до 79 м. Дебиты скважин варьируются в широких границах – от 11 до 328 м³/сут при понижениях от 3 до 35 м, удельные дебиты – 1,1÷20,0 м³/сут. Коэффициент фильтрации – от 0,06 до 5,9 м/сут, составляя в среднем 0,6 м/сут. Минерализация вод изменяется от 1,9 до 6,8 г/л. Воды по составу хлоридно-сульфатные натриевые с рН = 7,2÷8,3 ед. Воды комплекса не используются.

Второй верхнесемизбайский водоносный горизонт распространён по всей депрессии. Абсолютные отметки кровли горизонта снижаются с запада на восток от 150 до 10 м. Мощность горизонта 10÷34 м. Уровни подземных вод устанавливаются на глубинах 1,0÷12,6 м. Абсолютные отметки пьезометрической поверхности достаточно монотонно снижаются от 150÷130 м до 97÷77 м в направлении с запада на восток. В этом же направлении происходит увеличение напоров от 1,0÷1,5 м до 100 и более метров.

Водообильность горизонта очень пёстрая и зависит от мощности горизонта и его фильтрационных свойств. Дебиты скважин 17÷2300 м³/сут, удельные дебиты – 0,4÷152 м³/сут. Наиболее водообилён горизонт в полосе развития промышленного оруденения. Коэффициент фильтрации 0,7÷2,8 м/сут, средний – 1,7 м/сут.

Дебиты скважин, вскрывших водоносный горизонт в северо-западной окраине депрессии, составили 14÷125 м³/сут, в западной – 1,73÷254 м³/сут при понижениях 1,25÷49,2 м. Удельные дебиты скважин 0,3÷18,1 м³/сут. Заметного изменения водопроницаемости пород по простиранию структуры на восток не отмечается. Значения коэффициентов фильтрации 0,2÷1,9 м/сут.

Минерализация вод также пёстрая. В северо-западной окраине депрессии воды по составу хлоридные натриевые с минерализацией 1,6÷3,9 г/л, в западной окраине их состав становится хлоридно-сульфатным натриевым или близким к нему, минерализация уменьшается до 0,7÷1,7 г/л и далее к востоку снова увеличивается до 3,8÷4,5 г/л. Воды нейтральные или слабощелочные (рН равен 6,9÷8,2).

Ни в депрессии, ни за её пределами этот горизонт для водоснабжения не используется.

Нижнесемизбайский водоносный комплекс распространён по всему участку Семизбайской структуры. Водовмещающие породы представлены двухслойной толщей. Верхний слой мощностью 3,2÷45,0 м сложен глинистыми песками, песчаниками, алевролитами; нижний – мощностью 5,2÷41,8 м представлен гравийно-галечниковыми отложениями с песчано-глинистым заполнителем. Абсолютные отметки кровли комплекса с запада на восток уменьшаются от +130 м до – (40÷50) м, а подошвы от +110 до -110 м. От вышележащего горизонта комплекс отделён водоупорными глинами

верхней окраине нижнесемизбайской подсветы. Мощность водоупора достигает 25 м, но на отдельных участках, пространственно совпадающих с развитием оруденения в НРГ и ВРГ, уменьшается до 1÷2 м, где предположительно существует гидравлическая связь между горизонтами.

Водообильность горизонта пёстрая. В северо-западной и западной частях депрессии дебиты скважин имеют значения 120÷750 м³/сут. В восточной части, особенно в полосе развития оруденения, где наибольшие мощности и наиболее благоприятен литологический состав вмещающих пород, дебиты скважин достигают 1200÷1900 м³/сут, удельные дебиты 5÷150 м³/сут. Коэффициент фильтрации 1,2÷4,7 м/сут, среднее значение 3,8 м/сут.

Воды по химическому составу сульфатно-хлоридные натриевые, при увеличении минерализации их состав становится хлоридным натриевым. Минерализация меняется от 2,2 до 4,9 г/л. Из-за пестроты качества воды, высокой минерализации, воды этого комплекса нигде не используются.

Трещинно-жильные воды комплекса кристаллических пород фундамента распространены повсеместно. На бортах они имеют безнапорный или слабонапорный характер, а в депрессии напоры достигают 150 м. Абсолютные отметки пьезометрической поверхности понижаются в восточном направлении от +148 м до +78 м. Дебиты скважин, вскрывших трещинно-жильные воды, варьируют от 0,5 до 126÷280 м³/сут. при понижениях до 40 м.

Минерализация вод составляет 3,1÷9,1 г/л. По составу воды хлоридные натриевые, реже хлоридно-сульфатные натриевые. В зонах разломов при общем увеличении минерализации до 7,5÷20,0 г/л воды по составу хлоридные натриево-кальциевые.

Для водоснабжения будущего предприятия ПРО «Гидроспецгеология» выявило перспективный участок в 50 км к юго-востоку, в долине р. Селеты. На выявленном локальном участке четвертичный аллювиальный и покурский горизонты образуют единую обводнённую толщу мощностью 60÷70 м, питающую р.Селеты. Предварительно разведаны запасы воды в количестве 5 млрд. м³.

3.6 Петрофизическая характеристика разреза

ТОО «Семизбай-У» выполняет комплекс геофизических исследований скважин на эксплуатационных, наблюдательных и разведочных скважинах месторождения Семизбай. Для эффективного решения геологических задач необходим анализ действующего комплекса ГИС и результатов его интерпретации с целью оценки целесообразности его применения. Для выбора рационального комплекса с целью выделения рудных горизонтов и проведения до разведки месторождения необходимо детально рассмотреть геологические и физические предпосылки для постановки методов.

Геологические предпосылки для постановки ГИС следует рассматривать, исходя из особенностей геологического строения и

геологической изученности района проектируемых работ. Геологический разрез, представленный мезозойско-кайнозойским чехлом, по своему составу, состоящему из чередования песчаных и глинистых пластов. Глины являются непроницаемыми покрывками, пески – коллекторами.

Литологический песчано-глинистый разрез сложен глинами, песчаниками, алевроитами. Выдержанные глинистые пласты выбираются в качестве реперов для корреляции разрезов скважин по всей территории района.

На протяжении всего разреза наблюдается отчетливая дифференциация слагающих его горных пород по физическим свойствам, что является достаточным условием для применения геофизических методов.

Таблица 1 – Петрофизическая характеристика разреза (плотность)

Порода	Пределы изменения плотности, г/см ³	Наиболее часто встречающиеся, г/см ³
Глина	1,2 – 2,4	2,3 – 2,5
Алеврит	1,8 – 2,8	
Песок	1,3 – 2,0	

К электрическим свойствам горных пород принадлежит удельное электрическое сопротивление (УЭС) или удельная проводимость, и диффузионно-адсорбционная активность (ДАА). В представленном разрезе наибольшими значениями УЭС характеризуются пески (11-200 Ом*м), а наименьшими глины (5-7,5 Ом*м). Удельное электрическое сопротивление горных пород зависит от пористости, степени минерализации вод, от степени и характера насыщения[4 (135-195)].

4 СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ И ОТРАБОТКА УРАНОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА РУДНИКЕ «СЕМИЗБАЙ»

Цель данной работы определить оптимальную схему вскрытия и отработать урановые залежи на руднике «Семизбай». Для решения цели нам необходима рассчитать геотехнологические параметры месторождений, сравнить схемы вскрытия отработанных блоков и построить для оптимизации 3D модель блоков с помощью Leapfrog Geo в котором можно увидеть расположение руды со всех сторон.

Для решения поставленных задач представлена следующая последовательность работы:

- построение математической модели с расчётом основных геотехнологических параметров;
- сравнение двух отработанных блоков по схеме вскрытия;
- построение 3D модели с помощью Leapfrog Geo.

4.1 Опытные работы ПСВ на урановом месторождении Семизбай

Для выбора оптимальной схемы вскрытия в сравнении мной был выбран блок №1а (гексагональная схема вскрытия) и 2а (рядная схема).

Урановое месторождение Семизбай относится к группе гидрогенных месторождений. Генезис месторождения пластово-инфильтрационный. Месторождение приурочено к песчано-глинистым отложениям. Распределение балансовых руд по литологическим типам следующее (в %): глинистые пески и песчаники - 48,2, грубообломочные породы с песчано-глинистым цементом - 23,2, грубообломочные породы с карбонатным цементом - 14,1, глины и алевролиты 14,5. Взаимоотношение отмеченных типов руд сложное, самостоятельных тел они не образуют. Руды месторождения в целом алюмосиликатные слабокарбонатные (содержание карбонатов до 2%). По запасам месторождение крупное. Около 40% запасов представлено проницаемыми рудами, которые могут быть отработаны способом ПВ.

Основными особенностями подобных месторождений и участков, определяющими методику разведки, являются:

- глубина залегания рудной залежи;
- морфология рудной залежей и лентообразная форма в разрезе;
- определение статистического и динамического уровня;
- результаты работы действующих технологических блоков полигона добычных скважин месторождения Семизбай;
- выделение рудоносного горизонта наличием либо отсутствием в нем водоупоров;
- коэффициент фильтрации;
- изменчивость содержания урана;
- изменчивость мощности рудных тел.

4.2 Проектируемые геотехнологические параметры

Главным критерием при оптимизации схемы вскрытия блоков является увеличение прибыли, снижение себестоимости и построение 3D модели.

В качестве критерия оптимизации для решения поставленной задачи принимаются затраты на сооружение и эксплуатацию сети скважин и при разработке конкретного эксплуатационного участка (ЭУ).

Наиболее перспективными схемами расположения скважин принимаем [4]

$$X_1 = \{x_{1,1}; x_{1,2}; \dots; x_{1,j}\},$$

где $x_{1,j}$ показаны на рисунке 6.

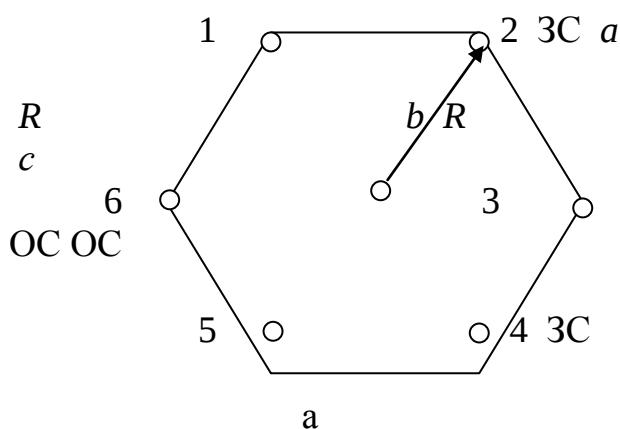
4.3. Построение математических моделей для оптимизации схем и параметров расположения откачных и закачных скважин при ПСВ урана

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

В любых схемах главными параметрами являются – R , радиус ячейки и ее площадь; для линейной – дополнительно соотношение сторон b/a , которое, как правило, равно единице, т. е. $b = a$ (рис. 6 а, б).

В рядных схемах главными параметрами являются также размеры a и b или $\theta = \frac{2b}{c}$.

Ячейка при $N = 6$



Рядная схема

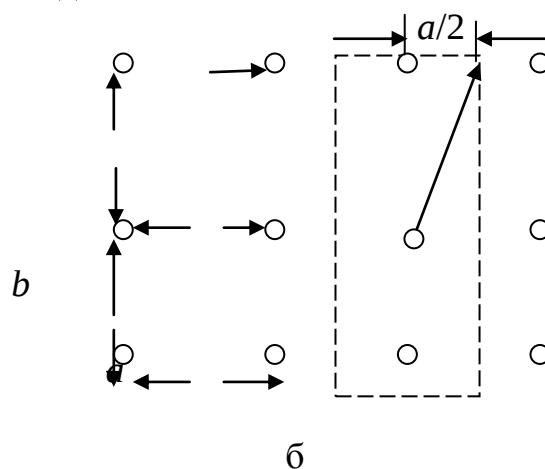


Рисунок 6 - Основные параметры а) гексагональной и б) рядной схемой расположения технологических скважин

R_o – оптимальный радиус ячейки, м;

R_l – приближенный радиус ячейки, м;

R_c – радиус скважины, м;

H	– глубина скважины, м;
$\rho_{\text{п}}$ и $\rho_{\text{в}}$	– плотность пород пласта и воды, т/м ³ ;
F	– отношение Ж:Т;
A	– расстояние между закачными скважинами;
B	– расстояние между рядами;
C	– расстояние между откачными скважинами;
X	– отношение расстояния между рядами к расстоянию между откачными скважинами в ряду;
β	– Коэффициент пропорциональности отношение скорости выщелачивания к средней скорости фильтрации раствора;
$Q_{\text{отк}}$	– дебит откачной скважины, м ³ /час;
$Q_{\text{зак}}$	– приемистость закачной скважины, м ³ /час;
$T_{\text{э}}$	– время эксплуатации, лет;
$T_{\text{зак.}}$	– время закисления, дней;
$C_{\text{ср}}$	– среднее содержание урана в продуктивных растворах, мг/дм ³ ;
C_{max}	– максимальное содержание урана в продуктивных растворах,
$S_{\text{к}}$	– показатель скин-эффекта;
C_1	– параметр, определяющий кинетику процесса выщелачивания урана в ячейке, равный $0,368/C_1\$$;
$C_{\text{скв}}$	– стоимость 1 пог. м технологической скважины, долл. США/м;
$C_{\text{э}}$	– суточные эксплуатационные расходы по руднику, долл. США/сут).

Таблица 2 – Геотехнологическая характеристика блоков

№ п/п	Наименование	Параметры	Ед. измер.	Блок За
1	2	3	4	5
1	Запасы урана	P	т	81,811
2	Площадь блока	S	тыс. м ²	20.057
3	Рудная мощность	M	м	4.4
4	Среднее содержание урана	C	%	0.056
5	Удельная продуктивность	m_U	кг/м ²	4.08
6	Продуктивность в метропроценте	Mc	м%	0.25
7	Плотность пород рудного горизонта	ρ_n	т/м ³	1,65
8	Коэффициент фильтрации в рудной части горизонта	K_{ϕ}	м/сут	1.5
9	Коэффициент эффективной пористости	K_n		0,17

Продолжение таблицы 2

10	Глубина разработки пласта до нижнего водоупора	H	м	121
11	Эффективная мощность продуктивного горизонта	$M_{\text{Э}}$	м	7,02
12	Горнорудная масса блока	$Q_{ГРМ}$	тыс. т	544.24
13	Плотность растворов	ρ_{p-p}	т/м ³	1.01
14	Коэффициент извлечения	$K_{\text{изв.}}$	%	85
15	Напор на закачных скважинах	S_n	м вод. ст.	50
16	Депрессия на откачных скв.	S_o	м вод. ст.	10
17	Радиус технологической скв.	R_c	м	17

4.3.1 Определить оптимальный радиус R_0

В функциях цели параметры A_j и B_j , не зависящие от радиуса и площади ячейки, имеют следующий вид, приведённый ниже.

Здесь принято допущение, что функция

$$a_j = \ln\left(\ln R/R_c\right) \quad (1)$$

является практически постоянной величиной и не влияет на окончательный результат. Рассмотрим это на простом примере. Пусть $20 \leq R \leq 80$ м, при $R_c = 0,06$ м.

Диапазон 20÷80 м для радиуса ячейки практически охватывает все оптимальные решения для существующих условий рудников ПСВ урана для месторождений Казахстана, но в данной работе были выбран диапазон 20÷30 м. Вычислим два крайних значения:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \ln\left(\ln 20/0,06\right) = 1,76, \\ a_2 &= \ln\left(\ln 25/0,06\right) = 1,79 \\ a_3 &= \ln\left(\ln 30/0,06\right) = 1,82, \\ \bar{a} &= \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = 1,79. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Нижнее значение a_1 отличается от среднего всего на 5 % и верхнее – a_2 от среднего также на 5 %. Учитывая это обстоятельство можно принимать для упрощения расчётов:

$$\ln\left(\ln R/R_c\right) \cong 1,7 \quad (3)$$

Гексагональная ячейка:

$$A_1 = \frac{S_{\text{бл}}(n_r + 1) \cdot C_{\text{скв}} \cdot H}{2,6} \quad (4)$$

$$B_1 = \frac{160 \cdot \rho_n \cdot f_n \cdot C_s}{\rho_b \cdot \beta_n \cdot \bar{K}_\phi \cdot (n_r \cdot S_n + S_o) \cdot \ln\left(\ln R/R_c\right)} \quad (5)$$

Условие: $S_M = 20057 \text{ м}^2$; $H=121 \text{ м}$ $C_{\text{СКВ}} = 30 \text{ \$США}$; $K_\Phi = 1,5 \text{ м/сут}$; $f = 3$; $\beta = 0,2$; $S_H = 50 \text{ м}$; $S_o = 10 \text{ м}$; $n = 2,6$; $\ln\left(\ln \frac{R_1}{R_c}\right) = 1,76$; $\rho_\Pi = 1,65 \text{ т/м}^3$; $C_3 = 2,1 \cdot 10^3$

Решение:

$$A_1 = \frac{20057 \cdot 3,6 \cdot 30 \cdot 121}{2,6} = 100809568$$

$$B_1 = \frac{160 \cdot 1,65 \cdot 2 \cdot 2,1 \cdot 10^3}{1 \cdot 0,31 \cdot 1,5 \cdot (2,6 \cdot 50 + 10) \cdot 1,76} = 321$$

Решение уравнения 4 и 5 даёт следующий результат для оптимального радиуса ячейки:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{A_j}{B_j}} = \sqrt[4]{\frac{S_{\text{бл}}(n_\Gamma + 1) \cdot C_{\text{СКВ}} \cdot H \cdot \beta_\Pi \cdot \rho_\Pi \cdot \bar{K}_\Phi \cdot (n_\Gamma \cdot S_H + S_o)}{225 \cdot \rho_\Pi \cdot f_\Pi \cdot C_3}} = \sqrt[4]{\frac{100809568}{138}} = 23,7 \text{ м} \quad (6)$$

$R=25\text{м}$, $R_o=23,8\text{м}$;

$R=30\text{м}$, $R_o=23,9\text{м}$.

Квадратная ячейка:

$$A_2 = \frac{S_{\text{бл}}(n_K + 1) \cdot C_{\text{СКВ}} \cdot H}{2} = \frac{20057 \cdot 3 \cdot 30 \cdot 121}{2} = 109210365; \quad (7)$$

$$B_2 = \frac{174 \cdot \rho_\Pi \cdot f_\Pi \cdot C_3}{\rho_\Pi \cdot \beta_\Pi \cdot \bar{K}_\Phi \cdot (n_K \cdot S_H + S_o) \cdot \ln\left(\ln \frac{R_1}{R_c}\right)} = \frac{174 \cdot 1,65 \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 10^3}{1 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot (2 \cdot 50 + 10) \cdot 1,76} = 445; \quad (8)$$

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{A_j}{B_j}} = \sqrt[4]{\frac{109210365}{445}} = 22,3 \text{ м}$$

$R=25\text{м}$, $R_o=22,4\text{м}$;

$R=30\text{м}$, $R_o=22,4\text{м}$.

Рядная ячейка, общий случай:

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{S_{\text{бл}}(n+1) \cdot C_{\text{СКВ}} \cdot H \cdot \beta \cdot \bar{K}_\Phi \cdot (n \cdot S_H + S_o) \cdot (\xi^2 + 0,25)^2 \cdot \ln\left(\ln \frac{R_1}{R_c}\right)}{172,8 \cdot f \cdot \rho_\Pi \cdot C_3 \cdot (\xi^2 + 0,25)^2 \cdot 2\xi}}, \quad (9)$$

Условие: $S_M = 20057 \text{ м}^2$; $H=121 \text{ м}$ $C_{\text{СКВ}} = 30 \text{ \$США}$; $K_\Phi = 1,5 \text{ м/сут}$; $f = 3$; $\beta=0,2$; $S_H = 50 \text{ м}$; $S_o = 10 \text{ м}$; $n = 2,6$; $\ln\left(\ln \frac{R_1}{R_c}\right) = 1,76$; $\rho_\Pi = 1,65 \text{ т/м}^3$; $C_3 = 2,1 \cdot 10^3$

Решение:

$$\xi = \frac{b}{c} = 20 / 25 = 0,8; \quad \eta = \frac{b}{a} = 1;$$

$$R_o = \sqrt[4]{\frac{20057 \cdot (1,6 + 1) \cdot 30 \cdot 121 \cdot 0,2 \cdot 1,5 \cdot (1,6 \cdot 50 + 10) \cdot (0,8^2 + 0,25)^2 \cdot \ln\left(\ln \frac{20}{0,06}\right)}{172,8 \cdot 3 \cdot 1,65 \cdot 2,1 \cdot 10^3 \cdot (0,8^2 + 0,25)^2 \cdot 2 \cdot 0,8}} = 22,6$$

$R=25\text{м}$, $R_o=22,7\text{м}$;

$R=30\text{м}$, $R_o=22,8\text{м}$.

b – расстояние между откачным и закачным рядом, м;

c – расстояние между откачными скважинами в ряду, м;

a – расстояние между ЗС в ряду, м

$$b = \frac{R_o \xi}{\sqrt{\xi^2 + 0,25}} = \frac{22,6 \cdot 0,8}{\sqrt{0,8^2 + 0,25}} = 20,3; \quad (10)$$

$$c = \frac{R_o}{\sqrt{\xi^2 + 0,25}} = \frac{22,6}{\sqrt{0,8^2 + 0,25}} = 25,6; \quad (11)$$

$$a = \frac{R_o \xi}{\eta \sqrt{\xi^2 + 0,25}} = \frac{22,6 \cdot 0,8}{1 \cdot \sqrt{0,8^2 + 0,25}} = 20,3. \quad (12)$$

4.3.2 Определить среднюю V_o (действительную скорость) фильтрации плоскорадиального потока по любой линии тока. Скорость фильтрации является некоторой фиктивной величиной, так как движение раствора происходит по сообщающимся порам. В этой связи действительная скорость потока будет:

$$\bar{V}_o = \frac{1,157 \cdot K_\phi \cdot (n \cdot S_n + S_o) \cdot \ln\left(\frac{\ln R}{R_c}\right)}{10^2 \cdot R \cdot \bar{K}_n}, \text{ м/сут.} \quad (13)$$

Гексагональная ячейка:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \ln\left(\frac{\ln 23,7}{0,06}\right) = 1,788 \approx 1,79 \\ a_2 &= \ln\left(\frac{\ln 23,8}{0,06}\right) = 1,789 \approx 1,79 \\ a_3 &= \ln\left(\frac{\ln 23,9}{0,06}\right) = 1,789 \approx 1,79 \\ \bar{a} &= \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = 1,79. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \left(\frac{\ln 23,7}{0,06}\right) = 5,97 \\ a_2 &= \left(\frac{\ln 23,8}{0,06}\right) = 5,98 \\ a_3 &= \left(\frac{\ln 23,9}{0,06}\right) = 5,99 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Квадратная ячейка:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \ln\left(\frac{\ln 22,3}{0,06}\right) \approx 1,78 \\ a_2 &= \ln\left(\frac{\ln 22,4}{0,06}\right) \approx 1,78 \\ a_3 &= \ln\left(\frac{\ln 22,4}{0,06}\right) \approx 1,78 \\ \bar{a} &= \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = 1,78. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \left(\frac{\ln 22,3}{0,06}\right) = 5,92 \\ a_2 &= \left(\frac{\ln 22,4}{0,06}\right) = 5,92 \\ a_3 &= \left(\frac{\ln 22,4}{0,06}\right) = 5,92 \end{aligned} \right\}$$

Рядная ячейки:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \ln\left(\frac{\ln 22,6}{0,06}\right) = 1,78 \\ a_2 &= \ln\left(\frac{\ln 22,7}{0,06}\right) = 1,78 \\ a_3 &= \ln\left(\frac{\ln 22,8}{0,06}\right) = 1,78 \\ \bar{a} &= \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = 1,78 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \left(\frac{\ln 22,6}{0,06}\right) = 5,93 \\ a_2 &= \left(\frac{\ln 22,7}{0,06}\right) = 5,935 \approx 5,94 \\ a_3 &= \left(\frac{\ln 22,8}{0,06}\right) = 5,94 \end{aligned} \right\}$$

Условие: $K_\phi = 1,5$ м/сут; $n = 2,6$; $\bar{K}_n = 0,17$; $S_n = 50$ м вод. ст.; $S_o = 10$ м; $R_o = 22,6$ м, радиус гексагональной или любой другой ячейки, $R_c = 0,06$ м. Решение: по радиусу ячейки – кратчайшей линии тока получим:

Решение:

$$\bar{V}_o = \frac{1,157 \cdot 1,5 \cdot (2,6 \cdot 50 + 10) \cdot \ln\left(\frac{\ln 23,7}{0,06}\right)}{10^2 \cdot 20 \cdot 0,17} = 1,08 \text{ м/сут.}$$

$$R_o = 23,8 \text{ м } V_o = 1,08 \text{ м/сут.}$$

$$R_o = 23,9 \text{ м } V_o = 1,07 \text{ м/сут.}$$

для квадратная ячейка:

$$R_o = 22,3 \text{ м } V_o = 0,90 \text{ м/сут.}$$

$$R_o = 22,4 \text{ м } V_o = 0,89 \text{ м/сут.}$$

$$R_o = 22,4 \text{ м } V_o = 0,89 \text{ м/сут.}$$

для рядной ячейки:

$$R_o = 22,6 \text{ м } V_o = 0,72 \text{ м/сут.}$$

$$R_o = 22,7 \text{ м } V_o = 0,72 \text{ м/сут.}$$

$$R_o = 22,8 \text{ м } V_o = 0,72 \text{ м/сут.}$$

4.3.3 Выбор оптимального значения Ж:Т. Выбор оптимального Ж:Т значения – одна важных задач опытных работ для последующей отработки.

Основным элементом КТК являются математические модели, описывающие процессы, протекающие при добыче урана методом подземного скважного выщелачивания (ПСВ).

В случае $\gamma_n = 1,7 \text{ г/см}^3$ значения f и β находятся друг с другом в следующем соотношении:

Таблица 3 - соотношения между геотехнологическим параметром Ж:Т и коэффициентом β

β	0,75	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,15	0,12	0,10
f	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0

Приведённый анализ осуществлён на базе широко известных теперь опытных данных, полученных многими исследователями на лабораторных моделях, в которых реализуется одномерный фильтрационный поток растворителя, характеризующийся одинаковой скоростью фильтрации, как по длине, так и в поперечном сечении потока.

Оценка возможных вариаций значений параметра Ж:Т (f) для проектируемого опытно-промышленного участка (в зависимости от изменения коэффициента фильтрации прифильтровой зоны) проведена по формулам:

$$f = \frac{M_{жс}}{M_m} = \frac{\pi \cdot p_{p-p}}{\alpha \cdot p_n \cdot \beta} \quad (17)$$

где $\alpha = 2,6$, $\beta = 0,25 \phi.(3)$; $\rho_{p-p} = 1,01 \text{ т/м}^3$; $\rho_n = 1,65 \text{ т/м}^3$;

$$f = \frac{M_{жс}}{M_m} = \frac{3,14 \cdot 1,01}{2,6 \cdot 0,25 \cdot 1,65} = 2,96 \approx 3$$

4.3.4 Дебит откачной скважины. При изменении данных S_k от 0 до 2,5 (при этом коэффициент фильтрации в прифильтровой зоне, радиусом 0,2 метров в 2 раза меньше K_ϕ рудовмещающего пласта) Ж:Т варьируется в

приделе от 2,2 до 3,0.

Определим производительность откачной скважины:

$$Q_{oc} = \frac{1,157 \cdot 2\pi \cdot K_{\phi} \cdot M_{\phi} \cdot (n \cdot S_n + S_o)}{10^2 \left(\ln \frac{R_o}{R_c} + S_k \right)}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (18)$$

Условие: $n = 1,9$; $K_{\phi} = 1,5$ м/сут; $M_{\phi} = 7,02$ м; $S_n = 50$ м; $S_o = 10$ м; $R_o = 20$ м; $R_c = 0,06$ м; $S_k = 1,8$.

Решение:

$$Q_{oc} = \frac{1,157 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 7,02 \cdot (2,6 \cdot 50 + 10)}{10^2 \left(\ln \frac{23,7}{0,06} + 1,8 \right)} \approx 13,79 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$R_o = 23,8$ м $Q_{oc} = 13,77$ м/сут.

$R_o = 23,9$ м $Q_{oc} = 13,75$ м/сут.

для квадратная ячейка:

$R_o = 22,3$ м $Q_{oc} = 11,07$ м/сут.

$R_o = 22,4$ м $Q_{oc} = 10,79$ м/сут.

$R_o = 22,4$ м $Q_{oc} = 10,52$ м/сут.

для рядной ячейки:

$R_o = 22,6$ м $Q_{oc} = 8,91$ м/сут.

$R_o = 22,7$ м $Q_{oc} = 8,90$ м/сут.

$R_o = 22,8$ м $Q_{oc} = 8,90$ м/сут.

4.3.5 Приёмистость закачной скважины. Закачки являются рабочим реагента в пласт, определяется объёмом смеси, закачиваемой в пласт в единицу времени.

$$Q_{zc} = \frac{1,157 \cdot 2\pi \cdot K_{\phi} \cdot M_{\phi} \cdot S_n}{10^2 \left(\ln \frac{R_o}{R_c} + S_k \right)}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (19)$$

Условие: $S_n = 50$ м; $K_{\phi} = 1,5$ м/сут; $M_{\phi} = 7,02$ м; $R_o = 20$ м; $R_c = 0,06$ м; $S_k = 2,4$.

Решение:

$$Q_{zc} = \frac{1,157 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 7,02 \cdot 50}{10^2 \left(\ln \frac{23,7}{0,06} + 2,4 \right)} = 4,92 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$R_o = 23,8$ м $Q_{zc} = 4,92$ м/сут.

$R_o = 23,9$ м $Q_{zc} = 4,91$ м/сут.

для квадратная ячейка:

$R_o = 22,3$ м $Q_{zc} = 5,03$ м/сут.

$R_o = 22,4$ м $Q_{zc} = 4,90$ м/сут.

$R_o = 22,4$ м $Q_{zc} = 4,78$ м/сут.

для рядной сети:

$R_o = 22,6$ м $Q_{zc} = 4,95$ м/сут.

$R_o = 22,7$ м $Q_{zc} = 4,94$ м/сут.

$R_o = 22,8$ м $Q_{zc} = 4,94$ м/сут.

Некачественные глинистые растворы и отсутствие технических мероприятий по повышению приёмистости закачных и увеличению дебита в

откачных скважинах может привести к кольматации фильтрационных зон, что может повлиять на производительности скважин.

4.4 Метод построения и реализации оптимизационных моделей

4.4.1 Определить время выщелачивания ячейки или блока для гексагональной сети:

Для гексагональной схемы вскрытия:

$$T_9 = \frac{160 \cdot R_o^2 \cdot \rho_n \cdot f}{\beta \cdot \bar{K}_\phi \cdot (nS_n + S_o) \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{ сут.} \quad (20)$$

Условие: $R_o = 20$ м; $\rho_n = 1,65$ т/м³; $f = 3$; $\beta = 0,2$; $\bar{K}_\phi = 1,5$ м/сут; $n = 2,6$; $S_n = 50$ м; $S_o = 10$ м; $R_c = 0,06$ м.

Решение:

$$T_9 = \frac{160 \cdot 23,7^2 \cdot 1,65 \cdot 3}{0,2 \cdot 14,3 \cdot (2,6 \cdot 50 + 10) \cdot \ln\left(\ln \frac{23,7}{0,06}\right)} = 1500 \text{ сут.}$$

$R_o = 23,8$ м, $T_9 = 1487$ сут.

$R_o = 23,9$ м, $T_9 = 1475$ сут.

Для квадратной схемы вскрытия:

$$T_9 = \frac{174 \cdot R_o^2 \cdot \rho_n \cdot f}{\beta \cdot \bar{K}_\phi \cdot (nS_n + S_o) \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{ сут.} \quad (21)$$

Условие: $R_o = 20$ м; $\rho_n = 1,65$ т/м³; $f = 3$; $\beta = 0,2$; $\bar{K}_\phi = 1,5$ м/сут; $n = 2$; $S_n = 50$ м; $S_o = 10$ м; $R_c = 0,06$ м.

Решение:

$$T_9 = \frac{174 \cdot 22,3^2 \cdot 1,65 \cdot 3}{0,2 \cdot 1,2 \cdot (2 \cdot 50 + 10) \cdot \ln\left(\ln \frac{22,3}{0,06}\right)} = 1844 \text{ сут.}$$

$R_o = 25$ м, $T_9 = 1829$ сут.

$R_o = 30$ м, $T_9 = 1799$ сут.

Для рядной схемы вскрытия:

$$T_9 = \frac{144 \cdot R_o^2 \cdot \rho_n \cdot f}{\beta \cdot \bar{K}_\phi \cdot (nS_n + S_o) \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{ сут.} \quad (22)$$

Условие: $R_o = 27,3$ м; $\rho_n = 1,65$ т/м³; $f = 3$; $\beta = 0,2$; $\bar{K}_\phi = 1,5$ м/сут; $n = 2$; $S_n = 50$ м; $S_o = 10$ м; $R_c = 0,06$ м.

Решение:

$$T_9 = \frac{144 \cdot 17,3^2 \cdot 1,65 \cdot 3}{0,2 \cdot 1,2 \cdot (1,6 \cdot 50 + 10) \cdot \ln\left(\ln \frac{17,3}{0,06}\right)} = 1122 \text{ сут.}$$

$R_o = 23,6$ м, $T_9 = 2054$ сут.

$R_o = 25$ м, $T_9 = 2267$ сут.

4.4.2 Определить время закисления ячейки или блока для гексагональной сети:

$$T_3 = \frac{160 \cdot R_o^2 \cdot \bar{K}_n}{\bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.} \quad (23)$$

Условие: $R_o=23,7\text{м}$; $\bar{K}_n=1,65$; $K_\phi = 1,5\text{м/сут}$; $n=2,6$; $S_n = 50\text{м}$; $S_o=10\text{ м}$; $R_c=0,06$ Решение:

$$T_3 = \frac{160 \cdot 23,7^2 \cdot 0,17}{1,5 \cdot 2,6 \cdot 50 \cdot \ln\left(\ln \frac{23,7}{0,06}\right)} = 44 \text{сут.}$$

$R_o=23,8\text{м}$, $T_3= 44$ сут.

$R_o=23,9\text{м}$, $T_3= 44$ сут.

Для квадратной схеме:

$$T_3 = \frac{174 \cdot R_o^2 \cdot \bar{K}_n}{\bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.} \quad (24)$$

Условие: $R_o=22,3\text{м}$; $\bar{K}_n=1,65$; $K_\phi = 1,5\text{м/сут}$; $n=2,6$; $S_n = 50\text{м}$; $S_o=10\text{ м}$; $R_c=0,06$

Решение:

$$T_3 = \frac{174 \cdot 22,3^2 \cdot 0,17}{1,5 \cdot 2,0 \cdot 50 \cdot \ln\left(\ln \frac{22,3}{0,06}\right)} = 56 \text{сут.}$$

$R_o=22,4\text{м}$, $T_3= 55$ сут.

$R_o=22,4\text{м}$, $T_3= 54$ сут.

Для рядной схемы вскрытия при $b=2a$, где b расстояние между рядами ОС и ЗС, a =расстояние между ОС в ряду

$$T_3 = \frac{144 \cdot R_o^2 \cdot \bar{K}_n}{\bar{K}_\phi \cdot n \cdot S_n \cdot \ln\left(\ln \frac{R_o}{R_c}\right)}, \text{сут.} \quad (25)$$

Условие: $a = 20\text{ м}$; $b = 20\text{ м}$; $R_o = \sqrt{a^2/4 + b^2} = \sqrt{20^2/4 + 20^2} = 17,3\text{ м}$.

$\bar{K}_n = 0,17$; $S_n = 50\text{ м}$; $n = 1,6$; $R_c = 0,06\text{ м}$; $K_\phi = 1,5\text{ м/сут}$;

Решение:

$$T_3 = \frac{144 \cdot 17,3^2 \cdot 0,17}{1,5 \cdot 1,6 \cdot 50 \cdot \ln\left(\ln \frac{17,3}{0,06}\right)} = 35 \text{сут.}$$

$R_o=23,6\text{м}$, $T_3= 63$ сут.

$R_o=25\text{м}$, $T_3= 70$ сут.

Расчёт расхода кислоты в зависимости от эффективной мощности пласта (M_3) и средней продуктивности в ячейке (m/M_3) на 1 кг добываемого урана используем следующее соотношение

4.4.3 Определить расход кислоты на 1 кг добываемого урана:

$$K = 172e^{-1,1 \frac{m}{M_3}}, \text{ кг/кг.} \quad (26)$$

Условие: $\bar{m} = 4,08 \text{ кг/м}^2$; $M_3 = 7,02 \text{ м.}$

Решение:

$$K = 172e^{-0,639} = 91,606 \text{ кг/кг.}$$

4.4.4 Определить среднее содержание урана в ПР по блоку:

$$C_{cp} = \frac{P \cdot \varepsilon \cdot 1000}{Q_{ГРМ} \cdot f} = , \text{ мг/дм}^3 \quad (27)$$

Условие: $P=81,811 \text{ т; } Q_{ГРМ}=573.736 \text{ тыс. т; } f=3; \varepsilon=85\%.$

$$C_{cp} = \frac{81,811 \cdot 85 \cdot 1000}{573736 \cdot 3} = 35,2 \text{ мг/дм}^3$$

Делая расчёт, привожу итог: оптимальной схемой вскрытия для рудника «Семизбай» по расчётам согласно данным блока № 3а является – рядная сеть, оптимальный радиус является $R_0=22,3$. При вскрытии запасов в краевых частях опытных блоков, в случае изменения границ рудных тел (выклинивания или продолжения), следует изменять принятую схему вскрытия. По расчётам можно определить[6], что квадратная сеть и гексагональная сеть не является оптимальной по всем показателям.

Таблица 4 – Расчёт основных геотехнологических показателей опытного блока 3а

№	Основные показатели по блоку	Рядная схема	Гексагональная схема	Квадратная схема
1	Оптимальный радиус ячейки	22,3	23,8	22,4
2	Количество скважин (п)	1.8	2,6	2
3	Время закисления блока	35	44	56
4	Время выщелачивания блока	1122	1500	1843
5	Время отработки блока	3	4	5
6	Среднее содержание U в ПР	35,2 мг/дм ³		
7	Удельный расход кислоты на 1 кг урана	91,606 кг/кг		

4.5 Сравнение отработанных блоков

Для сравнение мной были выбраны два отработанных блока, которые представлены гексагональной схемой 30х30х30м блок 1а и рядной схемой 20х20х25м блок 2а, из этих схем необходимо выбрать самый оптимальный вариант для поднятия эффективности добычи минерала и снижение себестоимости. Все данные были взяты по факту.

При сравнении будут выбраны данные по:

- бурение;
- степени отработки;
- электроэнергия;
- расход кислоты;
- проведению ремонтно-восстановительных работ.

Для рудника Семизбай степень извлечение руды является 85%, так как месторождение Семизбай по классификации ГКЗ относится к палеодолинному типу, гидрогенных урановых месторождений, а по сложности геологического строения (наряду с некоторыми жильными месторождениями) – к 3-й (из 4-х) группе (в отличие от южных гидрогенных урановых месторождений Казахстана, относимых ко 2-ой группе, в этих месторождениях степень извлечения составляет 90%).

Ниже проведён анализ сравнения отработанных блоков по степени отработки при гексагональной блок 1а (ГРМ - 544,24тыс.тонн, запас Р - 70,14 т, количество скважин: 17 откачных и 48 закачных скважин) и рядной схемой блок 2а (ГРМ – 573,736тыс.тонн, запас Р – 81,811 т, количество скважин: 20 откачных и 38 закачных скважин). Время отработки 1а блока 23 месяц (690 суток), а 2а блока 16 месяц (420 суток) это показывает не эффективность отработки блоков по гексагональной схемой вскрытия, так как она на 41,7% выше по времени чем рядная схема. Среднее 1 п.м. бурение стоит 11500тг., в денежном эквиваленте она составляет – 9660000тг./24912\$.

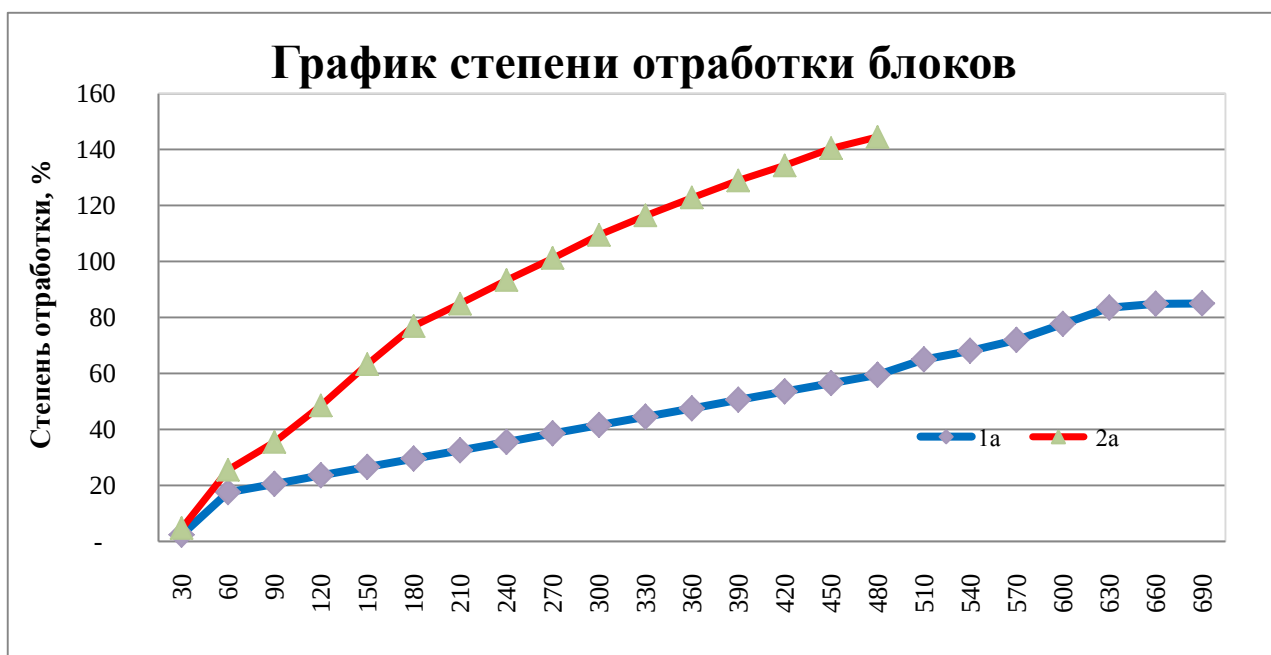


Рисунок 7 – График отработки блоков

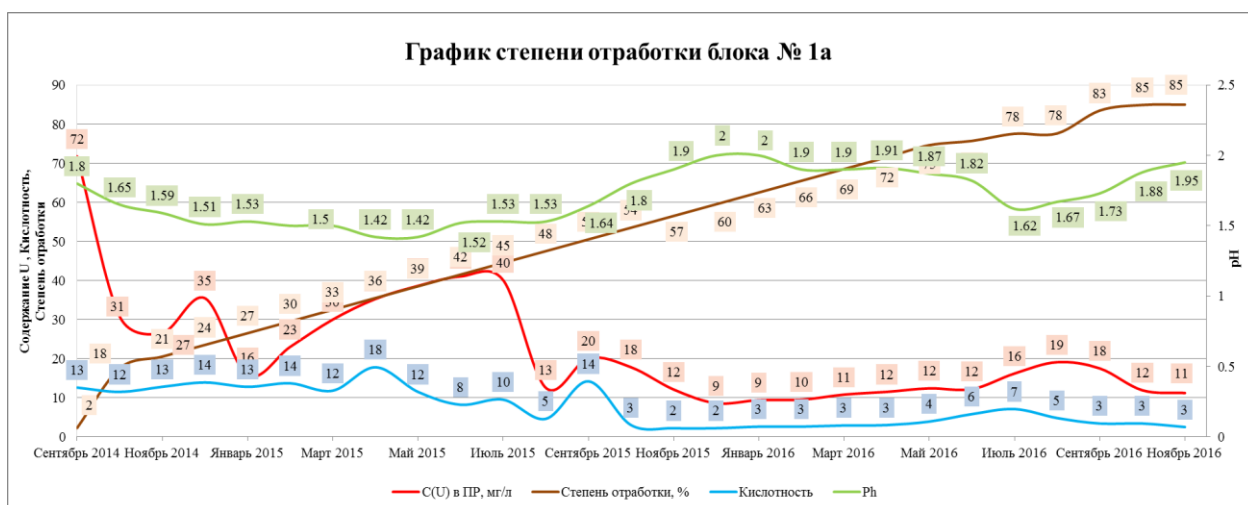


Рисунок 8 –График 1а, по содержанию, кислотности и pH

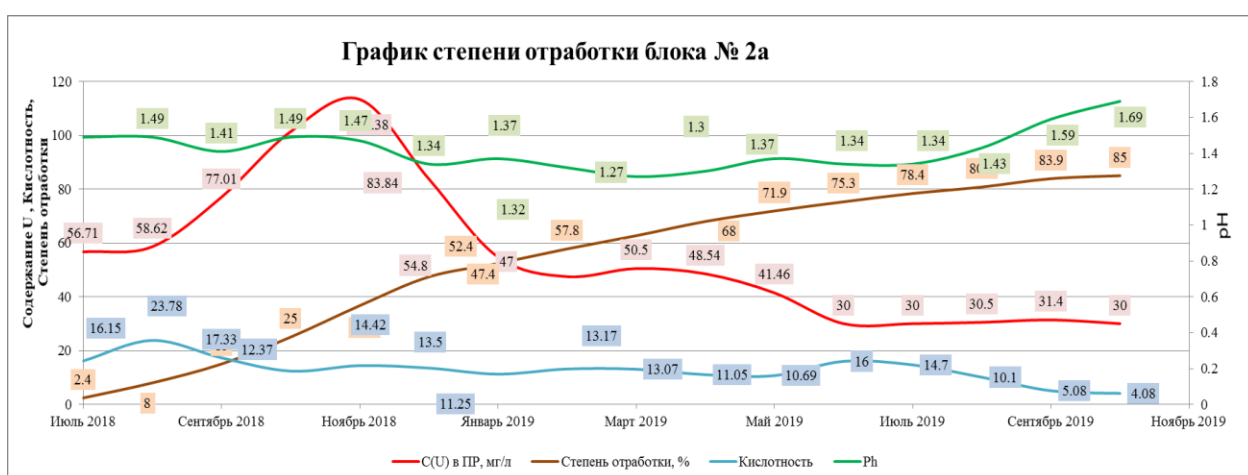


Рисунок 9 –График 2а, по содержанию, кислотности и pH

Расход электроэнергии для гексагональной и рядной схемой является один из важнейших факторов который влияет на себестоимость продукта, при расчёте было выбрана количество отработанных дней блока, количество откачных скважин, затраты 5 куб. насоса 1 час составляет 3кВт. и стоимость 1 кВт. энергии 25тг

1) гексагональный $3\text{кВт} \cdot 17(\text{откачка}) \cdot 24\text{час} = 1224\text{кВт/сут}$;

2) рядный $3\text{кВт} \cdot 20(\text{откачка}) \cdot 24\text{час} = 1440\text{кВт/сут}$.

Денежном эквиваленте:

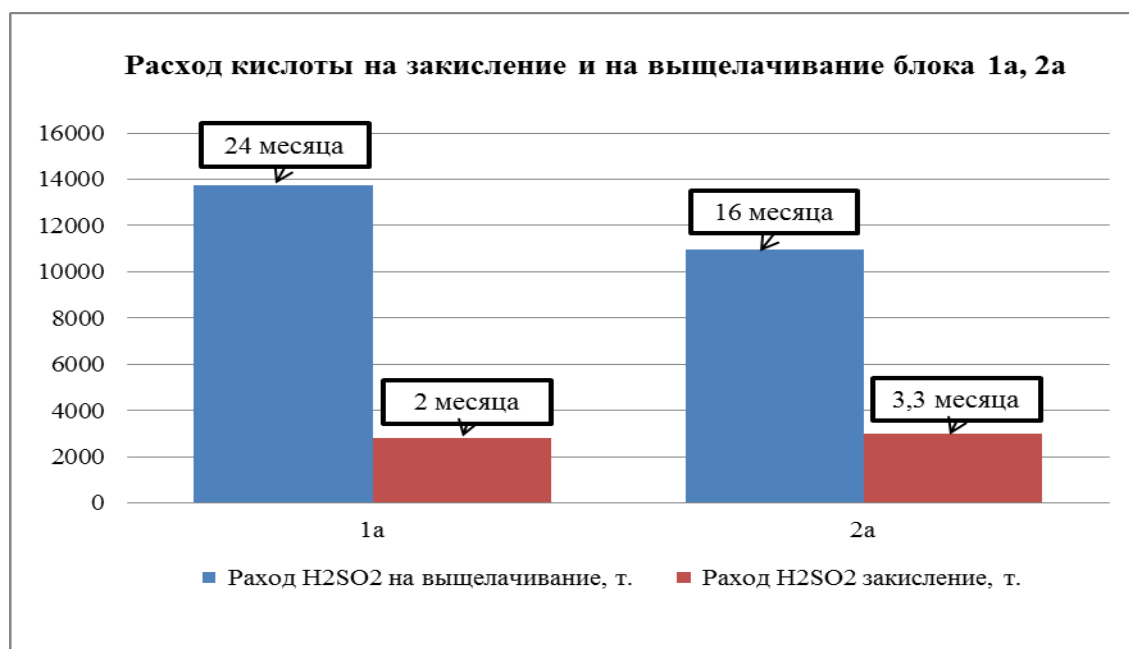
1) гексагональный $1224\text{кВт/сут} \cdot 690\text{сут} \cdot 25\text{тг} = 21\,114\,000\text{тг}$;

2) рядный $1440\text{кВт/сут} \cdot 420\text{сут} \cdot 25\text{тг} = 15\,130\,500\text{тг}$.

В денежном выражение (учитывая данные) – 5 983 500 тг/15 431\$.

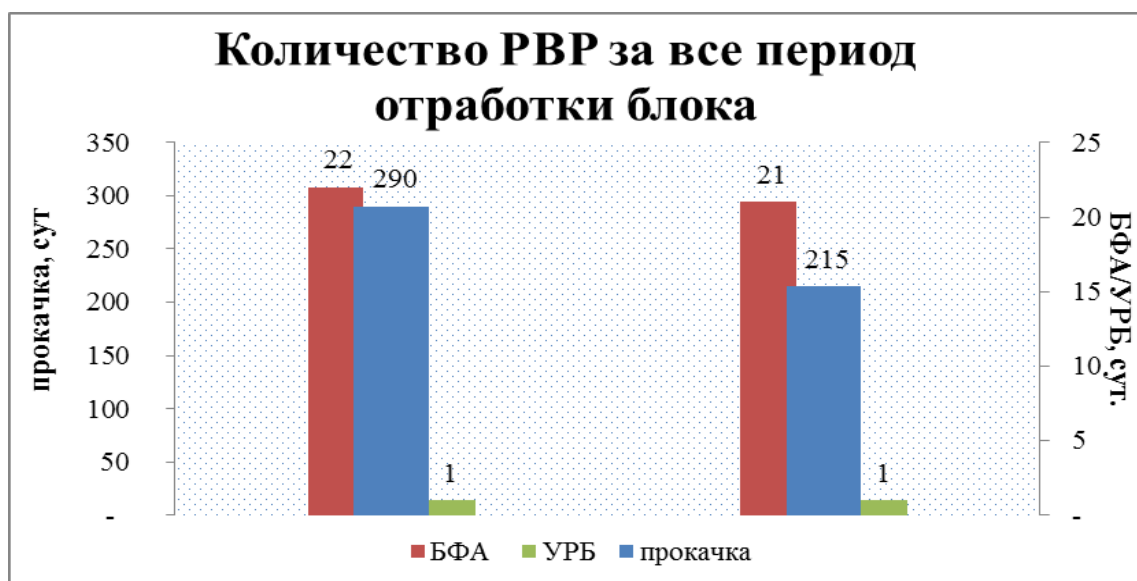
Так, расход серной кислоты на извлечение 1 кг урана, должен составлять для четырехвалентных форм 0,8 кг, а для шестивалентных — 0,4 кг. На практике удельный расход кислоты при выщелачивании урана составляет десятки, и даже первые сотни килограммов на килограмм, что является следствием реакции её с некоторыми порообразующими минералами, как самих руд, так и вмещающих их безрудных проницаемых пород, попадающих в область циркуляции рабочих растворов. Основными

кислотоёмкими минералами являются карбонаты (кальцит, доломит, магнезит) и некоторые виды глинистых минералов [6]. При закислении и выщелачивании руды. На данном графике можно увидеть, что расход кислоты на выщелачивание блока 2а (24 месяца) больше на 20,1% чем блока 1а (16мес.) а в закисление наоборот блок 1а (3,3 месяца) больше на 5,1% чем 2а (2месяца)., а по времени на выщелачивание блока 2а больше на 33,3% чем блока 1 а в закисление наоборот блок 1а больше на 39,4% чем 2а. В среднем 1 тонна H_2SO_2 стоит 16 500тг. В денежном выражение (учитывая данные) - 38 582 491 тг./99 504\$.



10 рисунок - Расход кислоты на закиселние и выщелачивание

Очень часто встречаемый вид кольматации на руднике Семизбай это механический и химический. По борьбе с ними проводится ремонтно-восстановительные работы в скважинах. Целью данной работы является восстановление производительности технологических скважин, снизившейся в результате кольматации фильтра и прифильтровой зоны продуктивного пласта, деформации эксплуатационных колонн скважин, а также с целью ликвидации песчаных пробок, уменьшения пескования скважин и др. Во время работы 1а блока проводилось 290- прокачки, 22-БФА, 1-УРБ и 2а блока 215- прокачки, 21-БФА, 1-УРБ, в процентном соотношении между блоками 1а и 2а 25% в сторону блока 1а. В среднем одна РВР работа стоит 250 000тг. В денежном эквиваленте 1 900 000/4900\$.



11 рисунок – Количество РВР за все период работы

Сравнив вышеуказанные данные подводим итог, что для рудника «Семизбай» самой оптимальной схемой вскрытия является рядная, так как важней части добычи ПВ является снижение себе стоимости. При рядной схеме экономия в денежном выражении составило

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = \mathcal{E}_{\text{кис.}} + \mathcal{E}_{\text{бур.}} + \mathcal{E}_{\text{рвр}} + \mathcal{E}_{\text{эл.эн}} = 56\,142\,491 \text{ тг.} / 144\,748 \$.$$

4.6 Построение 3D модели блоков с помощью Leapfrog Geo

Для оптимизации предлагаю программу 3D моделирование блоков с помощью Leapfrog Geo.

Leapfrog Geo - это инструмент для трехмерного геологического моделирования, основанный на рабочих процессах. Передовой алгоритм условного моделирования Leapfrog Geo позволяет обойтись без занимающего длительное время процесса построения каркасных моделей и создавать ваши модели непосредственно на основании различных данных, включая скважины, точки и поверхности.

Модели обновляются динамически при добавлении новых данных в проект, что позволяет с лёгкостью поддерживать модели в актуальном состоянии. При этом снижаются риски при принятии важных решений на основе устаревших данных.

Возможности:

- Leapfrog Geo помогает в работе с вашими данными для формирования базы данных с автоматическим обновлением данных. Например, при добавлении новых данных бурения все соответствующие модели обновятся;

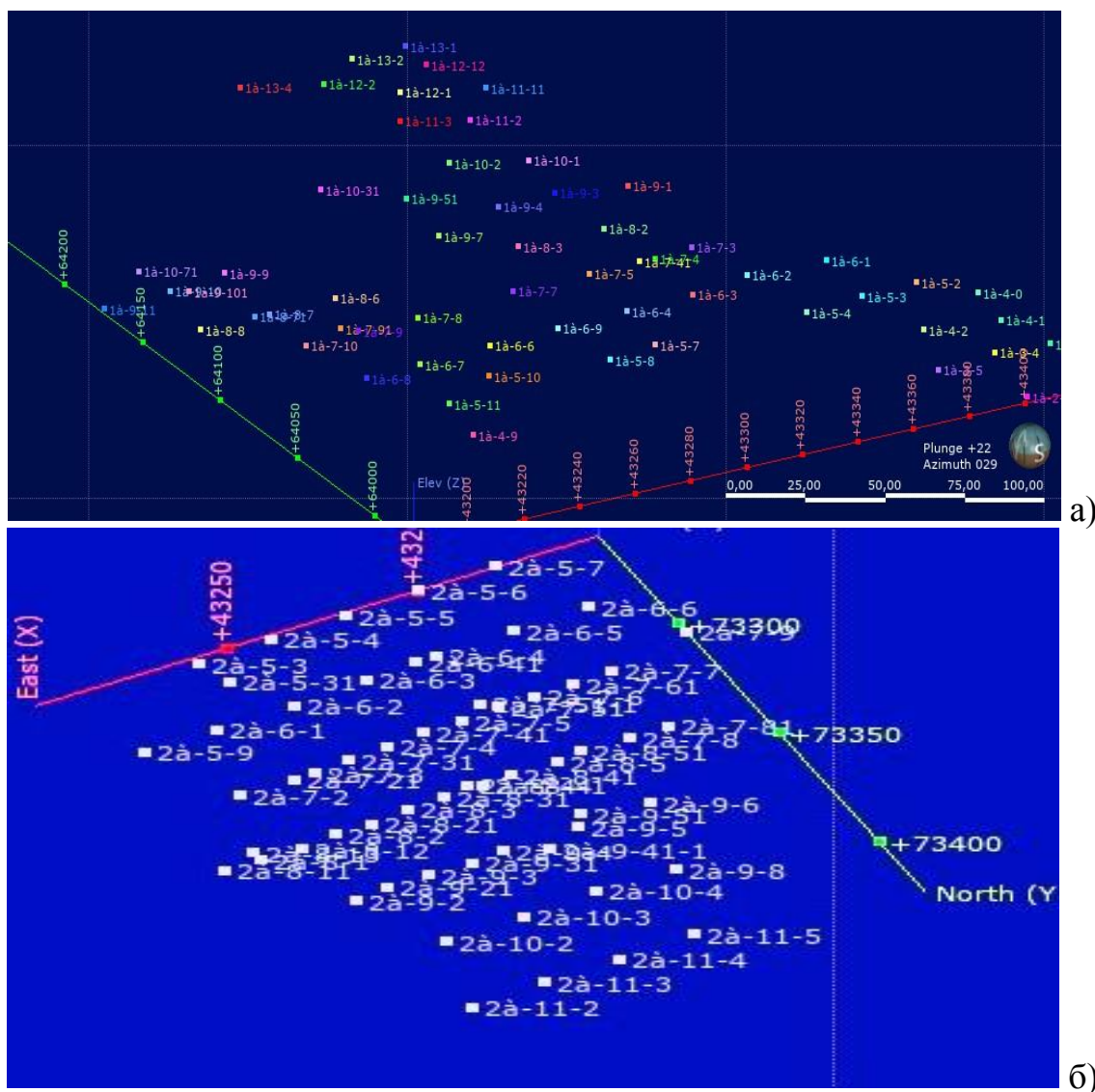
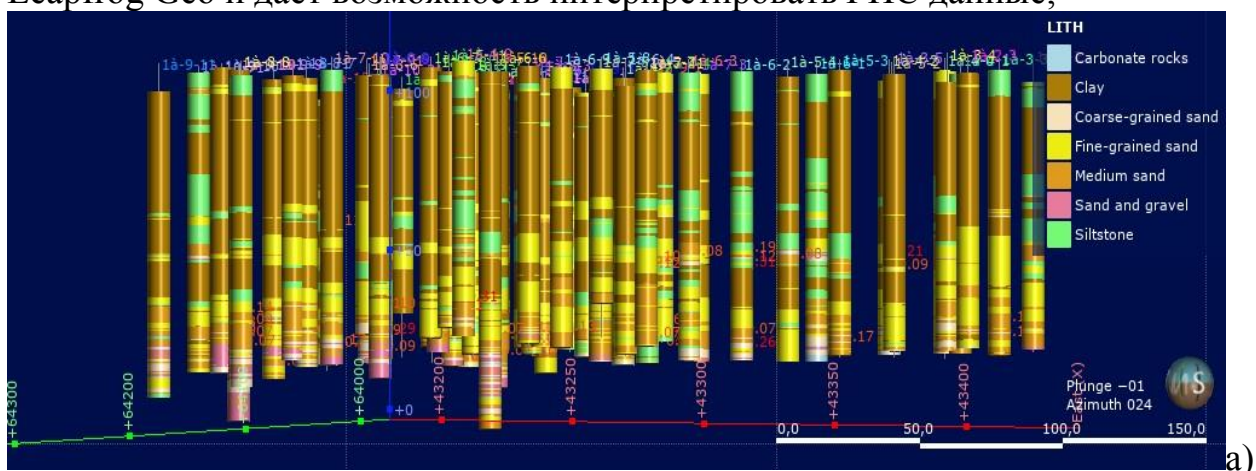


Рисунок 12 – База данных и схемы расположения технологических скважин в программе Learfrog Geo: а – рядная схема; б – гексагональная схема

- Выполняет визуализация данных в трехмерном рабочем окне Learfrog Geo и дает возможность интерпретировать ГИС данные;



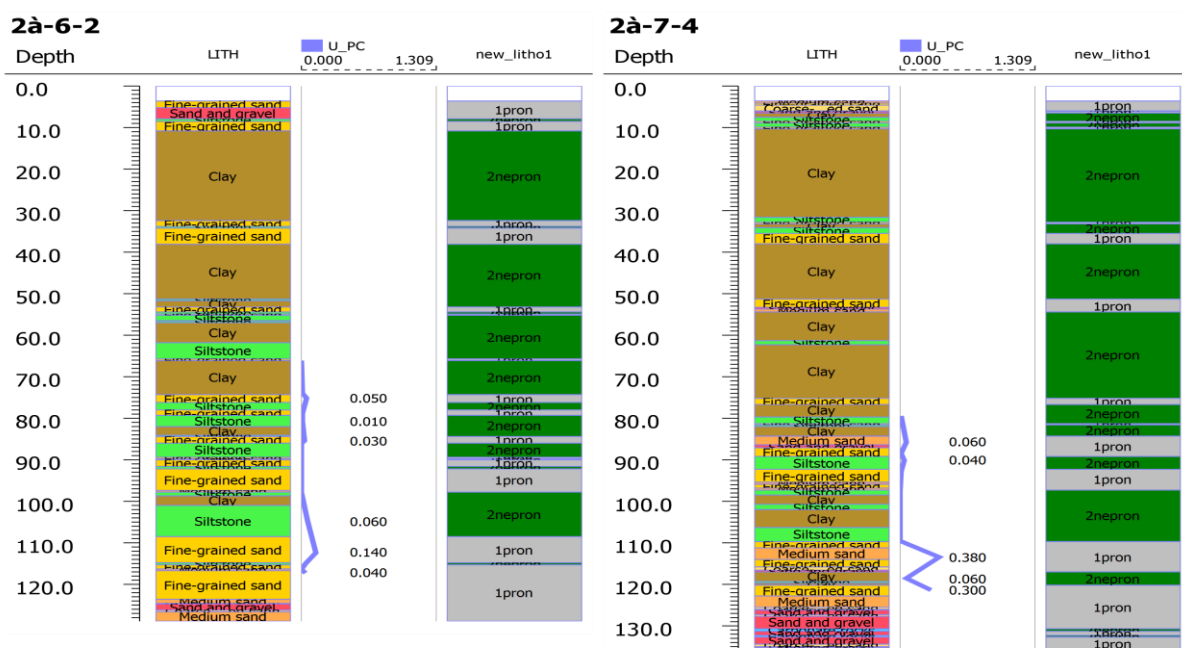


Рисунок 13 - Литологическое расчленение (а) и интерпретация по ГМ каротажу (б)

- моделирование плоских и объёмных поверхностей разделение стратиграфии на проницаемые и не проницаемые руды, выделение рудной залежей, хронологию поверхностей для определения взаимоотношения их пересечений, определение разломов.

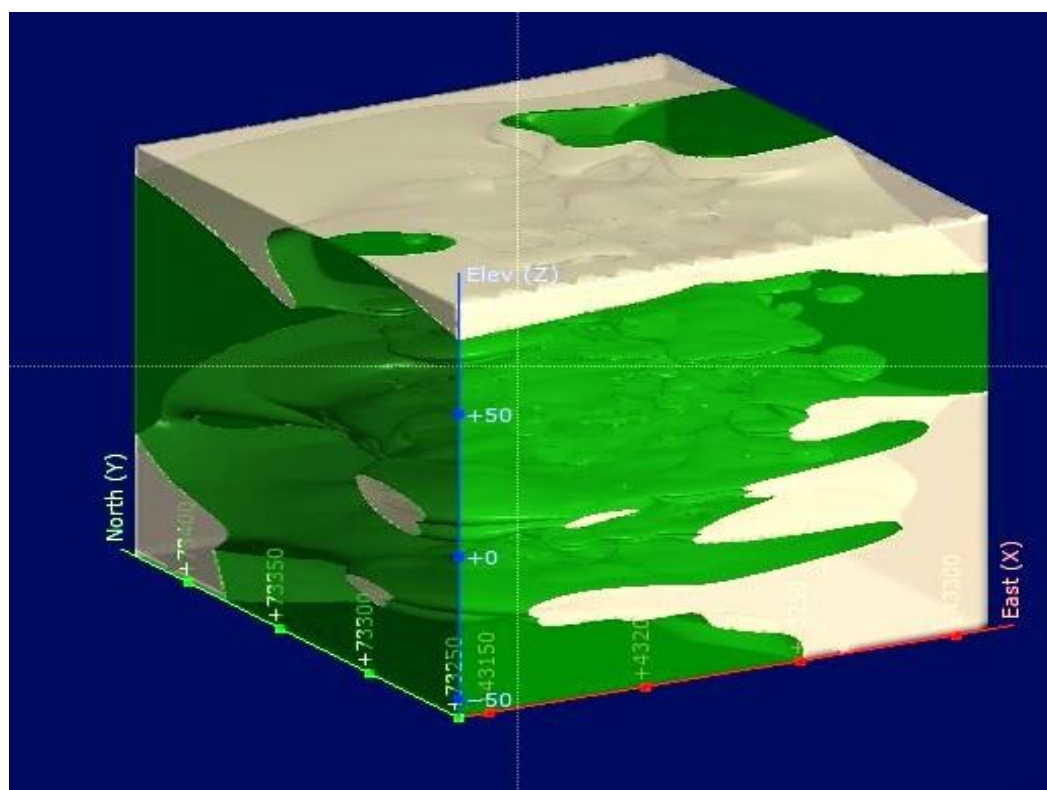


Рисунок 14 - Выделение на проницаемый (серый), не проницаемый (зелёный)

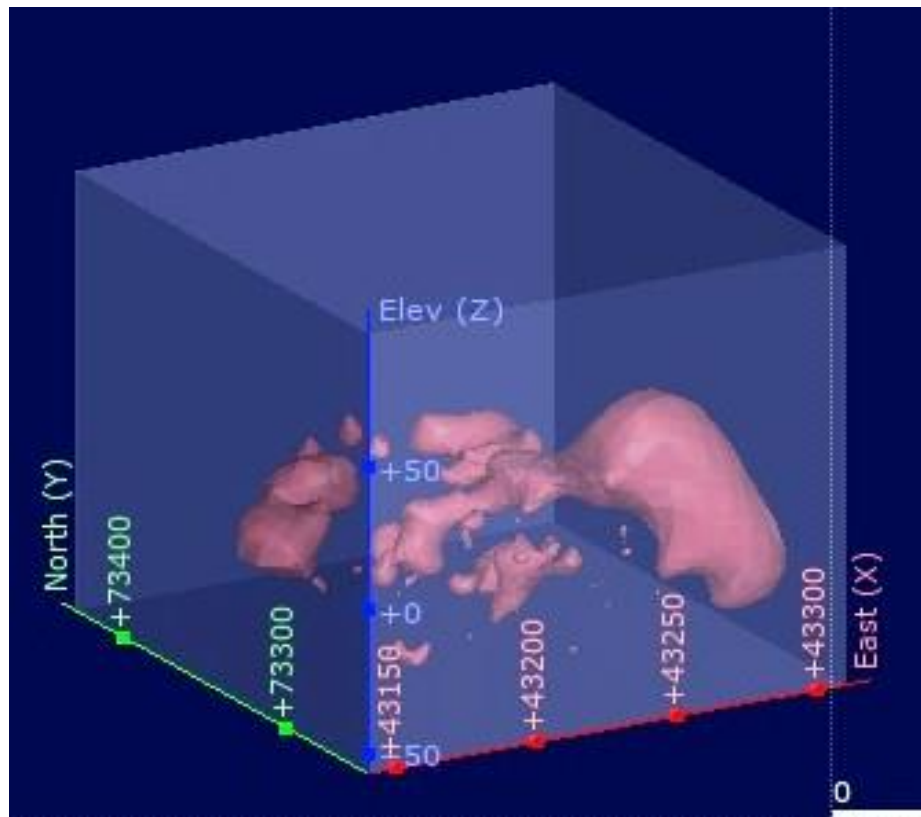


Рисунок 15 - Выделение рудного горизонта

- изменение способов отображения объектов для анализа данных и выделения важной информации. Проведение срезов в любом направлении и изменение прозрачности объекта позволяет видеть модель изнутри который дает возможность избежать неправильный выбора интервал посадки фильтровых колонн, который влечёт за собой потери продуктивных растворов и несоблюдение баланса между растворами [7].

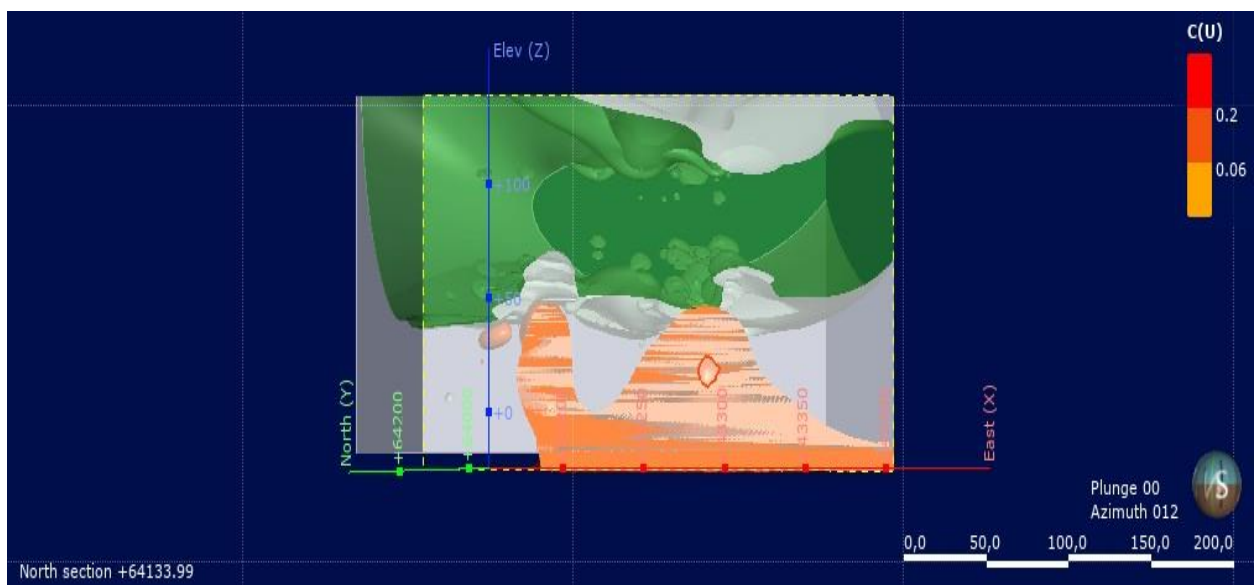


Рисунок 16 – Разрез блока 3а

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРС ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Совершенствование техники и технологии при добычи урана показывает повышение эффективности добычных работ и снижение их себестоимости. Целью подземного скважинного выщелачивание является добыча полезного ископаемого для получения максимального эффекта при минимальных затратах.

Примерная структура затрат, при добыче урана на современном геотехнологическом предприятии приведена в таблице

5.1 Амортизационные отчисления

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

Таблица 5 – Капитальные затраты на промплощадке рудника

Статья затрат	СМР	Оборудование	Всего
Подготовка территории строительства	5 000 000		5 000 000
Основные объекты строительства	30 000 000	5 000 000	35 000 000
Объекты энергетического хозяйства	12 000 000	15 000 000	27 000 000
Объекты транспортного хозяйства и связи	2 500 000	25 000 000	27 500 000
Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации,	9 000 000	800 000	9 800 000
Благоустройство и озеленение территории (контейнера)	10 000 000		10 000 000
Временные здания и сооружения	30 000 000	10 000 000	40 000 000
Прочие работы и затраты	10 000 000	5 000 000	15 000 000
Непредвиденные затраты 10%	10 000 000		10 000 000
Итого	118 500 000	60ч 800 000	179 300 000
НДС (12%)			21 516 000
Итого, в тенге			200 816 000
Итого, в \$			517 901

Расчёт стоимости горно-подготовительных работ был произведён исходя из стоимости скважин, включающих в себя стоимость бурения и обвязки скважин.

Прочие и непредвиденные расходы в размере 10% от затрат от общей стоимости затрат

5.2 Стоимость горно-подготовительных работ

В стоимость горно-подготовительных работ входят затраты на бурение, на оснащение и на обвязку технологических скважин. А также в горно-подготовительные работы могут включаться затраты реагентов на стадии закисления и выщелачивание технологических блоков. Из опыта и теории известно [8, 9], что для наиболее распространённых схем расположения технологических скважин соотношение закачных скважин и откачных скважин в ячейке равно в среднем для:

- гексагональной: $n = 2,6$;
- квадратной: $n = 2,0$;
- прямоугольной при соосном или шахматном расположении закачных (ЗС) и откачных (ОС): $n = 1,6 \div 1,7$.

Следовательно, общее число ЗС и ОС в любом блоке составит для любой ячейки:

для гексагональной $R=23,7\text{м.}$:

$$N = \frac{S_{\text{бл}}}{S_{\text{я}}} (n+1) = \frac{20057 \cdot 3,6}{1456} = 50 \quad (28)$$

$R=23,8\text{м}$ $N=49$

$R=23,9\text{м}$ $N=49$

для квадратной:

$R=22,3\text{м}$ $N=60$

$R=22,4\text{м}$ $N=60$

$R=22,4\text{м}$ $N=60$

для прямоугольной рядной сети:

$R=22,6\text{м}$ $N=64$

$R=22,7\text{м}$ $N=63$

$R=32,8\text{м}$ $N=63$

Площадь одной ячейки для прямоугольной рядной сети:

$$S_{\text{я}} = 1,6 \cdot R^2 = 1,6 \cdot 22,6^2 = 820 \text{ м}^2 \quad (29)$$

$$S_{\text{я}} = 1,6 \cdot 22,7^2 = 827 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{я}} = 1,6 \cdot 22,8^2 = 834 \text{ м}^2$$

где: $C_{\text{скв}}$ – стоимость 1 м готовой скважины с учетом оснастки, \$/м;

H – глубина скважины, м;

$S_{\text{я}}$ – площадь одной ячейки:

для гексагональной:

$$S_{\text{я}} = 2,6 \cdot R^2 = 2,6 \cdot 23,7^2 = 1456 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{я}} = 2,6 \cdot 23,8^2 = 1468 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{я}} = 2,6 \cdot 23,9^2 = 1481 \text{ м}^2 \quad (30)$$

для квадратной:

$$S_{\text{я}} = 2,0 \cdot R^2 = 2 \cdot 22,3^2 = 995 \text{ м}^2 \quad (31)$$

$$S_{\text{я}} = 2,0 \cdot 22,4^2 = 1004 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{я}} = 2,0 \cdot 22,4^2 = 1004 \text{ м}^2$$

Отсюда затраты на горно-подготовительные работы для любой сети составляют:

для гексагональной $R=23,7 \text{ м.}$:

$$J_1(\mu_j, R) = \frac{S_{\text{бл}}(n+1)}{S_{\text{я}}} C_{\text{скв}} \cdot H = \frac{20057 \cdot 3,6 \cdot 30 \cdot 121}{1456} = 180009 \$ \quad (32)$$

$$R=23,8 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 178\,494 \$$$

$$R=23,9 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 177\,017 \$$$

для квадратной:

$$R=22,3 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 219\,611 \$$$

$$R=22,4 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 217\,655 \$$$

$$R=22,4 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 217\,655 \$$$

для прямоугольной рядной сети:

$$R=22,6 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 230\,738 \$$$

$$R=22,7 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 228\,796 \$$$

$$R=22,8 \text{ м. } J_1(\mu_j, R) = 226\,903 \$$$

5.3 Основные технико-экономические показатели на отработку опытного блока №3а

Эксплуатационные расходы включают в себя затраты реагентов на выщелачивание, электроэнергию на подъем и транспортировку растворов, реагентов, электроэнергию на переработку продуктивных растворов, а также прочие условно постоянные затраты.

Общий расход серной кислоты во время закисления технологического блока определяется и зависит от кислотоемкости породы и площади блока:

$$Z_{\text{зак}} = R_{\text{зак}} \cdot \rho \cdot M_{\text{э}} \cdot S \cdot Ц_{\text{к}} \quad (33)$$

где $R_{\text{зак}}$ – масса кислоты, затраченная на закисление одной тонны горно-рудной массы, (кг/т); S – площадь блока, м^2 ; $M_{\text{э}}$ – эффективная мощность блока, м; ρ – объёмная масса руды, т/м^3 ; $Ц_{\text{к}}$ – стоимость одного килограмма кислоты.

Решение:

$$Z_{\text{зак}} = 91,606 \cdot 1,65 \cdot 7,02 \cdot 20,057 \cdot 2,2 \$ = 46\,820 \$$$

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

$$Z_{\text{выщ}} = m_U (P_{\text{к}} Ц_{\text{к}} + P_{\text{о}} Ц_{\text{о}}), \quad (34)$$

где $P_{\text{к}}$ ($P_{\text{о}}$) – удельный расход кислоты (окислителя) на извлечение единицы массы урана (кг/кг); $Ц_{\text{о}}$ – стоимость одного килограмма окислителя.

Решение:

$$Z_{\text{выщ}} = 4,08 \cdot (91,606 + 350) = 1802 \$$$

Затраты на переработку продуктивных растворов и получение

концентрата урана полагаются пропорциональными массе урана:

$$Z_{пер} = m_U * C_{пер} \quad (35)$$

где $C_{пер}$ – стоимость переработки одного килограмма урана.

$$Z_{пер} = 4,08 * 365 = 1489 \$$$

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

$$Z_{раст} = WP_{эл} * C_{эл} \quad (36)$$

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

$$Z_{раст} = 24 * 7 * 23 = 5\,864 \text{ тг.} / 387,35 = 15,1 \$$$

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

$$Z_{проч} = C_{проч} * t \quad (37)$$

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

$$Z_{проч} = 600\,000 * 6,1 = 3\,660\,000 \text{ тг.} / 387,35 = 9449 \$$$

Таблица 6 – 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				
на добычу	4,38	95,0	95 000	324 950
в т.ч. на выщелачивание	4,38	95,0	95 000	301 500
на переработку	4,38	3,0	3 000	6 700
Аммиачная селитра	25	4,0	4 000	69 390
Каустическая сода	207	1,0	1 000	47 800
Ионообменные смолы	1200	0,05	50	50 276
Сетка из нержавеющей стали 12x18Н10Т 0,6x0,25	6500	0,001	1	4 174
Фильтр полотно	1500	0,0025	2,5	2 065
Итого				701 115 000
				1 810 030 \$

Таблица 7 – Расход электроэнергии, воды и пара

Наименование	Потребность в год ед. изм.	Цена, в тенге	Удельная стоимость, тыс. тенге
Электроэнергия, кВт	3 500 000	6,48	15 501,9
в т.ч. на добычу	1 600 000	6,48	6 484,5

Продолжение таблицы 7

в т.ч. на переработку	1 500 000	6,48	6 091,5
в т.ч. на АБК	745 000	6,48	2 925,9
Вода, м ³	70 000	500	12 800
Пар, Гкал	1 410	2 087,41	9 898,2
Итого			85 538 848.10
			220 831\$

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

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

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

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

5.4 Основные технико-экономические показатели

Таблица 8 – Основные технико-экономические показатели

Наименование показателя	Количество
Мощность предприятия, тонн U/год	500

Продолжение таблицы 8

Удельный расход на 1 тонну урана:	
- электроэнергия, тыс. кВт/час	24 186,9
- дизтопливо, тонн	1,129
- вода, м3	45,654
- серная кислота, тонн	16 500
- ионообменные смолы, тонн	50
- аммиачная селитра, тонн	3 500
Общая площадь:	119172,5
- ЦППР, м2	40300
- полигона, м2	78872,5
Общая численность персонала:	
- списочная, чел	300
- явочная, чел	150
Общая стоимость строительства, тенге	3 166 632 812
USD, в том числе:	8 166 687
- СМР, тенге	2 225 085 346
USD	5 738 454
- оборудование, тенге	718 350 466
USD	1 852 612
- прочие затраты, тенге	213 197 000
USD	549 831
Стоимость ГПР, тенге	490 563 712
USD	1 265 155
Продолжительность строительства, год	6
Себестоимость 1 кг U в концентрате, тенге	2000.58
USD	5.2
Себестоимость 1 кг закиси окиси U, тенге	7 710.00
USD	19.9

Запишем эксплуатационные затраты за весь период отработки блока в виде:

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

$$J_2(R) = T_3 * C_3, \$, \quad (38)$$

где C_3 – суточные эксплуатационные затраты по блоку, которые складываются из затрат на электроэнергию, реагенты, различные материалы, заработную плату и т.д., \$/сут; T_3 – время отработки запасов металла в блоке до проектного коэффициента, сут. [4].

$$J_2(R) = 1122 * 2,1 * 10^3 = 2\,356\,200 \$,$$

В данной формуле было посчитана самая оптимальные схема и данные по отработке блока для рудника «Семизбай», остальные расчёты не будут приведены так как экономически не рентабельны. При отработке блока рядной схемой эксплуатационные затраты будет составлять 2 356 200\$.

5.5 Организация труда и управление производством

Производственная деятельность комплекса ПВ характеризуется рядом особенностей трудового процесса.

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

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

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

Таблица 9 – Режим работы

Для сменного персонала, занятого во вредных Условиях труда:	Длительность
продолжительность смены	12 ч.
количество смен	4 (2 смены в сутки)
времени за неделю	36 ч.
количество рабочих дней в году	230
Для персонала, занятого в дневную смену во вредных Условиях труда:	Длительность
продолжительность смены	12 ч
времени за неделю	84 ч
количество рабочих дней в году	255

Таблица 10 – Штатное расписание участка геотехнологического поля

Наименование профессий	Разряд	Явочная численность		Количество численност
		В смену	В сутки	
Начальник участка	ИТР	1	1	1
Инженер-геотехнолог	ИТР	1	1	2
Инженер-гидрогеолог	ИТР	1	1	2
Мастер по РВР	ИТР	1	1	2
Электромеханик	рабочие	1	1	2
Оператор УГТП	рабочие	2	2	4
Слесарь по ремонту тех. оборудования	рабочие	3	3	6
Газоэлектросварщик	рабочие	2	2	4
Электрослесарь	рабочие	2	2	4
Оператор по РВР	рабочие	2	2	4
ИТОГО:				31
ИТР				7
Рабочие				24

Таблица 11 – Оплата труда персонала

Заработная плата	150 152 тенге
Социальный налог и социальные отчисления	100 000 тенге

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

6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ НЕДР И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мировой опыт показывает, что экологизация всей социально-экономической системы любого государства является основой успешного решения экологических проблем и предотвращения экологических катастроф.

Экологическая безопасность, как составная часть национальной безопасности, является обязательным условием устойчивого развития и выступает основой сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды.

Настоящая Концепция экологической безопасности разработана исходя из приоритетов Стратегии "Казахстан-2030", в соответствии со Стратегическим планом социально-экономического развития Республики Казахстан до 2010 года, с учётом основных положений резолюции Всемирного саммита по устойчивому развитию в г. Йоханнесбурге и Повестки дня на XXI век, принципов Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию.

В ходе реализации задач, обозначенных в Стратегии "Казахстан - 2030" за период 1998-2000 годы по сравнению с началом 90-х годов значительно снижены темпы загрязнения окружающей среды за счёт усиления государственного контроля в области охраны окружающей среды и внедрения обязательной экологической экспертизы.

Обеспечение оптимального уровня экологической безопасности с достижением нормативных показателей состояния окружающей среды предполагает поэтапное осуществление стабилизации качества окружающей среды (до 2010 года) и улучшения её состояния (2010-2030 годы).

Цели и основные принципы экологической безопасности это государственная политика в области экологической безопасности осуществляется на основе Конституции Республики Казахстан и нацелена на обеспечение защищённости природных систем, жизненно важных интересов общества и прав личности от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

Экологически безопасное развитие государства базируется на следующих принципах:

- подчинённость региональных и локальных задач экологической безопасности глобальным и национальным целям предупреждения экологического кризиса;
- обязательность компенсации ущерба окружающей среде и здоровью человека (платят природопользователи и загрязнители);
- эколого-экономическая сбалансированность развития и размещения производственных сил (принцип экологической ёмкости);
- обязательность оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду с последующей экологической экспертизой;

- информированность и участие населения в решении экологических проблем путём его доступа к экологической информации, принятию решения и правосудию в области охраны окружающей среды, проникновение экологических подходов и факторов в сферы социальной деятельности;
- партнёрство в международном сотрудничестве и соблюдение норм международного права.

Угрозы экологической безопасности и пути их предотвращения экологической безопасности Казахстана (экологические проблемы) в зависимости от значимости и уровня их решения подразделены на глобальные, национальные и локальные.

Глобальные экологические проблемы (изменение климата) Казахстаном в 1995 году ратифицирована Рамочная конвенция ООН по изменению климата, для реализации которой необходимо достичь стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на уровне, не допускающем опасного антропогенного воздействия на природно-климатическую систему.

Учитывая то, что по сравнению с базовым 1990 годом в Казахстане снизились суммарные выбросы парниковых газов на 200 млн. тонн в год, основные мероприятия должны быть направлены на удержание данного уровня.

В 1999 году Казахстаном подписан Киотский протокол к данной Конвенции. По заявлению Казахстана, специальным решением Конференции сторон принято, что в случае ратификации указанного протокола и его вступления в силу, Казахстан станет Стороной Приложения 1 с возложением на себя количественных обязательств по сокращению выбросов парниковых газов, что открывает для нашей страны большие перспективы по привлечению международных инвестиций.

Вместе с тем, принимая во внимание вышеприведенные факторы и мировой опыт, предполагается проведение социально-экономического анализа целесообразности ратификации Казахстаном Киотского протокола.

По прогнозам в последующие несколько десятилетий антропогенная деятельность будет полностью определять изменение состояния озонового слоя, подавляя природные факторы, в том числе и влияние циклов солнечной активности. Наблюдения с 1973 года показывают, что толщина озонового слоя над Казахстаном уменьшилась на 5-7%.

Меры по регулированию, принятые в соответствии с Венской конвенцией об охране озонового слоя и Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, способствовали сокращению производства озоноразрушающих веществ на 85% по сравнению с уровнем 1986 года.

Наша страна ратифицировала указанные документы (1998 год), и в соответствии с ними начата реализация обязательств по сокращению использования озоноразрушающих веществ и изъятию их из обращения.

Экосистемы Казахстана отличаются уникальностью биологического разнообразия в экосистемах Центральной Азии и континента в целом.

Вместе с тем, под влиянием антропогенных факторов в Казахстане стала снижаться численность многих видов животных и сокращаться область их обитания.

Основные направления сохранения биологического разнообразия:

- оценка состояния и инвентаризация объектов биологического разнообразия на разных уровнях его структурной организации (видовом, популяционном, биогеоценотическом, ландшафтном и региональном);
- развитие сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и поддержание природных популяций редких видов с помощью их искусственного воспроизводства;
- восстановление биологического разнообразия на нарушенных территориях с учётом трендов современных природных и антропогенно-стимулированных процессов.

Влияние окружающей среды на здоровье населения. Установлено, что многие виды заболеваний человека прямо или косвенно связаны с негативными изменениями в окружающей среде, но недостаточно изученными остаются вопросы определения причинно-следственных связей заболеваемости населения с экологическими факторами. В этой связи необходимо расширение работ в области медицинской экологии с проведением медико-оценочно-мониторинговых географических исследований.

«Исторические» загрязнения. К "историческим" источникам загрязнения относятся бесхозные в настоящее время объекты: нефтегазовые скважины, шахты, рудники (в том числе с радиоактивными отходами), хвостохранилища и накопители сточных вод.

Некоторые решения этой проблемы определены в реализуемой Программе по ликвидации радиоактивных отвалов уранодобывающей промышленности и бюджетной программе по ликвидации бесхозных нефтяных и гидрогеологических скважин.

На основе проведения полной инвентаризации всех объектов "исторических" загрязнений с оценкой их воздействия на окружающую среду предполагается разработка программ по ликвидации, а также внедрить механизмы, исключающие их появление (ликвидационные фонды и др.).

Экологические проблемы трансграничного характера

К трансграничным экологическим проблемам относятся вопросы вододеления, загрязнения трансграничных водных объектов, атмосферного воздуха и почвы, перемещения опасных отходов, разработки приграничных месторождений полезных ископаемых, сохранения уникальных природных комплексов.

Решение указанных проблем определяется совместными действиями сопредельных государств в рамках международных договоров.

Радиоактивное загрязнение в Казахстане имеются шесть крупных ураноносных геологических провинций, множество мелких месторождений и рудопроявлений урана, которые обуславливают повышенный уровень естественной радиоактивности.

Для его снижения необходимо провести широкое изучение отрицательного воздействия на здоровье населения и принять комплекс ограничительных мер.

Серьёзную угрозу представляют отходы, накопленные на уранодобывающих предприятиях и в местах проведения ядерных взрывов. Для проведения мероприятий по рекультивации таких объектов необходимо завершение работ по инвентаризации и оценке их воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

В стране скопилось более 50 тысяч отработанных источников ионизирующих излучений и обнаружено более 700 неконтролируемых источников, из которых 13 - смертельно опасных для контактирующих с ними людей. Решение проблемы захоронения и транспортировки требует соответствующего финансирования.

Накопление промышленных и бытовых отходов. В республике накоплено более 20 млрд. тонн отходов производства и потребления, в том числе 6,7 млрд. тонн токсичных, при этом наблюдается тенденция их увеличения. Необходимы стабилизация количественных показателей накопления промышленных отходов и полное исключение случаев их перевода в разряд "исторических".

Основная масса твёрдых бытовых отходов без разделения на компоненты вывозится и складировается на открытых свалках, 97% которых не соответствуют требованиям природоохранного законодательства. Их размещение и обустройство осуществлены без проектов и оценки воздействия на окружающую среду. Только около 5% твёрдых бытовых отходов в республике подвергается утилизации или сжиганию.

Местным исполнительным органам необходимо принять меры по организации соответствующих служб и предприятий по вывозу твёрдых бытовых отходов, внедрению современных технологий их переработки и утилизации.

Экологически безопасное природопользование заключается в сохранении ресурсно-экологического равновесия через снижение природоемкости производства и уменьшение воздействия экономики на биосферные процессы обмена вещества и энергии. При этом должны быть приняты меры:

- повышения регенерационного потенциала природы;
- развития ресурсосберегающих технологий;
- снижения доли экологически грязных производств;
- внедрения экологических условий и требований во все разрабатываемые государственные, региональные и отраслевые программы.

Эффективность природоохранной деятельности природопользователей определяется созданием финансовых стимулов. Новые экономические механизмы в природопользовании предусматривают включение экологических характеристик в систему ценообразования, совершенствование системы платности природопользования и обязательное экологическое страхование.

Совершенствование системы государственного контроля в области охраны окружающей среды и природопользования

Эффективность государственного контроля в области охраны окружающей среды и природопользования определяется чётким разграничением полномочий между уровнями государственного управления и государственными органами в его осуществлении.

Дальнейшее совершенствование системы государственного контроля предполагает:

- повышение до международных стандартов уровня производственного контроля и мониторинга на объектах, хозяйственная деятельность которых относится к экологически опасным;
- внедрение экологического аудита.

Оптимизация разрешительной системы природопользования и экологической экспертизы. В развитых странах мира выдача разрешений на загрязнение окружающей среды осуществляется на основании экологической экспертизы проектной документации, что повышает эффективность работы с природопользователями.

В Казахстане, наряду с оценкой воздействия на окружающую среду и экологической экспертизой, предприятия должны ежегодно получать разрешения на загрязнение окружающей среды. Постоянный рост количества предприятий, которых уже более 35 тысяч, создаёт Условие для формального подхода к анализу документации. В этой связи необходимо, используя международный опыт, оптимизировать разрешительную систему посредством пересмотра сроков действия разрешений с учётом изменений проектных условий деятельности природопользователя.

Совершенствование системы экологического мониторинга. Современная сеть наблюдений составляет лишь 20% наблюдательных пунктов от оптимального их количества, оснащённость измерительной аппаратурой - от 40 до 80%. Изношенность парка технических средств, нуждающихся в замене, приводит к снижению объёма и достоверности необходимой информации.

В то же время, все большее количество предприятий создаёт собственные системы производственного мониторинга, оснащённые современным оборудованием и средствами компьютерной обработки данных. Также функционирует значительное количество научно-исследовательских институтов, лабораторий, центров, занимающихся наблюдениями за состоянием окружающей среды и природных ресурсов.

Для развития экологического образования, как основы формирования экологической культуры общества, необходимо:

- формирование непрерывного экологического образования;
- внедрение вопросов экологии и устойчивого развития в учебные программы всех уровней образования;
- подготовка специалистов, переподготовка и повышение квалификации кадров в области экологии;
- государственная поддержка экологического образования.

Научное обеспечение экологической безопасности предусматривает формирование теоретических и технологических основ перехода к

устойчивому развитию и включает следующий комплекс фундаментальных и прикладных научных исследований:

- определение экологической ёмкости природных систем и пределов их устойчивости;
- разработка экологически чистых и ресурсосберегающих технологий, производств, видов сырья, материалов, продукции и оборудования, в том числе в сельском хозяйстве;
- изучение проблем сохранения биологического разнообразия;
- исследование возможного глобального и регионального изменения климата и его последствий для природной среды;
- разработка научных основ определения экологических рисков;
- разработка средств и методов предупреждения и ликвидации загрязнений, реабилитации окружающей среды и утилизации опасных отходов;
- изучение связи между заболеваниями людей и изменениями качества окружающей среды;
- систематизация накопленных знаний и координация научных исследований в области охраны окружающей среды.

Экологическая статистика способствует осуществлению контроля хода выполнения стратегических и индикативных планов, государственных программ и других программных документов, определению уровня развития Казахстана, его места в мировом сообществе, выделению приоритетных направлений деятельности государственных органов и общественности.

Однако отсутствие системной основы в формировании показателей, а также их малочисленность не позволяют достоверно оценить динамику изменений состояния окружающей среды и природных ресурсов.

В этой связи необходимо формирование научно обоснованной системы индикаторов и показателей в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

Реализация положений настоящего документа предполагает разработку планов мероприятий на республиканском уровне, а также разработку и реализацию мер государственной поддержки и регулирования в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования. Конкретизация положений настоящего документа применительно к отдельным сферам деятельности общества и государства и особенностям проведения государственной политики в области экологии может быть осуществлена при разработке государственных, региональных и отраслевых программ Республики Казахстан.

Положения Концепции экологической безопасности являются основой для новых программных документов в области устойчивого развития и охраны окружающей среды [10].

Согласно, Кодексу Республики Казахстан от 9 января 2007 года №212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.10.2019 г.), по статье 307 к радиоактивным

отходам относятся не подлежащие дальнейшему использованию следующие вещества в любом агрегатном состоянии:

- материалы, изделия, оборудование, объекты биологического происхождения, в которых содержание радионуклидов превышает уровни, установленные законодательством Республики Казахстан;
- не подлежащее переработке отработавшее ядерное топливо;
- отработавшие свой ресурс или поврежденные радионуклидные источники;
- извлеченные из недр и складируемые в отвалы и хвостохранилища породы, руды и отходы обогащения и выщелачивания руд, в которых содержание радионуклидов превышает уровни, установленные законодательством Республики Казахстан.

Основой классификации радиоактивных отходов являются их агрегатное состояние, происхождение, уровень радиоактивности, период полураспада радионуклидов.

По агрегатному состоянию радиоактивные отходы подразделяются на жидкие и твердые.

К жидким радиоактивным отходам относятся растворы неорганических веществ, пульпы фильтроматериалов, органические жидкости.

К твердым отходам относятся изделия, детали машин и механизмов, материалы, биологические объекты, отработавшие источники радиоактивных излучений.

Отходы относятся к радиоактивным, если удельная активность содержащихся в них радионуклидов больше значений, регламентированных нормами радиационной безопасности для радиоактивных материалов, подлежащих контролю, а при неизвестном радионуклидном составе удельная активность больше:

- 1) ста килобеккерелей на килограмм — для бета-излучающих радионуклидов;
- 2) десяти килобеккерелей на килограмм — для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые);
- 3) одного килобеккереля на килограмм — для трансурановых радионуклидов.

По источникам образования радиоактивные отходы классифицируются следующим образом:

- 1) отходы горнорудной промышленности;
- 2) отходы исследовательских и энергетических ядерных установок;
- 3) отходы ядерных взрывов;
- 4) неиспользуемые радиоактивные источники излучения и источники с истекшим сроком службы.

По уровню радиоактивности твёрдые радиоактивные отходы классифицируются следующим образом:

- 1) низкоактивные отходы — отходы, у которых удельная активность (килобеккерелей на килограмм): менее тысячи — для бета-излучающих

радионуклидов; менее ста — для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые); менее десяти — для трансурановых радионуклидов;

2) среднеактивные отходы — отходы, у которых удельная активность (килобеккерелей на килограмм): от тысячи до десяти миллионов — для бета-излучающих радионуклидов; от ста до одного миллиона — для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые); от десяти до ста тысяч — для трансурановых радионуклидов;

3) высокоактивные отходы — отходы, у которых удельная активность (килобеккерелей на килограмм): более десяти миллионов — для бета-излучающих радионуклидов; более одного миллиона — для альфа-излучающих радионуклидов (исключая трансурановые); более ста тысяч — для трансурановых радионуклидов.

Согласно, Кодексу Республики Казахстан от 9 января 2007 года №212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.10.2019 г.), по статье 308 к пунктам хранения и (или) захоронения радиоактивных отходов относятся естественные (природные) или искусственные площадки, ёмкости или помещения, используемые для хранения и (или) захоронения радиоактивных отходов.

К пунктам захоронения радиоактивных отходов относятся пункты, в которые отходы помещаются без намерения последующего их изъятия.

Пункты хранения радиоактивных отходов подразделяются по принятию радиоактивных отходов от:

- геологоразведочной, горнодобывающей и горноперерабатывающей деятельности, содержащих преимущественно естественные радионуклиды;
- ядерной энергетики, ядерных взрывов и радиоизотопной продукции, преимущественно содержащих искусственные радионуклиды.

По масштабу площади сбора радиоактивных отходов пункты хранения и (или) захоронения радиоактивных отходов подразделяются на локальные и региональные. К локальным относятся пункты, предназначенные для размещения отходов одного объекта или одного района, а к региональным — двух и более объектов и (или) районов.

Согласно, Кодексу Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.10.2019 г.), по статье 309. Экологические требования к пунктам хранения и (или) захоронения радиоактивных отходов

1) Все проекты пунктов хранения и (или) захоронения радиоактивных отходов подлежат государственным экологической, санитарно-эпидемиологической экспертизам и экспертизе, проводимой в соответствии с законодательством Республики Казахстан о недрах и недропользовании. Проектирование должно осуществляться в соответствии со строительными нормами и правилами, утверждёнными в соответствии с законодательством Республики Казахстан.

2) В проекте должны быть указаны:

- источники образования радиоактивных отходов, другие источники радиоактивного воздействия на окружающую среду в радиусе прогнозируемого действия пунктов хранения и (или) захоронения радиоактивных отходов, их количественные и качественные характеристики

- организационная структура, объем и порядок проведения производственного радиационного контроля

- расчёты дозовых нагрузок на население, допустимые и контролируемые уровни и оценка влияния всех источников радиации в радиусе прогнозируемого действия радиоактивных отходов на окружающую среду.

3) В проекте должен быть обоснован выбор места строительства пункта хранения и (или) захоронения из ряда альтернативных вариантов на основе специальных изысканий и экономических оценок с учетом воздействия на окружающую среду, включающих оценку дозовых нагрузок на критические группы населения.

4) Инженерные изыскания, включая геодезические, геологические, гидрогеологические и гидрометеорологические, должны обеспечивать обоснования:

- выбора места размещения строительства пункта и его инженерной защиты от неблагоприятных воздействий природных и техногенных факторов;

- мероприятий по охране окружающей среды [11].

7 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Под охраной труда понимается система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе производства.

Условие труда рабочих и служащих должны быть безопасными, исключая возможность возникновения несчастных случаев на производстве, а также предупреждающими или резко снижающими профессиональные заболевания. Однако полностью ликвидировать травматизм и профзаболевания на производстве еще не удастся. Несчастные случаи происходят в результате низкой производственной квалификации исполнителя, применение опасных методов работ.

Все эти особенности требуют разработки специфических мероприятий по технике безопасности в тесной связи с противопожарными требованиями и тщательное изучение их всеми работниками промыслово-геофизической службы.

Рациональный режим труда - это распорядок трудовой деятельности, предусматривающий такое соотношение труда и отдыха, при котором обеспечиваются высокая производительность труда, высокая работоспособность человека и создаются Условие для полноценного отдыха.

Согласно коллективному трудовому договору, заключенному между компанией и работниками (инженерно-технологический персонал, операторы) будет применяться вахтовый метод организаций труда. Этот метод позволяет уменьшить непроизводительные затраты времени работников за счет сокращения времени нахождения в пути. Смена бригад будет проводиться через 15 дней. Основной режим труда-работа по 8 ч, через 16 ч отдыха. При этом общая продолжительность рабочего времени за учетный период не должна быть больше нормального числа рабочих часов, установленных законом РК «О труде» (40 часов в неделю). Сверхурочные работы не должны превышать 2 часов для каждого из работников в течение календарного дня. Работы на скважине будут проводиться в 3 смены.

Организация правильного питания -одно из важнейших условия сохранения здоровья и трудоспособности людей. Работники скважины будут обеспечены горячим 3 разовым питанием, будет специально оборудован домик для отдыха, где будет душ, кондиционер, будет работать телефонная связь, и другие удобства.

Медицинское обслуживание работников в полевых Условиех будет осуществлять санитарные инструкторы из числа постоянных кадров инженерно-технических работников. Они будут проходить специальную подготовку на курсах с отрывом от производства по договору с медицинскими учреждениями местных органов здравоохранения.

В обязанности санитарных инструкторов входят инструктаж работников о правилах и приемах оказания первой помощи при различных травмах и заболеваниях, контроль за выполнением всеми работниками санитарно-гигиенических требований и тд.

Специфика работы геологических подразделений в полевых Условиях зачастую не дает возможности срочно отправить пострадавшего или заболевшего сотрудника в медицинское учреждение для оказания ему помощи. Поэтому сами работники геологических подразделений должны обладать специальными знаниями и владеть методами и приемами оказания первой доврачебной помощи. Каждый отряд будет снабжен аптечками с набором средств для оказания первой доврачебной помощи.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) являются предметами личного снаряжения работающих. Они применяются для предотвращения или уменьшения воздействия на организм человека или на отдельные его органы опасных и вредных производственных факторов. СИЗ имеют следующее назначение:

- должны создавать наиболее благоприятные для организма человека соотношения с окружающей средой и обеспечивать оптимальные Условие для трудовой деятельности;

- не должны быть источниками опасных и вредных производственных факторов.

При работах на скважине каждый работник будут оснащаться следующими СИЗ:

- специальными очками для работ на скважине, защищающие глаза от попадания пыли, твердых окраине ц, брызга жидкости, слепящей яркости видимого света и др.

- касками защищающими голову от ушибов, падающих предметов, кусков породы, воды, от поражения электрическим током, загрязнения.

- комбинезонами, для защиты тела человека.

- спец.обувью, для защиты ног от скольжения, механических и температурных воздействия, электрического тока, вибраций и т. д;

- для защиты рук будут применяться специальные перчатки;

- респиратор, применяющий для защиты органов дыхания при непредтипных выбросах углеводородных газов.

Учитывая высокую комплексную опасность производства, и в целях предупреждения несчастных случаев, предлагается ряд типовых мероприятий по технике безопасности.

Основными на это счёт решениями являются:

- герметизированная система сбора и подготовки нефти, газа и воды с технологическим режимом;

- обеспечение герметичности и прочности технологических установок, арматуры и коммуникаций с учётом розы ветров, карт рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

- аппаратура, работающая под давлением, оборудуется предохранительными клапанами, манометрами, указателями уровня, регулятора давления в соответствии с правилами устройства и безопасности обслуживания сосудов, работающих под давлением;
- предусматриваются факельные и дренажные системы;
- подвижные окраине оборудования выполняются в закрытом исполнении, имеются ограждающие устройства;
- для подготовки аппаратов к ремонту предусматривается система пропарки;
- для ремонта и обслуживания оборудования предусматриваются соответствующие грузоподъёмные механизмы, установка которых должна соответствовать «Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов»;
- на непрерывных операциях предусматриваются резервные единицы оборудования;
- технологический процесс добычи, подготовки нефти, газа и воды, а также вспомогательные процессы (производство электроэнергии, сжижение газа, выработка тепла) предлагается полностью компьютеризировать и управлять ими со щитов операторов.

На всех объектах системы ППД независимо от их состояния или назначения запрещается производить какие-либо работы при:

- обнаружении запаха газа на рабочем месте;
- шуме и вибрации;
- отсутствии освещения;
- замазученности территории или рабочего места;
- опасности поражения электрическим током;
- взрывоопасности;
- отсутствии или неисправности необходимых защитных средств;
- неблагоприятных метеорологических условиях.

Все движущиеся и вращающиеся окраине механизмов, двигателей, трансмиссий и насосов имеют надёжные, прочные, съёмные металлические ограждения. Выступающие детали вращающихся частей (шпонки валов, болты муфтовых соединений и так далее) закрываются кожухами по всей окружности вращения. Ремонт и осмотр ограждённых частей механизмов, и снятие ограждений допускается только после полной остановки механизма. Пусковые автоматы агрегатов располагаются на безопасном расстоянии от напорных патрубков. Фланцевые соединения всех трубопроводов, находящихся под давлением ограждаются металлическим кожухом. Для предотвращения самозапуска агрегатов при отключении электроэнергии используют масляные выключатели. Чтобы не допустить перепуск воды из нагнетательных скважин через манифольды кустовых насосных станций, на выходе насосов устанавливают обратные клапана. Электрораспределительные щиты имеют металлическое, сетчатое ограждение.

На основании правил пожарной безопасности, в каждом цехе, лаборатории, партии, мастерской и складе, для работающих там лиц, должна разрабатываться конкретная инструкция о мерах пожарной безопасности, которая согласовывается с местным органом пожарного надзора или ведомственной пожарной охраной, утверждается руководителем предприятия, изучается в системе производственного обучения и вывешивается на видном месте. В каждом производственном помещении должен быть пожарный щит, ящик с сухим песком, пожарный водяной вентиль.

Для повышения пожарной безопасности проводятся следующие мероприятия:

- 1) Каждый месяц с персоналом каротажного подразделения проводится специальный инструктаж;

- 2) Проводятся проверки для выявления и устранения нарушений пожарной безопасности [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей диссертационной работе дано решение актуальной проблемы при подземном скважинном выщелачивании урана, а именно совершенствование метода выбора схем вскрытия и параметров технологических скважин при отработке урановых залежей при сложных горно-геологических условиях.

В результате проведённых исследований и обработки данных можно сделать следующее заключение:

1. Месторождение «Семизбай» было оценено как крупный промышленный объект, по классификации ГКЗ относится к палеодолинному типу гидрогенных урановых месторождений, а по сложности геологического строения (наряду с некоторыми жильными месторождениями) – к 3-й (из 4-х) группе.

2. До настоящего времени из-за отсутствия универсальной методики, выбор схем вскрытия и определение параметров технологических скважин осуществляется по аналогии или на оснований опытных работ.

3. Суть предлагаемой технологии в построении математической модели с подсчётом геотехнологических параметров для блока 3а: оптимальный радиус для гексагональной, квадратной и рядной ячейки, Ж/Т, время закисления и выщелачивания, средняя V_d (действительную скорость) фильтрации, расходы кислоты на 1 кг добываемого урана, среднее содержание металла в ПР. При расчётах было выявлено, что для рудника «Семизбай» оптимальной схемой вскрытия при отработке урановых залежей является рядная схема и оптимальным радиусом - $R_0=22.3\text{м}$, а расстояние между скважинами 20х20х25. Данная работа дополняет и даёт математические расчёты с подтверждением эффективности и точности опытных работ.

4. При сравнении двух отработанных блоков по гексагональной и рядной схемам вскрытия по нижеуказанным статьям электроэнергия, степень отработки, электроэнергия, расход кислоты, проведению ремонтно-восстановительных работ позволила установить эффективность рядной схемы вскрытия, при этом экономия в денежном выражении составила 56 142 491тг./144 748\$.

5. С помощью 3D модели Leapfrog Geo выделяется рудный горизонт, проницаемость и непроницаемость рудовмещающих пород, проведение срезов в любом направлении и изменение прозрачности объекта, что позволяет видеть модель изнутри. Это даёт возможность избежать неправильный выбор интервала при посадке фильтровых колонн, который влечёт за собой потери продуктивных растворов и несоблюдение баланса между растворами.

Перечень принятых сокращений, терминов

ПСВ – подземное выщелачивание
МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии
ГИС – геофизическое исследование скважин
ГМ – гамма каротаж
СПО – спускоподъемные операции
ЧС – чрезвычайные ситуации
УЭС- удельное электрическое сопротивление
КТК - компьютерный тренажёрный комплекс
ГКЗ - Государственная комиссия по запасам
РВР - ремонтно-восстановительные работы в скважинах
УРБ - установка роторного бурения
БФА - бифторид аммония
ГРМ –Горнорудная масса

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 https://www.kazatomprom.kz/ru/page/o_nas
- 2 <http://www.semyzbay-u.kazatomprom.kz/ru/subcontent/rudnik-semizbay->
- 3 Справочник месторождений Казахстана <http://info.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenijkazakhstana/tverdye-poleznye-iskopaemye/item/%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B7%D0%B1%D0%B0%D0%B9-2>
- 4 Пересчет запасов месторождение Семизбай по кондициям для ПВ, Степногорск, 1988
- 5 Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов Е.И., Рогов А.Е. Геотехнология урана на рудниках Казахстана. Алматы, 2001
- 6 Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: учеб. пособие, ТПУ, 2014.
- 7 <https://www.leapfrog3d.com/ru/products/leapfrog-geo>
- 8 Рогов Е.И., Язиков В.Г., Рогов А.Е. Математическое моделирование в горном деле. Алматы: 2002. – 224 с.
- 9 Веселов Л.Н., Садонин В.Г. Физико–химические основы и гидродинамика процесса подземного выщелачивания. М.: Атомиздат, 1979.
- 10 https://egov.kz/cms/ru/law/list/P030000772_
- 11 Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.10.2019)
- 12 Закон Республики Казахстан от 28 февраля 2004 года № 528-III о безопасности и охране труда(с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.12.2006 г.)

Отзыв
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на магистерскую диссертацию
Туменбаевой Макпал Серікқызы

6M070600 - Геология и разведка урановых месторождений/геохимия

На тему: «Особенности оптимизации схемы вскрытия и отработка урановых залежей на руднике «Семизбай»

Общей целью магистерской работы Туменбаевой М.С. является технологическая и экономическая оптимизация схемы вскрытия и отработки гидрогенных залежей урана на руднике «Семизбай». Актуальность работы определяется её направленностью на поддержание и развитие конкурентоспособности рудника.

Общая цель работы достигалась последовательным решением задач моделирования залежей урана, выбором оптимальных параметров гексогональных, квадратных и прямоугольных ячеек расположения закачных и откачных скважин, определением времени закисления и выщелачивания урановой руды в ячейках и расхода кислоты на добываемый 1 кг урана.

В соответствии с требованиями к магистерским диссертациям в работе Туменбаевой М.С. даются сведения об объекте исследований и ранее проведённых работах, приводится описание геологического строения района месторождения Семизбай, а также характеристик вещественного состава, технологических и физико-механических свойств руд и вмещающих пород, рассматривается схема вскрытия залежей, методика построения математических моделей и оптимизации расположения закачных и откачных скважин. Учитывая существующую нуклеофобию и действительную опасность работ с ураном автор значительное внимание уделяет мерам по охране труда и окружающей среды.

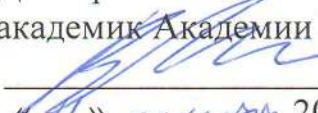
Основные результаты магистерской работы излагаются в главе 4 «Схемы вскрытия и отработка урановых залежей на руднике Семизбай». Опираясь на выведенные для гидрогенных месторождений урана формулы и соотношения (Рогов Е.И., Язиков В.Г. и др.) автор путём подстановки в них параметров ячеек и геотехнологических характеристик руд месторождения Семизбай определила оптимальные расстояния между закачными и откачными скважинами (при разных формах ячеек), действительную скорость фильтрации экстрагирующего раствора и другие показатели. Следствием явился практически важный вывод, что оптимальной схемой вскрытия рудных тел на месторождении Семизбай является рядная сеть с оптимальным радиусом 22.3 м. Проведённый сравнительный анализ отработки руд разными блоками подтвердил полученные выводы об оптимальности рядной сетки.

Полученные результаты моделирования и оптимизации схемы отработки месторождения Семизбай позволили автору рассчитать снижение себестоимости и ресурсосбережение при совершенствовании технологии добычи урана.

Выполненная работа характеризует магистранта Туменбаеву М.С. как сложившегося специалиста, владеющего широким набором компетенций и, главное, понимающего суть технологических проблем, возникающих при отработки месторождений урана. Работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, а Туменбаева М.С. заслуживает присвоения степени магистра. Внедрение результатов работы на руднике Семизбай повысит его конкурентоспособность.

Научный руководитель

Доктор геол.-мин. наук,
академик Академии МАИН и АМР РК

 В.И.Лось

« 4 » декабря 2019 г

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Түменбаева Мақпал Серікқызы

Название: маг.дисс. .doc

Координатор: Алма Бекботаева

Коэффициент подобия 1:14,3

Коэффициент подобия 2:6,1

Тревога:8

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Работа составлена самостоятельно и соответствует подобие 2 с цифрой 6,1. Все заимствования использованы с указанием первоисточника в диссертации.

Дата

6.12.2019

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допустить к защите

6.12.2019

Бесс

Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Түменбаева Мақпал Серікқызы

Название: маг.дисс. .doc

Координатор: Алма Бекботаева

Коэффициент подобия 1:14,3

Коэффициент подобия 2:6,1

Тревога:8

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

*Работа признана самостоятельной
и допускается к защите*

6.12.2019

Дата

Подпись Научного руководителя

*Коэффициент подобия 6,1 свидетельствует
о требовании охраны авторского
справки и текстов без изменений,
да и иными установленными
инструкциями является обяза-
тельным.*

Список научных трудов

Туменбаевой Макпал Сериккызы

№	Сведения о работе			
	Наименование работ	Вид работы: статья, доклад	Издательство, год издания	Объем, стр.
1.	Особенности оптимизации схемы вскрытия и отработки урановых залежей на руднике «Семизбай»	Статья	Труды Сатпаевских чтений Инновационные технологии – ключ к успешному решению Фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом Секторах экономики РК Том I, Алматы, 2019, 225-229 стр.	4. 5.
				5. В.Л.Лось

Директор Института геологии, нефти
И горного дела им.К.Турысова

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ

Научный руководитель
Доктор геол.-мин. наук,
академик Академии МАИН и АМР РК

Автор работ



Сыздыков А.Х.

Бекботаева А.А.

Лось В.Л.

Туменбаева М.С.

Алматы, 2019 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую Диссертацию
(наименование вида работы)

Түменбаев Мәкпел Серікқызы
(Ф.И.О. обучающегося)

61070600 - Геология и разведка урановых месторождений
(шифр и наименование специальности)

На тему: Особенности оптимизации схем вскрытия и
обработки урановых залежей на руднике "Семизбай"

Выполнено:

а) графическая часть на _____ листах

б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В диссертационной работе дано решение
аналитической задачи выбора способа вскрытия и
оптимизации параметров процессов при ПСВ
урана. Для решения этой задачи автором
построена 3D модель месторождения и
разработана математическая модель. В резуль-
тате автором предложены конкретные пара-
метры технологического скважин.
Замечаний по работе нет.

Оценка работы

В целом диссертационная работа "Особен-
ности оптимизации схем вскрытия и обработки
урановых залежей на руднике "Семизбай" отвечает
требованиям и очень хорошо на 95 баллов, а ее
автор Түменбаев Мәкпел Серікқызы заслуживает
присуждения степени магистра по специаль-
ности 61070600.

Рецензент

профессор, доктор технических наук
(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

«10» декабря 2017 г.

