

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

УДК 622.349

На правах рукописи

ОМАРБЕКОВ ЕРНУР УРАЗГАЛИЕВИЧ
**Разработка технологии ПСВ урана в условиях высоконапорного характера
подземных вод**

6D070700- Горное дело

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты
Юсупов Х.А., доктор
технических наук,
профессор, член-корр.
НАН РК

Алиев С.Б., доктор
технических наук,
профессор

Республика Казахстан
Алматы, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	3
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА	9
1.1 Опыт применения подземное скважинное выщелачивания	9
1.2 Повышение эффективности добычу урана с совершенствованием параметров скважин и внешних воздействия	11
1.3 Общие сведения и разведанность объекта исследования	15
1.3.1 Геологическое строение участка	19
1.3.2 Гидрогеологические условия месторождения	21
2 ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	27
2.1 Применяемая технология выщелачивания на объекте исследования	27
2.2 Предлагаемая технология насосных скважин	33
2.3 Методика проведения полупромышленных испытаний	35
2.4 Подготовка технологического блока для опытно-промышленного испытания	36
3 ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	39
3.1 Исследование влияния насосных скважин на дебит откачных Скважин	39
3.2 Исследование влияния изменения содержания урана в продуктивном растворе и коэффициента извлечения от соотношения Ж:Т	40
3.3 Предлагаемая схема УПРР	46
3.4 Исследование влияния водородного показателя на содержание урана в продуктивном растворе	49
3.5 Экономический эффект	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	58
ПРИЛОЖЕНИЯ А – Основные показатели практикуемого блока	64
ПРИЛОЖЕНИЯ Б – Основные показатели экспериментального блока	71
ПРИЛОЖЕНИЯ В – Справка о внедрении	79

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:
Закон Республики Казахстан «О науке» от 18.02.2011 г. № 407-IV ЗРК;
ГОСО РК 5.04.034-2011: Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Послевузовское образование. Докторантура. Основные положения (изменения от 31 октября 2018 года № 604);
Правила присуждения ученых степеней от 31 марта 2011 года № 127; (изменения от 9 марта 2021 года № 98);
Межгосударственные стандарты: ГОСТ 7.32-2001 (изменения от 2006 г.);
ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Технологическая схема – совокупность машин и оборудования, взаимосвязанных технологическими процессами, с определенной последовательностью технологических операций.

Отношение Ж:Т – количество выщелачивающего раствора, приходящееся на весовую единицу выщелачиваемой горнорудной массы, обеспечивающее заданное извлечение полезного ископаемого, безразмерная величина.

Водородный показатель (рН) – величина, характеризующая концентрацию ионов водорода в растворах, численно равная отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов H^+ выраженной в грамм-ионах на литр: $pH = - \lg[H^+]$.

ПСВ – подземное скважинное выщелачивание

ПР – продуктивный раствор

ВР – выщелачивающий раствор

УПРР – узел приема и распределение растворов

УПВР – узел приготовления выщелачивающих растворов

ТП – трансформаторная подстанция

СВ – Северо-восток

СЗ – Северо-запад

ГРЭ-7 – Геологоразведочная экспедиция №7

ЗПО – Зона пластового окисления

ПДК – Предельно допустимая концентрация

ШАПП – Шланги армированные полиэтиленовые полимерной

ПАВ – Поверхностно-активные вещества

СИЗ – Средства индивидуальной защиты

ЛЭП – Линия электропередач

ВВЕДЕНИЕ

Оценка современного состояния решаемой научно-технической проблемы.

В последние годы добыча урана падает по сравнению с 2015 годом из-за неблагоприятных цен на мировом рынке. В настоящее время около четверти всего урана добывается методом подземного скважинного выщелачивания, так как является наиболее перспективным и эффективным методом при низкой себестоимости урана. Разработка гидрогенных месторождений методом подземного выщелачивания резко изменит в лучшую сторону производительность и производственные отношения в уранодобывающей промышленности, что имеет исключительно важное экономическое значение. Перспективы развития добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) поистине колоссальны. В отличие от традиционной схемы добычи и переработки руд технологическая схема подземного выщелачивания из пластовых месторождений, продуктивный горизонт которых обводнен, не требует сложного комплекса сооружений по водоснабжению и очистке промышленных стоков, так как последние в процессе отсутствуют. Однако, в последнее время, при применении данной технологии на глубоких горизонтах, где наблюдается высоконапорный характер подземных вод возникла проблема образования «промоин» каналов, по которым раствор достигает откачных скважин, не проработав нужного количества руды. Кроме этого, высоконапорный характер подземных вод увеличивает частоту кольматации фильтров и прифильтровой зоны. В настоящее время на практике этот фактор не учитывается, отсутствуют исследования по влиянию высоконапорного характера подземных вод на показатели подземного скважинного выщелачивания, применение традиционной технологии выщелачивания приводит к излишним материальным затратам.

Анализ работ по повышению эффективности подземного скважинного выщелачивания позволяет сделать следующие выводы:

- для снижения себестоимости добычи урана при разработке месторождений с высоконапорным характером подземных вод необходимо разработать технологию дополнительных насосных скважин;
- для оптимизации подачи реагентов для выщелачивания урана и отработки застойных зон требуется модернизировать узел приема и распределения растворов (УПРР).

Основание и исходные данные для разработки темы.

Исходные данные для проведения исследования были собраны из месторождения «Буденовское» рудника «Каратау», который расположен на низком крыле Сузакского района Туркестанской области. Месторождение «Буденовское» относится к гидрогенному, эпигенетическому типу. Основным рудовмещающим горизонтом является инкудукский горизонт коньяк-сантонского возраста, вмещающий основные запасы южной части месторождения, благодаря высокой площадной продуктивности уранового

оруденения. Суммарная мощность рудных интервалов горизонта до 21 метра, содержание урана до 0,098%. Значительно меньшая часть оруденения приурочена к мынкудукскому горизонту туронского возраста, где суммарная мощность рудных интервалов до 12 метра при содержании урана 0,120%. Незначительная часть – к жалпакскому горизонту, где суммарная мощность рудных интервалов достигает 5,8 метра при содержании урана до 0,076%.

Актуальность. В последнее время, ввиду интенсивной отработки участков месторождений с благоприятными горно-геологическими условиями, в эксплуатацию вовлекаются участки со сложными условиями. Одним из таких факторов является высоконапорный характер подземных вод.

При отработке запасов урана, на стадии активного выщелачивания должно строго соблюдаться гидродинамическое равновесие (баланс) закаченных и откаченных растворов, как по отдельным эксплуатационным ячейкам, так по блокам и участкам. В этом случае, как правило, обеспечивается оптимальный гидродинамический режим фильтрации растворов в контуре блока. При разработке месторождений в условиях высоконапорного характера подземных вод, обеспечение оптимального гидродинамического режима фильтрации растворов в контуре блока очень сложно. При дисбалансе в сторону откачки (отрицательный баланс, откачка превышает закачку) продуктивные растворы разубоживаются, вследствие подтягивания пластовых вод из-за контура блока. Дисбаланс в сторону откачки (положительный баланс, закачка превышает откачку) ведет к выходу технологических растворов за пределы рудных залежей. При этом происходят потери урана вследствие растекания и переотложения, повышается расход выщелачивающих реагентов. Следует также отметить, что при дисбалансе растворов в эксплуатационных блоках может происходить перетекание технологических растворов между смежными блоками. Это значительно усложняет, а зачастую делает невозможным поблочный учёт добычи урана (расчет движения запасов).

Гидродинамическое равновесие (баланс) по отдельным эксплуатационным ячейкам, блокам и участкам приводит к кольматации и снижению дебита и приемистости скважин. Применение традиционного способа подземного скважинного выщелачивания приводит к значительным материальным затратам. Поэтому разработка технологии подземного скважинного выщелачивания урана в условиях высоконапорных подземных вод является достаточно актуальным.

Целью работы является разработка технологии подземного скважинного выщелачивания урана в условиях высоконапорных подземных вод.

Задачами научной работы:

- Анализ горно-геологических условий месторождения Буденовское и технологий подземного скважинного выщелачивания;
- Исследовать влияние технологии использования дополнительных насосных скважин на основные показатели подземного скважинного выщелачивания урана;

- Разработать технологию ускоренного подземного скважинного выщелачивания урана в условиях высоконапорных подземных вод;

Положения, выносимые на защиту:

- При использовании дополнительных насосных скважин в условиях высоконапорных подземных вод коэффициент извлечение урана увеличивается по степенной зависимости, а содержание урана в продуктивном растворе изменяется аналогично традиционной технологии.

- Ускорение процессов подземного скважинного выщелачивания урана в условиях высоконапорных подземных вод достигается путем создание откачных скважин в формате закачных и выборочной подачей реагентов в отдельные конкретные скважины. При этом содержание урана и коэффициент извлечения увеличиваются, но характер изменчивости их сохраняется;

- Использование дополнительных насосных скважин, усовершенствованная схема узла приема и распределение растворов уменьшает трудовые и материальные затраты скачкообразно.

Научная новизна работы:

- Установлены зависимости содержание урана в продуктивном растворе и коэффициента извлечения от соотношения Ж:Т при использовании дополнительных насосных скважин в условиях высоконапорных подземных вод;

- При использовании дополнительных насосных скважин процесс закисление сохраняется, а при выщелачивании содержание урана увеличивается;

- Показана экономическая выгодность применение дополнительных насосных скважин, модернизация узла приема и распределение растворов.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами.

Диссертационная работа выполнена в рамках хозяйственного договора №281/Акб-16 от 23 декабря 2017 «Разработка технологий снижения частоты кольматации при ПСВ урана»

Объектом исследований является урановое месторождение Буденовское рудник «Каратау» (на территории Сузакского района) Туркестанской области.

Предметом исследований являются процессы подземного скважинного выщелачивания в условиях высоконапорных подземных вод.

Методологическая база исследований

К основным методам исследований, применяемым при выполнении диссертационной работы, относятся:

- сбор и анализ статистических данных и научно – технической литературы;
- опытно-промышленные исследования влияние дополнительного насосных скважин на эффективность подземного скважинного выщелачивания урана;
- обработка результатов исследования и выдача рекомендации.

Анализ проб по результатам опытно-промышленных работ выполнены в лаборатории рудника «Каратау».

Практическая значимость диссертации. Предлагаемая технология с использованием дополнительных насосных скважин и схема приема и распределения растворов в условиях высоконапорного характера подземных вод

позволяет снизить себестоимость подземного скважинного выщелачивания урана, что подтверждается практикой.

Реализация и внедрение результатов работы. Разработанная технология дополнительных насосных скважин применяется на руднике «Каратау» месторождение «Буденовское» участке №2 в Туркестанской области Сузакском районе.

Публикации и апробация работы. Результаты работы докладывались на международных научно-технических и научно-практических конференциях: Международная научно-практическая конференция «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0» 14-15 марта 2019, г. Алматы; Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference " Applied scientific and technical research " In Two Volumes Volume 2, April 1–3, 2020, Ivano-Frankivsk; Международная научная конференция «Актуальные проблемы современной науки – 2021», г. Нур-султан, 12-13 апреля 2021; 14 Международной научной школы молодых ученых и специалистов ИПКОН РАН 2019, г. Москва.

Публикации включают статьи в: Mining of Mineral Deposits Volume 14 (2020), Issue 3, 112-118; Вестник КазНИТУ, Алматы август 2020, №4 (140); Complex Use of Mineral Resources, №1 (316), Almaty 2021; Комплексное Использование Минерального Сырья. №2 (317), Алматы 2021.

Структура и объем работы: Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, библиографического списка из 92 наименований и содержит 63 страниц машинописного текста, 20 рисунков, 12 таблиц, 22 формул.

Авторы выражают благодарность заместителю генерального директора по геологии и недропользованию ТОО «СП «Буденовское» Матунову Алексею Ивановичу за ценные советы и за оказанную помощь в сборе статистических данных.

1 ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

1.1 Опыт применения подземное скважинное выщелачивания

Мировая энергетика является одним из главных факторов экономического развития человечества. В наши дни и на перспективу атомная энергетика играет и будет играть важную роль в энергопроизводстве, как в мире в целом (16 % от всего годового объёма вырабатываемой электроэнергии), так и в экономически развитых странах – во Франции (до 75 %), Швеции (38 %), Финляндии (33 %), США (19 %), Великобритании (18 %), России (17 %), Канаде (15 %) и др [1-7, 9]. На конец 2017 г. в мире действовало 448 тепловых реактора, общей мощностью 392 ГВт, потребляющих порядка 60 тыс. т природного урана в год, что близко к его годовому производству. В Всемирной ядерной ассоциации, сделанном в Мадриде, отмечено, что рост ядерной энергетики в мире находится на 25-летнем максимуме [8, 10]. В период 2015-2017 гг. в среднем в год в мире запускалось 10 реакторов, а в 2021 г. – 14 новых реакторов. Предполагается к 2050 г. достижение доли атомной энергетики в мире до 25 %, что позволит удержать повышение средней температуры на планете не более 2 градусов. По прогнозу Ux Consulting, к 2023 г. число реакторов в мире вырастет до 461 (мощность – 410 ГВт); прогноз на 2030 г. – 533 реактора (мощность – 518 ГВт) [9, с. 161-165]. Для обеспечения такого количества реакторов необходимо довести добычу урана к 2030 г. до 80 тыс. т, т.е. на 25 %. Несмотря на депрессивный рынок добыча уран продолжала рост, а в 2016 году и вовсе достигла рекордного показателя за последние 23 года в 62 000 т. Основной рост обеспечил Казахстан, за 10 лет увеличив добычу более чем в 6 раз [11, с. 22-48].

Казахстан занимает второе место в мире по разведанным запасам природного урана. Около 14 % от всех разведанных мировых запасов сосредоточено в недрах Республики Казахстан. Общие разведанные запасы страны оцениваются более 700 тыс. тонн урана. В 2009 году Казахстан вышел на первое место по добыче урана в мире и продолжает сохранять лидирующие позиции на мировом рынке. Казахстан производит около 40% от мировой добычи урана. В 2021 году объем добычи урана составил 21,8 тыс. тонн., по итогам 2022 года - 21,3 тыс. тонн [11, 6-10].

Добыча урана в Казахстане проводится только методом подземного скважинного выщелачивания, являющегося самым экологически безопасным и самым низко затратным методом добычи урана [17,19,20].

В настоящее время весь уран, добытый в Казахстане, экспортируется на мировой рынок, в первую очередь в Китай, Францию, Россию, Канаду и др. (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Показатели добычи урана, с 2012 по 2022 гг [1-18].

Такое достижение было бы немислимо без применения и совершенствования технологии подземного скважинного выщелачивания урана, которая нашла широкое применения как в Казахстане, так и в других странах [5,6,7 – 17, 19].

Наибольший вклад в обоснование и совершенствование технологии подземного выщелачивания урана внесли В.А. Мамилов, А.П. Филипов, Ю.В. Нестеров, С.В. Маркелов, Р.М., Киркхам., Duncan. R. Derry, Hunkin G.G., Gardner G., Ritchie M.I. [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Современные исследования, направленные на совершенствование скважинной разработки урановых руд, охватывают широкий спектр научных задач. Эти задачи включают численные исследования для повышения выработки в условиях ПВ урана, совершенствование гидродинамических режимов добычи с учетом кольтматации руд, поиск эффективных параметров гидродинамического режима добычи урана при оптимизации сети технологических скважин, а также исследование процесса развития гидравлического разрыва пласта и применение различных химических методов интенсификации выщелачивания урана [16 -19].

До сих пор отсутствуют исследования по совершенствованию технологии ПСВ урана в условиях высоконапорного характера подземных вод. В настоящее время, в таких условиях применяют традиционные схемы разработки добычи урана.

1.2 Повышение эффективности добычу урана с совершенствованием параметров скважин и внешних воздействия

В материалах [21-24] приводятся методы выщелачивания урана с применением в качестве выщелачивающего раствора серной кислоты с добавлением пероксида водорода в качестве окислителя. Выщелачивание урана из урановой руды Sella (рисунок 1.2) с использованием раствора серной кислоты. Влияние различных параметров такие как время выщелачивания, концентрация серной кислоты, размер частиц руды, отношение жидкой / твердой массы, температура реакции, механическая скорости перемешивания и добавления пероксида водорода для оптимизации различных параметров процесса для максимизируя извлечение урана. Эффективность растворения урана 91,5% была получена для размера частиц руды Sella 150-63 мкм после 4-часового контактного выщелачивания с использованием 1,0 М серной кислоты и соотношения жидкость / твердое вещество, мл / г 3 при 40 ° С с 400 об / мин механическая скорость перемешивания без добавления окислителя.

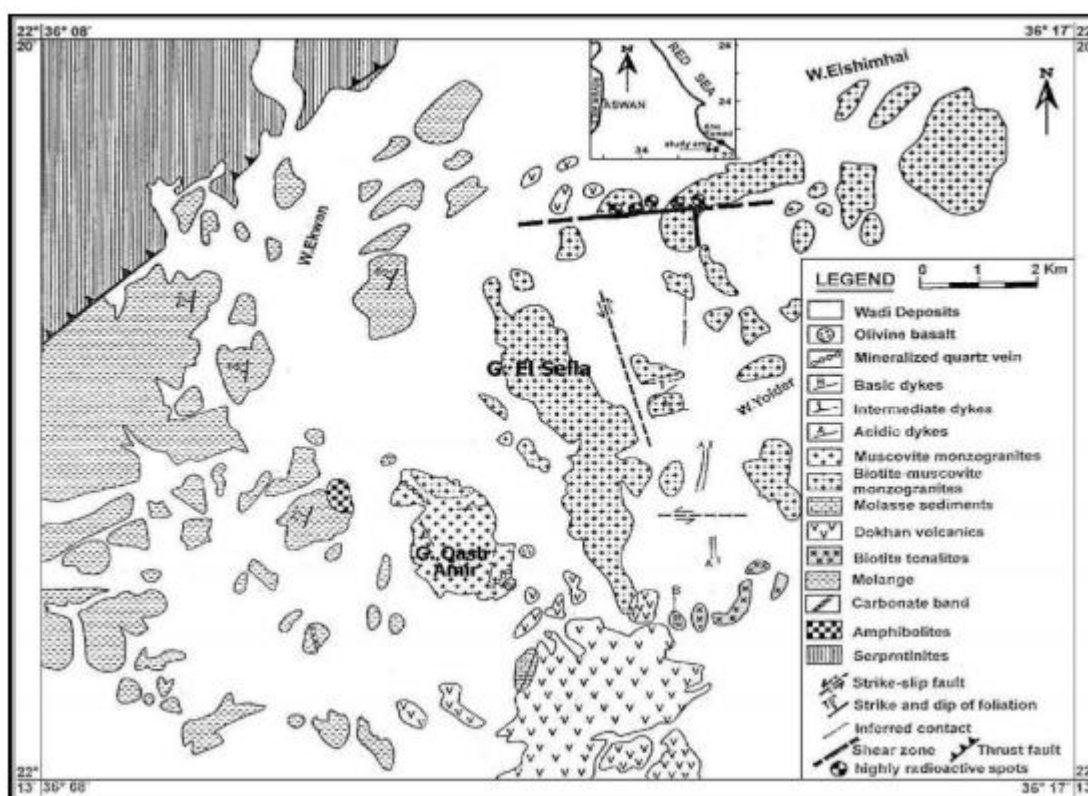


Рисунок 1.2 – Геологическая карта области исследования южная часть восточного Египта [23, с.235-301]

Кинетические данные показали, что процесс выщелачивания может быть описан моделью сжимающейся сердцевинной с кажущейся энергией активации составляет 10,13 кДж / моль. Низкая энергия активации подтвердила выводы о том, что скорость выщелачивания руды Селла контролируется диффузионно-контролируемый процесс.

Экспериментальные результаты были проверены графически и статистически и обнаружили, что приведенная выше модель удовлетворительно

соответствует экспериментальным результатам. Применение пероксида водорода в качестве дополнительного окислителя повышает интенсивность отработки эксплуатационных блоков (рисунок 1.3), что обусловлено окислением четырехвалентного урана в продуктивном горизонте [27, с. 66-87].

Применение пероксида водорода достаточно эффективно при небольших глубинах залегания урановых руденений (150 – 250 м).

Глубина залегания урана на Сырдарьинской урановой провинции составляет более 500 м, что затрудняет применение пероксида водорода в качестве окислителя.

В работе [26 -30, 31] приводятся методы совершенствования ПВ урана с применением трехвалентного железа в качестве окислителя четырехвалентного урана. Метод предусматривает подачу выщелачивающего раствора с добавлением трехвалентного железа через сеть нагнетательных скважин и откачку продуктивного раствора через откачные скважины. Окисляющая способность трехвалентного железа в качестве окислителя четырехвалентного урана до шестивалентной формы высокая при стабильных

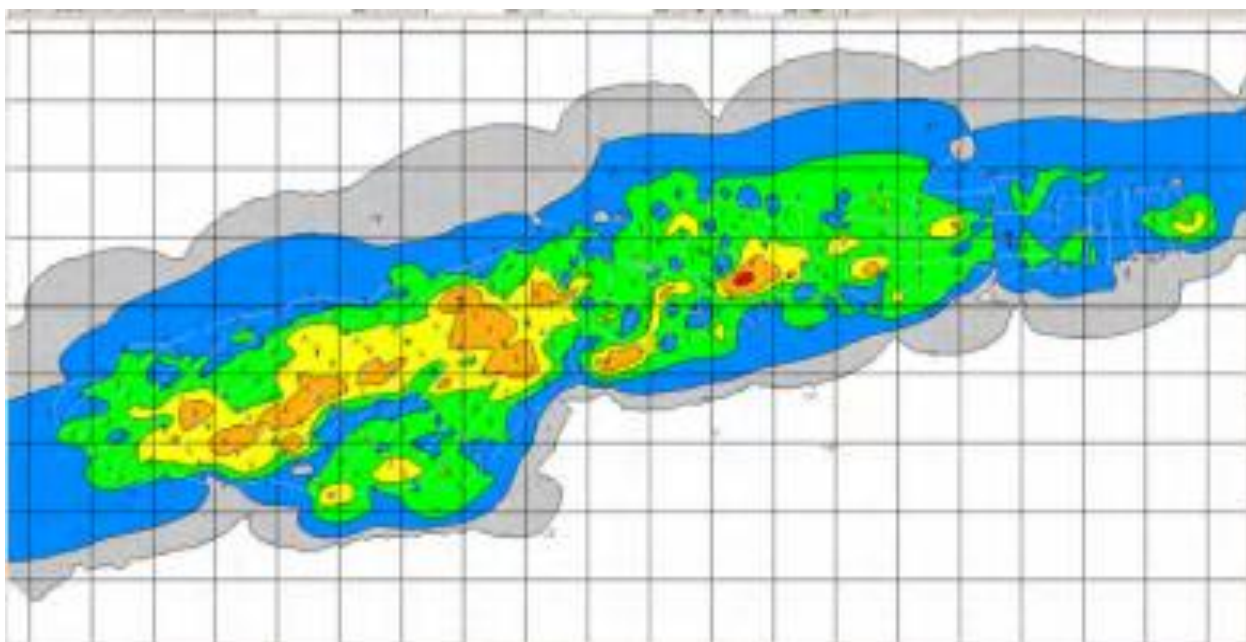


Рисунок 1.3 – Карта распределения продуктивности на окончание эпигнозного расчета в рабочем окне постоянно действующей модели геотехнологического поля

значениях рН в пределах 1,5 – 2,0 в продуктивном горизонте. Однако в сложных горно-геологических условиях при высокой карбонатности рудовмещающих пород (>1,5% по CO₂) поддержание требуемых значений рН усложняется реакционной способностью серной кислоты с карбонатами и последующей нейтрализацией серной кислоты, осаждением продуктов реакции гипса и образованием устойчивого геохимического барьера в продуктивном горизонте. При нейтрализации серной кислоты и повышении значения рН до 3,5 – 4,5 в растворах трехвалентное железо восстанавливается с дальнейшим выпадением гидроксида железа в виде осадка.

В работе [31] рассмотрен комплекс вопросов применения геотехнологического 2D и 3D моделирования (рисунок 1.4) с целью повышения эффективности подземного выщелачивания урана.

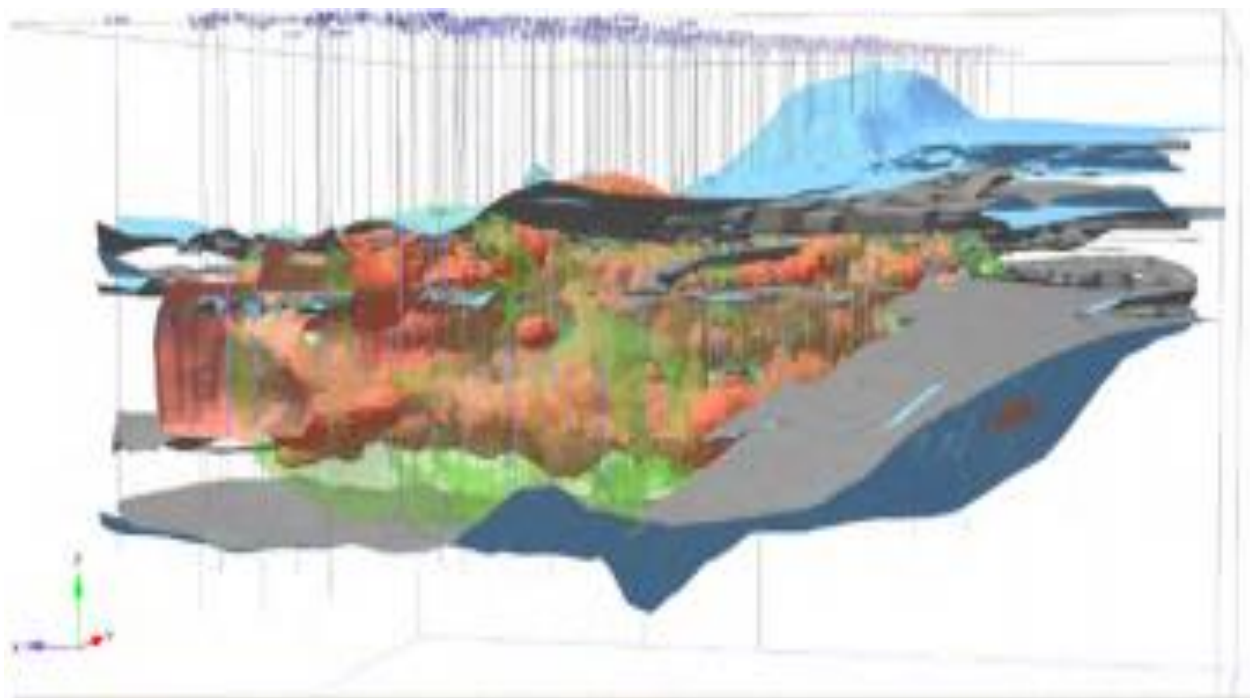


Рисунок 1.4 – Геотехнологическое 3D моделирование ПСВ урана

Оптимизация работы эксплуатационных блоков предусматривает применение математических моделей, описывающих прогнозные сценарии возможной отработки блоков с вероятными краткосрочными и долгосрочными вариантами развития геотехнологических процессов для анализа и принятия наиболее эффективного и приемлемого варианта [33-36].

Несмотря на логически структурную схему геотехнологического моделирования, работа основана на применении стандартных расчетных параметров распределения напоров, скоростей фильтрации и конвективного массопереноса. Также не учитывается сложность применения моделирования физико-химических параметров в изменчивых литолого-морфологических условиях продуктивного горизонта [39, 40].

В работах [41,49] приводится лабораторное симуляционное исследование для проверки возможности щелочной выщелачивание урана (рисунок 1.5) из аркозного типа песчаника, извлеченного из определенного места на глубине 300-500 м. Рудное тело было наложением непроницаемого глинистого сланца ниже уровня грунтовых вод. Другой CO_3^{-2} , содержащие растворимые соли, испытывали как комплексобразователь ионов UO^{+2} вместе с H_2O_2 как окислитель.

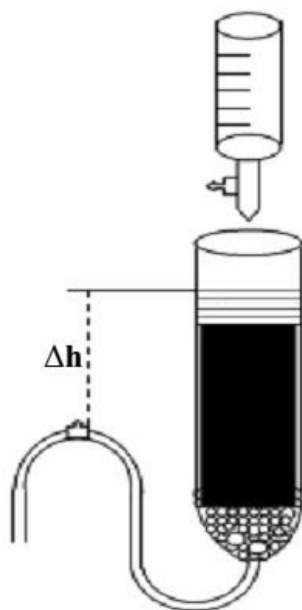


Рисунок 1.5 – Выщелачивающая колонна для лаборатории моделирование изучения руды (длина столбец = 50 см, диаметр = 10 см, материал = стекловолокно [45, с. 145-156])

Выщелачивающая система [32, 47-49], содержащая NH_4HCO_3 в качестве комплексообразующего агента вместе с H_2O_2 как окислитель в концентрациях 5 г / л и 0,5 г / л соответственно, было установлено, что наиболее эффективный для выщелачивания урана среди 25 различных составов.

Вместе с уран, поведение растворения 15 других металлов, неметаллов и радикалов, включая восемь переходные металлы, также наблюдался в используемом выщелачивателе. Это Na, K, Ca, Mg, Cl, SO_4 , CO_3 , Ti, V, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn и Mo. Было обнаружено, что выщелачивание урана по сравнению с непереходные металлы / радикалы следуют тренду $Cl > SO_4 > U > Na > K > Mg > Ca > CO_3$. Сравнение выщелачивания урана с переходными металлами было в порядке $U > Cr > Mo > V > Ti > Cu > Zn > Mn > Fe$. Физические параметры, такие как pH, потенциал восстановления окисления (ОВП) и проводимость также была измерена [48, с. 99-145].

Было обнаружено, что выщелачивание урана непосредственно связано с концентрацией нативного растворимого шестивалентного урана, время контакта выщелачивания и руды и в некоторой степени с общей концентрацией урана, а также пористость и проницаемость руды. Карбонатный метод выщелачивания урана имеет высокую селективность процесса, в связи с чем расход реагента не высокий. Однако выщелачивание урана карбонатными растворами затруднено ухудшением проницаемости продуктивного горизонта и вмещающих пород, вызванным набуханием глинистых материалов и закупоркой порового пространства [50].

Авторами [34-35, 46-51] предоставлен метод повышения эффективности добычи урана из месторождений гидрогенного типа с применением плазменно-импульсного воздействия (ПИВ) на продуктивный горизонт. Особенность

метода ПИВ заключается в обработке пласта эксплуатационного блока электрогидравлическими импульсами, создаваемыми генератором, который размещают в фильтровой части скважин.

В результате многократного повторения импульсных циклов происходит знакопеременные направленные нагрузки в фильтровой полости, которые передаются к прифильтровой зоне пласта. Однако применение данного метода в целях интенсификации ПВ урана в сложных горно-геологических условиях с высоким пластовым давлением малоэффективно. К тому же размещение генераторов на каждой технологической скважине приведет к значительным расходам на обслуживание эксплуатационного оборудования [51-55].

1.3 Общие сведения и разведанности объекта исследования

Месторождение Буденовское является одним из крупнейших урановых объектов пластово-инфильтрационного типа в Шу-Сарысуйской провинции (рисунок 1.6). На севере оно по профилю 0 граничит с месторождением Инкай, а на юг его рудное поле протягивается до СВ предгорий хребта Б.Каратау [57].

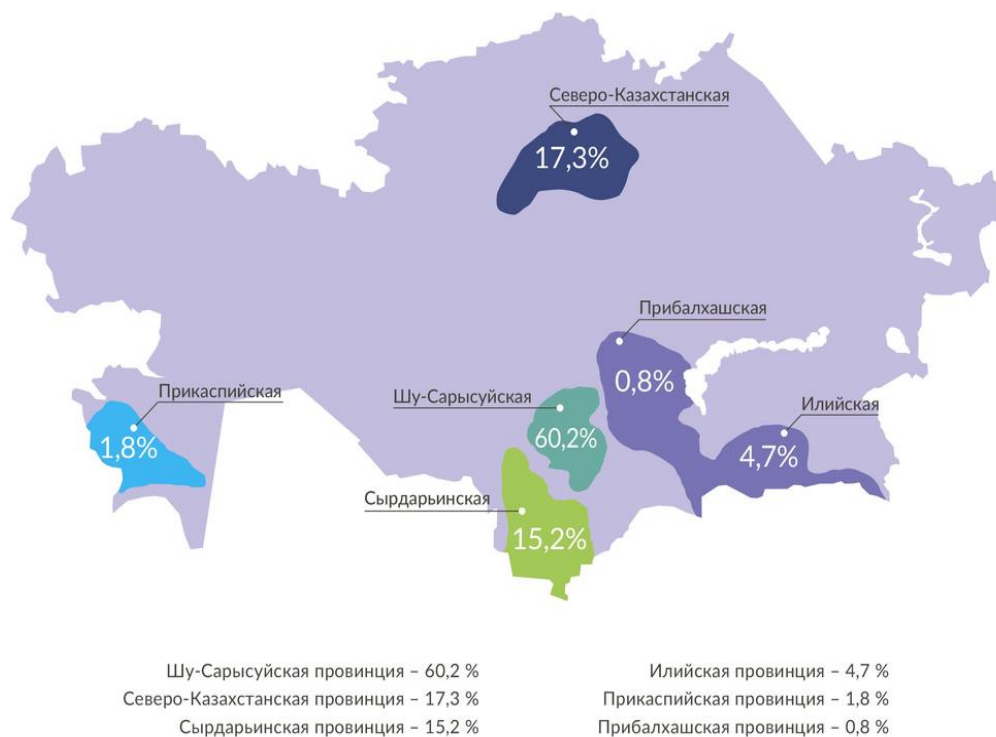


Рисунок 1.6 – Карта запасов урана в Казахстане [57, с. 68]

На севере расположены бугристые и ячеистые пески массива Моинкум, вытянутые полосой шириной 20-30 км с запада на восток. Пески аллювиально-эоловые, покрыты скудной пустынной растительностью. Абсолютные отметки равнинной части +125 м, песчаного массива +310 м.

В переходной части к пустыне прослеживается прерывистая полоса солончаков и соров СЗ простирания; наиболее крупные солончаковые озера

(Айжайкын, Ащиколь) расположены в низовьях река Шу в северной части месторождения и к СЗ от него.

Климат резко континентальный с холодной малоснежной зимой (до -30°C) и с жарким (до 40°C) засушливым летом. Количество осадков в равнинных частях территории не превышает 120-190 мм в год (в горных частях 300-400 мм). Максимум их (до 85%) приходится на зимне-весенний период. Отопительный сезон – с 15 октября до 15 апреля. Глубина промерзания почвы – 50-60 см [58].

Месторождение Буденовское открыто в 1979 году в ходе поисково-рекогносцировочного бурения на продолжении рудоносных (месторождение Инкай) зон пластового окисления, развивающихся в отложениях трех горизонтов верхнего мела: мынкудукском (K2t1), инкудукском (K2t2-st) и жалпакском (K2st-P11). Был пробурен профиль XV. В результате проведенных работ были подсечены рудные тела, локализующиеся в рыхлых обводненных отложениях мынкудукского и инкудукского горизонтов, с высокими содержаниями урана и большой мощностью. Дальнейшее изучение месторождения и его наиболее допустимых флангов проводилось отдельно по северной и южной частям. Поисковые работы в северной части месторождения в течение 1987-1990 г.г. проводила ГРЭ-7 бурением по сети $6400-3200 \times 100-50$ м по геологическому заданию 7-18. Всего пробурено 88575,6 м скважин. По результатам проведенных работ был составлен отчет с оценкой ресурсов урана по категории P1. В таблице 1.1 приводится оценка прогнозных ресурсов категории P1 в северной части месторождения [59].

Таблица 1.1 – Оценка прогнозных ресурсов категории P1 в северной части месторождения Буденовское [59, с. 135-147]

Горизонт, подгоризонт	Прогнозные ресурсы, тыс.т.
Нижнемынкудукский	52
Среднемынкудукский	10
Нижнеинкудукский	56
Среднеинкудукский	33
ВСЕГО:	151

В южной части месторождения поисково-рекогносцировочные работы было поручено провести экспедиции №5. В 1982-1986 гг. силами этой экспедиции проводилось в рамках геологического задания 5-15 сначала рекогносцировочное, а затем поисковое бурение на южном и западном флангах южной части месторождения, в результате чего были установлены крупные масштабы объекта работ и реальные перспективы их расширения на флангах [57-59].

Учитывая крупные масштабы уранового оруденения, установленного в трех продуктивных горизонтах мела на глубинах 540-700 м, а также более выгодное, по сравнению с Инкайским месторождением, географическое положение, работы в южной части Буденовского месторождения были продолжены в рамках геологического задания 5-18, которым предусматривалось

продолжение поисковых и проведение в пределах залежи 1 оценочных работ по сети 800×200-50 м. По результатам проведенных работ составлен отчет с подсчетом запасов и ресурсов урана. Несмотря на неравномерную сеть бурения в пределах южной части месторождения, проведенными работами в достаточной степени изучены его масштабы, геолого-структурные и гидрогеологические условия. Наиболее изучена рудоносная зона в инкудукском горизонте, вмещающем основные запасы южной части месторождения, благодаря высокой площадной продуктивности уранового оруденения. Буровыми работами рудоносная зона прослежена на 25 км, часть её протяженностью 12 км разбурена по сети 1600-800×200-100 м, в том числе 1,6 км разбурено по сети 800×200-50 м. В жалпакском горизонте урановое оруденение прослежено в целом на 27 км, из них наиболее прямолинейный восьмикилометровый отрезок на севере участка разбурен пятью профилями по сети 3200-1600×400-100 м, в южной части, где на семикилометровом отрезке (по прямой) длина рудной залежи из-за извилистости составляет 19 км, пробурено всего три профиля скважин по сети 3200×400-200 м. Рудоносная зона в мынкудукском горизонте на севере участка откартирована четырьмя профилями по сети 2000-1600х×400-100 м, а в южной части пройдено три профиля по сети 3200×400-200 м. В целом по южной части месторождения распределение прогнозных ресурсов категорий P1 и P2 следующее: жалпакский - 17%, инкудукский - 53% и мынкудукский - 30%. В таблице 1.2 приводится оценка прогнозных ресурсов в южной части месторождения по состоянию на 01.01.1990 года [58].

Таблица 1.2 – Оценка прогнозных ресурсов урана в южной части месторождения Буденовское [59]

Горизонт	Прогнозные ресурсы, т	
	категория P ₁	категория P ₂
Мынкудукский	25 604	48 000
Инкудукский	131 518	-
Жалпакский	18 663	23 000
ВСЕГО:	175 785	71 000

Всего по категории P1+P2 – 246 785 т.

С 1991г. геологоразведочные работы в южной части месторождения продолжила экспедиция №7 в рамках геологического задания 7-23, которым предусмотрено проведение предварительной разведки на площади 180 кв.км. до глубин 700 м с выявлением запасов урана категорий C1 и C2 в соотношении 30% и 70% и прогнозных ресурсов категории P1 при доле запасов категории C1+C2 в количестве 70% от общих запасов участка. В течение 1992 года было пробурено 18592,3 п.м. на профиле 1024, в дальнейшем работы по заданию не финансировались и были прекращены [58-60, 74].

В 2004 году по заданию ЗАО "НАК "Казатомпром" было составлено дополнение к отчету по заданию 5-18 с подсчетом запасов урана категории C2 части залежи 1, разбуренной по сети 800×100-50м, с учетом деления её на три

участка для отработки запасов различными СП. Отчёт был рассмотрен в ГКЗ РК и запасы категории С2 поставлены на государственный учёт отдельно по каждому участку. В таблице 1.3 приведена изученность южной части месторождения по состоянию на 01.01.2004 года [58].

Таблица 1.3 – Изученность южной части месторождения Буденовское [58]

Наименование показателей	Ед. изм.	Общая оценка	в том числе по категориям		
			С ₂	Р ₁	Р ₂
Руда	тыс. тонн	-	36300	-	-
Содержание урана	%	-	0,088	-	-
Металл	т	204 103	32 000	101 103	71 000
	%	100	15,7	49,5	34,8

По участку №1 залежи 1, на котором настоящим проектом предусматривается разведка, запасы урана категории С2 составляют 20 200 т, среднее содержание урана по категорийным запасам - 0,083% [59].

В 2008 г. началась детальная разведка на участке 2 (рисунок 1.7) по сети 200-400x50м на западном фланге геологического отвода серий профилей СВ ориентировки. Схематическое расположение участка можно видеть на

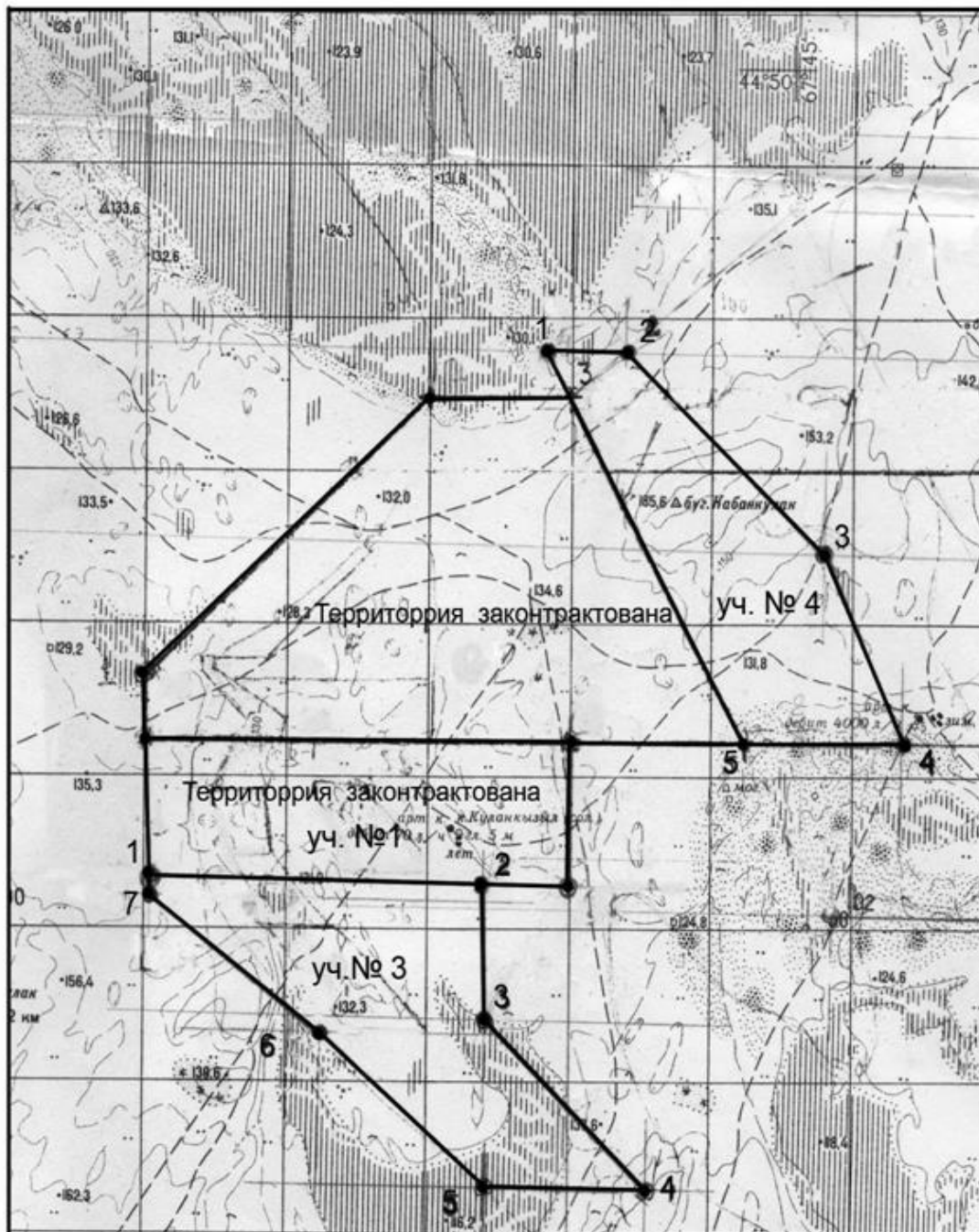


Рисунок 1.7 – Картограмма расположения участка №2 месторождения Буденовское [74]

1.3.1 Геологическое строение участка

Площадь работ расположена в северо-западной части Сузакской впадины в пределах Аксумбинского выступа между Бугеджильским поднятием - на севере и хребтом Б.Каратау - на юге.

В кровле палеозойского поднятия, скрытой под чехлом рыхлых отложений на глубине 400-900 м залегают алевролиты и аргиллиты пермского возраста [44].

По данным грави-магниторазведки в толще палеозоя залегают не выходящие на поверхность интрузии кислого и среднего состава.

Определяющая роль в формировании современного структурного плана площади работ принадлежит крупным Аксумбинскому и Северо-Аксумбинскому разломам северо-западного направления, которые довольно хорошо проявлены в породах мезозойско-кайнозойского чехла. Хорошо фиксируются на космических снимках и частично выражены в современном рельефе довольно значительные разломы северо-западного простирания, отмечаются также отдельные фрагменты субмеридиональных нарушений.

Породы мезозойско-кайнозойского чехла по условиям залегания и особенностям состава подразделяются на юрский приразломный депрессионный, мел-палеогеновый платформенный и неоген-четвертичный платформенный и частично суборогенный комплексы.

Юрские отложения мало изучены и выделяются в пределах Даутской грабен-синклинали, расположенной вдоль Главного Каратаусского разлома, и к северо-западу от г. Даут, и представлены песчаниками, алевролитами и аргиллитами с линзами и прослоями конгломератов [45].

Выше залегают песчано-гравийные образования верхнего мела (мынкудукский, инкудукский и жалпакский горизонты) мощностью около 250 м, песчано-глинистые отложения палеоцен-эоценового возраста ("пестрый", канжуганский, уюкский и иканский горизонты) мощностью 200 м, верхнеэоценовые глины мощностью около 160 м, красноцветные плотные песчаные глины неогена мощностью 200 м, и маломощные, до 10 м, пески и супеси четвертичного возраста.

Мынкудукский горизонт, залегающий в основании разреза, представлен в основном грубозернистыми песками, гравийниками и галечниками. Глубина залегания 620-800 м, мощность около 35 м. Редкие маломощные, до метра, прослой глины и глинистых алевролитов тяготеют к кровле горизонта. Рудоконтролирующая граница выклинивания ЗПО довольно извилиста и прослежена в северо-западном направлении на 55 километров. Ширина рудной зоны в плане 0,2-0,8 км. Суммарная мощность рудных интервалов до 12 м при содержании урана до 0,120%. Рудные интервалы представлены грубо- и разнотернистыми серыми песками [46].

Инкудукский горизонт залегают на глубине 530-670 м при средней мощности отложений 80-90 м. Рудоносная граница выклинивания зоны пластового окисления км. Ширина рудной полосы в плане 0,5-2,5 км. Суммарная мощность рудных интервалов до 20,9 м, содержание урана до 0,098%. Рудные залежи приурочены к грубозернистым пескам с галькой и гравием.

Жалпакский горизонт залегают на глубине 470-615 м и подразделяется на два подгоризонта: нижнежалпакский, мощность которого 75-80 м и верхнежалпакский - мощностью 25-35 м. Рудные тела встречаются только в нижнежалпакском подгоризонте. Рудная полоса прослеживается на 60 км. Ширина рудной зоны в плане 0,5-1,5 км. Суммарная мощность рудных интервалов по отдельным скважинам достигает 5,8 м, содержание урана - до

0,076%. Рудные залежи приурочены к среднезернистым пескам с довольно высоким содержанием углефицированного органического вещества и включениями гальки и гравия. [47].

1.3.2 Гидрогеологические условия месторождения

Высоконапорный характер подземных вод означает, что водоносный горизонт, находящийся под поверхностью земли, содержит воду, давление которой достаточно высоко для того, чтобы она поднималась к поверхности земли без помощи насоса. Такое давление возникает, когда воду зажимают мощные слои горных пород сверху и снизу. Если водоносный горизонт ограничен слоями не проницаемых пород, то под ним может накапливаться большое количество воды, которое оказывает давление на эти породы. В результате такого давления вода может подняться на поверхность земли или выбраться в виде источника. Высоконапорные воды могут быть очень полезными для водоснабжения и других целей, но могут также представлять опасность при строительстве подземных сооружений, таких как тоннели, шахты и скважины.

В работах [48,50,51] предоставлено подробное описание физических процессов, связанных с высоконапорными системами подземных вод, и описывает методы и практику их исследования и управления. А также описание геологических и геофизических аспектов высоконапорных подземных вод, а также инженерных проблем, связанных с ними.

В данной книге [49.52] описываются методы и технологии, используемые для исследования, моделирования и управления высоконапорными подземными водами, рассматриваются экологические аспекты высоконапорных подземных вод и их влияние на окружающую среду.

Также описывает инженерные проблемы, связанные с высоконапорными подземными водами, и предлагает методы и технологии их решения.

В этой книге [53] рассматриваются физические процессы, связанные с высоконапорными подземными водами, а также методы и технологии численного моделирования этих процессов.

Месторождение располагается на площади Шу-Сарысуйской депрессии в юго-западной краевой части Сузакского артезианского бассейна третьего порядка, на стыке его с гидрогеологическим массивом суборогенного поднятия хребта Б. Каратау [54].

Такое положение рассматриваемого месторождения в региональных гидрогеологических структурах определяет проявление на его территории как факторов регионального плана, связанных с эволюцией орогенных систем в целом, так и местных, локальных, обусловленных влиянием на гидрогеологические условия сопредельного малоамплитудного орогена хребта Б. Каратау [55].

В геологическом разрезе мезозойско-кайнозойского чехла месторождения Буденовское и всей Жабакольской площади, на которой расположено

месторождение, могут быть выделены следующие структурно-гидрогеологические этажи [56.57].

I этаж преимущественно рыхлых и слаболитифицированных образований этапа новейшей тектонической активизации (A_3^2 -Q) с порово-пластовыми скоплениями подземных вод в молассоидах;

II этаж рыхлых и, реже - слабосцементированных образований этапа платформенного развития (K_2 - A_2^{2-3}) с порово-пластовыми, в отдельных случаях трещинно-порово-пластовыми скоплениями подземных вод в терригенных породах;

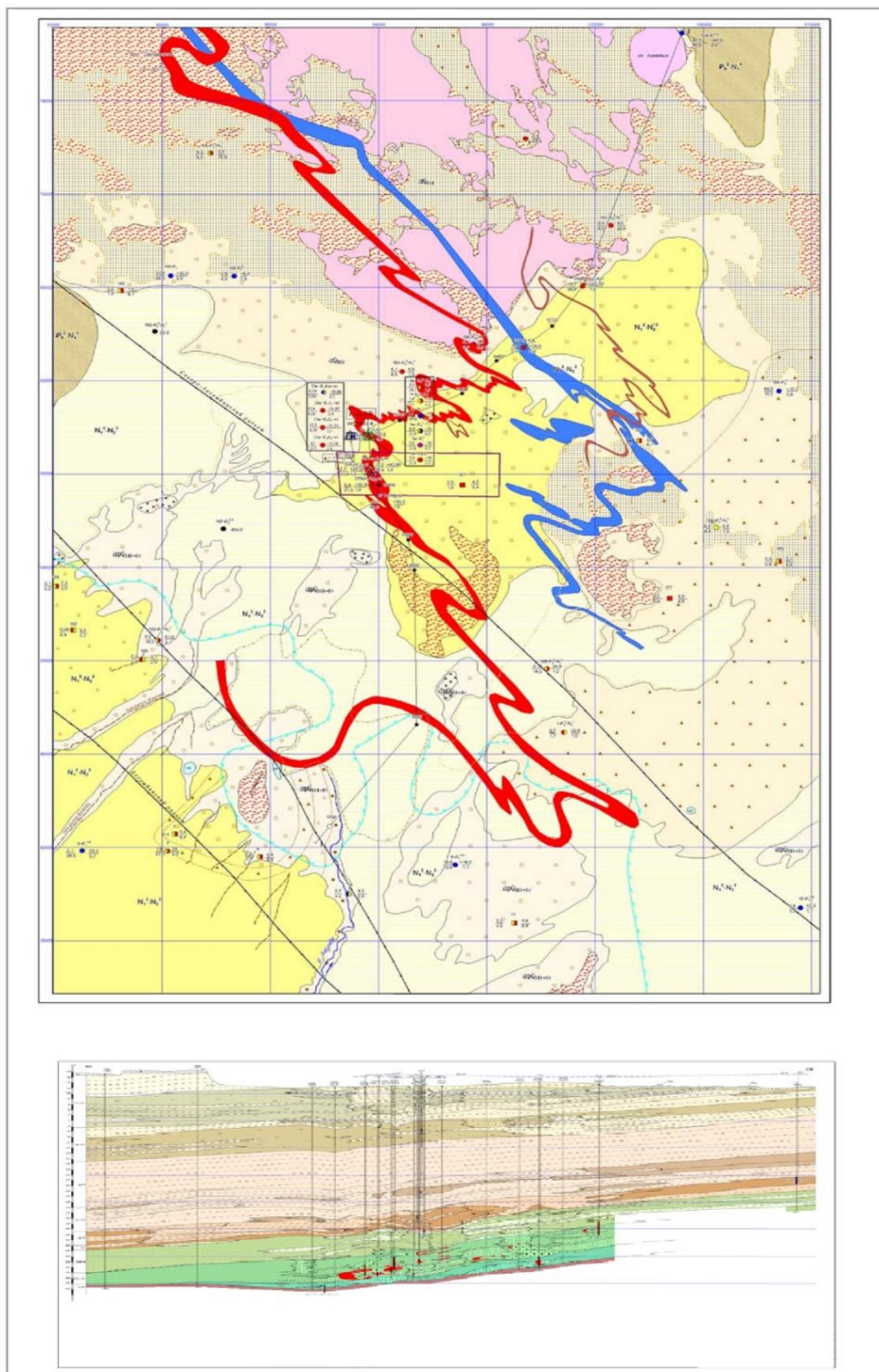
III этаж слаболитифицированных и литифицированных образований этапа сводового поднятия (раннемезозойской тектоно-магматической активизации, рифтогенеза, T_3 - I_2) с трещинно-порово-пластовыми и порово-трещинно-пластовыми скоплениями подземных вод в терригенных породах.

Мезозойско-кайнозойский осадочный чехол подстилается породами двух этажей, которым присваиваем порядковые номера IV и V [58].

IV этаж сложен литифицированными образованиями этапа субплатформенного развития (D_{3fm} -P), заключающими трещинно-пластовые, карстово-пластовые, пластово-трещинные, иногда трещинно-жильные и карстово-жильные скопления подземных вод в терригенных, карбонатных и хемогенных породах.

V этаж представлен интенсивно литифицированными, в разной степени метаморфизованными осадочными и магматическими, а также метаморфическими образованиями геосинклинального (PR-S) и орогенного (D_1 - D_{2fr}) этапов развития (складчатый фундамент) с трещинно-жильными и карстово-жильными скоплениями подземных вод. Подземные воды домезозойских толщ, распространённые под мезозойско-кайнозойским чехлом, не изучены. На территории хр.Б.Каратау в зоне выветривания эти воды содержат растворённый атмосферный кислород и уран в количестве от $(1-10) \times 10^{-7}$ г/дм³ и менее; в отдельных случаях выше, как, например, на месторождении Курумсак, локализованном в углеродистых породах. Подземные воды углеродистых пород характеризуются широким спектром повышенных концентраций химических элементов: U, Mo, Re, Tl, TR и др. Воды палеозойских и допалеозойских образований хр. Б. Каратау поступают в сопредельные части изученного региона в составе подземного и поверхностного стока [59].

На месторождении в составе I этажа выделяются водоносный, локально-водоносный и водоупорный среднемиоценовый-верхнеплио-ценовый комплекс, глинистая толща верхнего олигоцена – нижнего миоцена с локальными скоплениями подземных вод и водоносными горизонтами, приуроченными к обрамлению палеоподнятий миоценового и нижнеплиоценового возраста. Сверху перечисленные отложения перекрыты маломощным (4-5 м) покровом аллювиально-пролювиальных верхнечетвертичных песчаных, супесчаных, суглинистых, практически безводных отложений (Рисунок 1.8).



М 1:50 000

Рисунок 1.8 – Гидрогеологическая карта и гидрогеологический разрез по линии I-1 участка №2 месторождения Буденовское

Водоносный и локально-водоносный среднемиоценовый-верхнеплиоценовый осадочный терригенно-карбонатный комплекс ($N_1^2-N_2^2$). Подземные воды среднемиоценовых-верхнеплиоценовых отложений тогускенской толщи приурочены к мелкозернистым пескам, залегающим среди глинистых отложений. Мощность песчаной части толщи меняется от 25 м на

севере до 110 м на юге. Кровля водоносного комплекса находится на глубине от нескольких метров, на севере, до 80 м на юге. Движение вод ориентировано с юга от горного сооружения на север к солончаковым понижениям в долине реки Шу. Подземные воды среднемиоценовых-верхнеплиоценовых отложений преимущественно солёные, а в пределах солончаков – рассольные. Содержание урана достигает $n \cdot 10^{-5}$ г/дм³, а в рассолах днищ аэрированных солончаков – $(1-2) \times 10^{-4}$ г/дм³ и более [60].

Локально-водоносный верхнеолигоценый-нижнемиоценовый осадочный терригенно-карбонатный комплекс (P₃²-N₁¹). Водовмещающими породами отложений являются мелкозернистые пески розового и бурого цвета мощностью от 20 до 100 м. Подстилающие породы – морские глины интымакского горизонта среднего-верхнего эоцена.

Водообильность песков низкая. Дебиты скважин 0,1-6,7 дм³/с при понижении уровня от 0,5 до 14 м. Удельные дебиты колеблются в широких пределах: от 0,014 до 1,5-1,7 дм³/с. Воды слабо напорные. Глубина залегания уровня подземных вод от 0,4 до 32 м.

Воды слабосоленоватые, солёные с минерализацией 2,2-5,8 г/дм³ сульфатно-хлоридного натриевого состава, а в пределах солончаков – рассольные с минерализацией до 77 г/дм³ хлоридного натриевого состава. Воды проявляют сульфатный вид агрессии по отношению к бетону [61].

В составе II структурно-гидрогеологического этажа на месторождении Буденовское выделяются водоносные эоценовый, палеоценовый, верхнемеловой комплексы. Общая гидрогеологическая обстановка в этих комплексах на рудном поле в целом определяется развитием региональных потоков подземных вод с юго-востока, и влиянием локального местного подземного стока с хр. Б. Каратау.

Водоносный эоценовый морской комплекс – P₂¹⁻². Глубина кровли водоносного комплекса от 320 м на севере, с увеличением к югу до 480 м. Мощность комплекса составляет 70-100 м. Водовмещающими являются линзы и прослойки песков мощностью от 6 до 25 м. Дебит скважин при самоизливе колеблется от 2,5 до 4,4 дм³/с при понижении уровня воды на 4,5-10,2 м. Пьезометрический уровень устанавливается над поверхностью земли на высоте до 10 м и больше. Воды комплекса от пресных до слабосоленоватых с минерализацией 0,9-2,5 г/дм³ [62, 63].

Водоносный палеоценовый морской комплекс – P₁¹⁻². Данный водоносный комплекс распространен в виде линз среди глин. На месторождении комплекс состоит из ниже-верхнепалеоценового (канжуганского) и нижнепалеоценового водоносных горизонтов.

Мощность водоносного палеоценового комплекса варьирует от 45 до 75 м. Водоносными являются пески разномелкозернистые мощностью от 0 до 60 м. Комплекс вскрывается на глубинах 390-560 м.

Перекрывающие породы водоносных отложений комплекса – эоценовые морские глины мощностью 45-65 м. Подстилающими являются глины, алевролиты мощностью до 8 м.

Воды горизонта напорные. Пьезометрический уровень располагается от 30 м выше поверхности земли в северной части до неглубокого его залегания (до 23 м) в южной части [64].

Дебит скважин меняется в большом диапазоне - от 0,04 до 48 дм³/с при понижении уровня от 28 до 39 м.

Воды водоносного комплекса от пресных с минерализацией 0,6 г/дм³ до слабосолоноватых с минерализацией до 3 г/дм³.

Водоносный верхнемеловой озерно-аллювиальный комплекс (K₂t₁-km) имеет повсеместное распространение и представлен тремя водоносными горизонтами, изученными отдельно: жалпакским (K₂km-m), инкудукским (K₂t₂-st) и мынкудукским (K₂t₁). Рудовмещающими являются инкудукский и мынкудукский горизонты.

Жалпакский горизонт вскрывается на глубинах от 440 м до 650 м, инкудукский – на глубинах от 510 м до 730 м и мынкудукский – на глубинах 600-780 м.

Водовмещающими породами комплекса являются мелко- среднезернистые пески, в нижней части разреза появляются пески разномелкозернистые с гравием. Общая мощность комплекса около 200 м, а на юге уменьшается до 130 м. Выдержанных по мощности и простираению водоупоров между горизонтами практически нет. Водоупорные линзующиеся породы мощностью от 1-2 м до 5-10 м представлены глинами, алевролитами и глинистыми песками.

Подземные воды комплекса высоконапорные, с напорами около 480-580 м и пьезометрическим уровнем от 26 до 43 м выше поверхности земли.

Водообильность меловых отложений характеризуется дебитами скважин при самоизливе от 7,7 дм³/с до 17 дм³/с при понижении уровня от 21,6 м до 40,3 м, удельные дебиты – 0,25-0,73 дм³/с [65].

Водоносный комплекс представляет собой мощную слоистую толщу из нескольких гидравлически связанных между собой водоносных горизонтов. Степень связи между водоносными горизонтами в разных местах, в зависимости от наличия, протяженности в плане и мощности локальных водоупоров, также различная. В результате этого при опытных выпусках в каждой скважине мощность возмущения водоносных горизонтов получилась различная - в пределах от 100 до 160 м. В зависимости от мощности возмущения горизонтов водопроницаемость на месторождении варьирует в широких пределах - от 178 м²/сутки до 1284 м²/сутки, а коэффициент фильтрации колеблется в более узком диапазоне - от 1,3 до 8,8 м/сутки.

Гидрогеологические условия разведки и разработки участка №2 по результатам поисково-оценочных работ и разведки дана характеристика гидрогеологических условий и радиогидрогеохимических особенностей рудного поля месторождения Буденовское и Жабакольской площади. Основные выводы сводятся к следующему:

1) Установлено, что меридиональная полоса оруденения месторождения Буденовское связана с деятельностью подземных вод, поступающих с юго-

востока. В её пределах наблюдается соответствие гидрогеологической и рудоконтролирующей эпигенетической зональностей;

2) Северо-западные фланги месторождения Буденовское испытывают влияние локальных потоков бескислородных вод, развивающихся от горного сооружения хребта Б. Каратау, что предопределяет несоответствие упомянутых зональностей в водоносных горизонтах;

3) В подземных водах меридиональной рудной полосы установлен широкий спектр рудных элементов. Повышенные концентрации характерны для молибдена, цинка, рения и др.;

4) В подземных водах сероцветных эпигенетически неизменённых пород установлены контрастные восстановительные геохимические барьеры, которые могут быть достаточными для формирования аккумуляций редких и рассеянных элементов, проходящих очаги уранонакопления на выклинивании зон пластового окисления;

5) Неблагоприятными в экологическом отношении в изученном районе являются селеноносные воды меридиональной рудной полосы и фторсодержащие содовые воды, концентрация селена и фтора в которых превышает ПДК в 2-2,5 раза [66].

На основании приведенной характеристики водоносного верхнемелового комплекса положительными факторами для проведения подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) урановой руды являются:

1) Водоносные рудовмещающие горизонты умеренно водообильные и водообильные с удельными дебитами 0,25 – 0,73 дм³/с;

2) Водоносные рудовмещающие горизонты умеренно проницаемые и проницаемые – коэффициент фильтрации 1,3-5,7 м/сутки;

3) Высокая водопроницаемость горизонтов – 178– 770 м²/сутки;

4) Высоконапорный характер подземных вод с положительным залеганием пьезометрического уровня + 20 м;

5) Высокая температура подземных вод - до 35⁰.

Высоконапорный характер подземных вод означает, что водоносный горизонт, находящийся под поверхностью земли, содержит воду, давление которой достаточно высоко для того, чтобы она поднималась к поверхности земли без помощи насоса. Такое давление возникает, когда воду зажимают мощные слои горных пород сверху и снизу. Если водоносный горизонт ограничен слоями не проницаемых пород, то под ним может накапливаться большое количество воды, которое оказывает давление на эти породы. В результате такого давления вода может подняться на поверхность земли или выбраться в виде источника. Высоконапорные воды могут быть очень полезными для водоснабжения и других целей, но могут также представлять опасность при строительстве подземных сооружений, таких как тоннели, шахты и скважины.

Из неблагоприятных факторов следует отметить отсутствие регионально выдержанных достаточно мощных водоупоров, между продуктивными горизонтами, подгоризонтами и рудными залежами [67].

2 ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОНАПОРНОГО ХАРАКТЕРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

2.1 Применяемая технология выщелачивания на объекте исследования

При определении последовательности вовлечения в промышленную отработку геологических блоков участка №2 месторождения Буденовское принимались во внимание:

- Распределение запасов по геологическим блокам залежи №2 и их геотехнологическая характеристика.
- Характерные особенности участка месторождения:
 - приуроченность основных запасов урана к проницаемым породам с высокой площадной продуктивностью руд и хорошими фильтрационными свойствами;
 - наличие напорных вод;
 - низкая карбонатность руд и вмещающих пород;
 - достаточно равномерное распределение уранового оруденения при однородном литологическом строении рудовмещающего горизонта.
- Основные осложняющие отработку геологических блоков факторы:
 - расположение рудных тел в нескольких подгоризонтах;
 - наличие так называемых «висячих руд», частично разделённых между собой водоупором;
 - положение статического уровня напорных вод, достигающего 20 м и выше над землей, что обуславливает поддержание давления на закачке на уровне 6 МПа и выше.
- Расположение действующих участков (блоков) – этажность вскрытых подгоризонтов.
- Прогнозное время отработки существующих участков (блоков) и проектируемых технологических блоков [68].

При проектировании принят как основной следующий принцип развития отработки участка №2 месторождения Буденовское:

одновременная или последовательная отработка руд различных подгоризонтов.

Для этого планируется вскрытие рудных тел по так называемой многоэтажной схеме, при которой фильтровые части технологических скважин вскрывают рудные тела на разных подгоризонтах. Устья откачных и закачных скважин располагаются на поверхности с некоторым смещением друг относительно друга [69].

При рассмотрении различных схем расположения технологических скважин приняты во внимание:

- прежде всего, результаты работы опытного участка и технологических блоков опытно-промышленного участка, вскрытые по гексагональной схеме;
- опыт эксплуатации технологических блоков, вскрытые по рядной схеме расположения скважин;

- накопленные данные по работе полигонов скважин различных месторождений;
- литолого-фильтрационные свойства залежи №2;
- расположение рудного тела в нескольких рудных подгорizontах и ширина геологических блоков залежи №2 [70].

Участок работ имеет очень сложное геологическое строение в разрезе – рудные тела располагаются в нескольких подгорizontах, при этом они имеют различную мощность (от 2 до 18 м), частично разделённых между собой водоупором, нижний водоупор практически повсеместно отсутствует.

Для вскрытия технологических блоков №№ 28-30 применена гексагональная схема расположения скважин, а для технологических блоков №№ 31-35 использована рядная схема вскрытия.

Главным условием в расчётах межскважинных расстояний, при любой схеме расположения скважин, является создание фактической скорости фильтрации технологических растворов по прямой линии тока не менее $1,0 \div 1,2$ м/сутки. На вскрытых по гексагональной схеме расположения скважин опытном участке и технологических блоках опытно-промышленного участка месторождения Буденовское, скорость фильтрации составляет около 1,2 м/сутки.

С учётом регламентного отклонения при бурении на глубинах порядка 690 м забоя скважин от устья до 6,9 метров в плане, проектируются формализованные:

- гексагональная схема с радиусом ячейки, равным 40 м;
- рядная сеть расположения скважин $40 \times 30 \times 20$ м.

С учётом геолого-гидрогеологических условий рудовмещающего горизонта залежи №2 и фактической производительности откачных и закачных скважин для действующих технологических блоков принят дебит откачных скважин порядка $10 \text{ м}^3/\text{час}$, отсюда приёмистость закачных скважин – $3,8 \div 4,3 \text{ м}^3/\text{час}$.

Геологические, гидрогеологические и геотехнологические характеристики известны по результатам геологоразведочных работ или определяются в ходе расчётов, кроме одного из основных геотехнологических параметров – отношения Ж:Т.

Для прогнозирования этого важного параметра использованы результаты проведённых полевой лабораторией ГРЭ-7 ПГО «Волковгеология» на запасы №№28-35 по блокам (таблица 2.1) и технологической лабораторией предприятия исследований по выщелачиванию урана из руд месторождения Буденовское, а также результаты отработки опытного и опытно-промышленного участков и, ранее вовлечённых в отработку технологических блоков месторождения Буденовское.

В данном Плане развития горных работ для проектируемых блоков №№ 28-35 принято отношение Ж:Т, равное 2,7.

Таблица 2.1 – Распределение запасов урана по проектируемым блокам [74]

№ Технологического блока	Площадь, тыс. м ²	Продуктивность, кг/ м ²	Запасы урана, Т
Блок № 28	38,6	8,94	345
Блок № 29	42,3	15,84	670
Блок № 30	46,4	10,56	490
Блок № 31	33,4	7,93	265
Блок № 32	40,5	5,68	230
Блок № 33	47,3	9,09	430
Блок № 34	34,8	7,04	245
Блок № 35	13,0	5,39	70
Всего:	296,3	9,26	2 745

Планируемый прирост вскрытых запасов увязан с графиком выполнения буровых работ. Величина прироста готовых к добыче запасов определяется планом обвязки и временем закисления. Состояние запасов на конец проектируемого периода определено с учётом их погашения добычей [71.72].

Всего запланировано сооружение 330 скважин, из них:

- откачных – 93 скв.;
- закачных – 223 скв.;
- наблюдательных – 14 скв.

Ожидаемый прирост запасов:

- вскрытых – 2 745 т;
- подготовленных – 2 645;
- готовых к добыче – 2 500 т.

Ожидаемое состояние запасов и коэффициент обеспеченности запасами с учётом добычи 2 034,6 т урана (выпуск 2 000,1 тонн урана в виде закиси-оксида) и планового погашения запасов, равного – 2260,7 т:

- вскрытых – 4 279 т, $K_{обесп.} = 1,9$ года;
- подготовленных – 4 179 т, $K_{обесп.} = 1,8$ года;
- готовых к добыче – 4 034 т, $K_{обесп.} = 1,8$ года.

Сооружение технологических скважин на месторождении предусматривается силами подрядных организаций – АО «Волковгеология»

Основные требования к сооружению технологических скважин при проектировании следующими:

- сроки сооружения одной скважины на соответствующих глубинах;
- сооружение скважин в соответствии с Техническим заданием и гарантией качества проводимых работ.
- Средняя глубина скважин: 690 метров.
- Статический уровень подземных вод: от +20 метров и выше от поверхности земли.
- Понижение статического уровня при откачках: -10 ÷ -15 метров.
- Удельный вес жидкости, заполняющей скважину: 1,01 т/м³.

- Средний удельный вес рудовмещающих пород: 1,7 т/м³.
- Категория пород по устойчивости: 2,0.
- Коэффициент неоднородности пород: от 1,0 до 1,1.
- Средняя категория пород по буримости: 4,5.
- Плановая производительность сооружения технологических скважин – 1 675 ÷ 2 010 п.м./ст.мес. (2,5÷3,0 скв./мес.).
- Планируемый дебит откачных скважин: порядка 10 м³/час.
- Приёмистость закачных скважин: 3,8÷4,3 м³/час.
- Средняя мощность рудного тела: порядка 8 м, максимальная – до 12 м.

Исходя из средних глубин залегания рудных тел (≈ 690 м), геологических свойств разреза месторождения и прогнозируемой плановой производительности сооружения технологических скважин (2,5÷3,0 скв./мес.), в соответствии с графиком бурения необходимо задействовать 12÷14 буровых агрегатов подрядных организаций [73].

Схемы обвязки полигона технологических скважин сборными коллекторами продуктивных и выщелачивающих растворов.

Способ раствороподъёма: наличие избыточного давления растворов в скважинах (самоизлива) и необходимость транспортировки продуктивных растворов в пескоотстойник ПР, расположенный на промышленном площадке на расстоянии порядка 2 500 ÷ 3 000 метров от проектируемых блоков, определяют выбор насосного способа раствороподъёма [74].

Марка погружных насосов (таблица 2.2) запроектирована с учётом необходимости обеспечения заданного дебита откачных скважин и транспортировки продуктивных растворов до пескоотстойника по достаточно ровному рельефу местности (абсолютные отметки поверхности меняются незначительно – от 130,0 м до 130,5 м). Проектом предусмотрено использование погружных насосов.

Таблица 2.2 – Характеристика погружных насосов

Марка насоса	Диаметр, мм (дюймы)	Мощность эл. двигателя, кВт	Напор, м вод. ст.	Производительность, м ³ /час
SP-17-17	152,0 (6)	9,2	140	17

Транспортировка растворов: сборные коллекторы ПР слабонапорные, давление растворов в них создаётся погружными насосами, установленными в откачных скважинах [75].

Трубопроводы продуктивных растворов от узлов приёма продуктивных растворов, расположенных на технологических блоках до магистрали, выполняются из труб ПНД-225, магистральный трубопровод ПР до пескоотстойника ПР промышленной площадки Рудника ПСВ – из труб ПНД-500С [76].

Подача выщелачивающих растворов осуществляется нагнетанием параллельно работающими закачными насосами центральной насосной станции (ЦНС) под давлением 6÷7 атм. по сборному коллектору из труб ПНД-500С с разводкой по узлам приготовления и распределения выщелачивающих растворов трубами ПНД-225С [77].

Для дальнейшего развития полигона скважин предусмотрена прокладка вторых ниток магистральных трубопроводов ПР и ВР из труб ПНД-500С.

Выбранные диаметры трубопроводов внутриблочной обвязки обеспечивают линейную скорость движения растворов 1,3÷1,9 м/с, сборные коллекторы – 1,3÷1,4 м/с, при этом принято во внимание то, что трубопроводы будут наращиваться на новые блоки, которые будут создаваться в соответствии со стратегией освоения месторождения [78].

Кислотопровод от склада серной кислоты, расположенного на промышленной площадке Рудника ПСВ, до полигона технологических скважин выполнен из труб ст. 20 диаметром 108 мм, работает также под давлением 6÷7 атм.

Разводка до узлов приготовления и распределения выщелачивающих растворов от магистрального кислотопровода производится трубами из ст. 20 диаметром 89 мм [79].

Технологический узел приема и распределения растворов (УПРР)

В технологическом узле устанавливаются:

- Трубопроводы ВР к закачным скважинам до выхода из УПРР;
- Односекционный коллектор ПР;
- Трубопроводы ПР от откачных скважин от входа в изделие до коллектора ПР;
- Система сбора проливов и аварийных сбросов растворов. Для сбора аварийных проливов растворов предусмотрен стационарный резервуар;
- Автоматизированная система управления, позволяющая производить управление процессом и диспетчеризацией коллекторов (закачной и откачной), как по месту, так и дистанционно с центрального диспетчерского пункта;
- Измерительные приборы, сохраняющие свою работоспособность в случае перебоя электроснабжения длительностью не менее 15 мин;
- В узле приема продуктивного раствора (УПРР) предусмотрены:
 - для правильного распределения выщелачивающего раствора в урансодержащих пластах регулируется и контролируется расход откачиваемого продуктивного раствора в коллектор УПРР из каждой скважины;
 - в коллекторе продуктивного раствора УПРР осуществляется непрерывный контроль давления [80].

Подача выщелачивающих растворов в закачные скважины осуществляется через узлы подкисления и распределения выщелачивающих растворов, сбор откачных – через узлы приёма продуктивных растворов.

Поверхностная обвязка скважин осуществляется трубами ПНД-63 мм заглубленными в грунт на 0,6 м. Для соединения погружных скважинных насосов откачных скважин с поверхностной их обвязкой из труб ПНД-63 предусмотрено использование ШАПП-50 мм.

Питание электроэнергией 0,4 кВ потребителей геотехнологического поля осуществляется от понижающей подстанции, расположенной на промышленной площадке рудника ПСВ.

Электропитание погружных насосов осуществляется от узлов приёма продуктивных растворов. Кабели к скважинным насосам от них пролагаются в земляных траншеях на отметке -1,0 м от спланированной поверхности земли. При пересечении кабельными линиями технологических трубопроводов расстояние между ними должно быть не менее 0,5 м, при несоблюдении этого условия кабели прокладываются в трубах.

При использовании метода ПСВ проекция рудной залежи на дневную поверхность определяет места расположения скважин и необходимой инфраструктуры; заданная производительность перерабатывающего комплекса – количество откачных и закачных скважин.

Обвязка технологических скважин производится традиционным способом (рисунок 2.1).

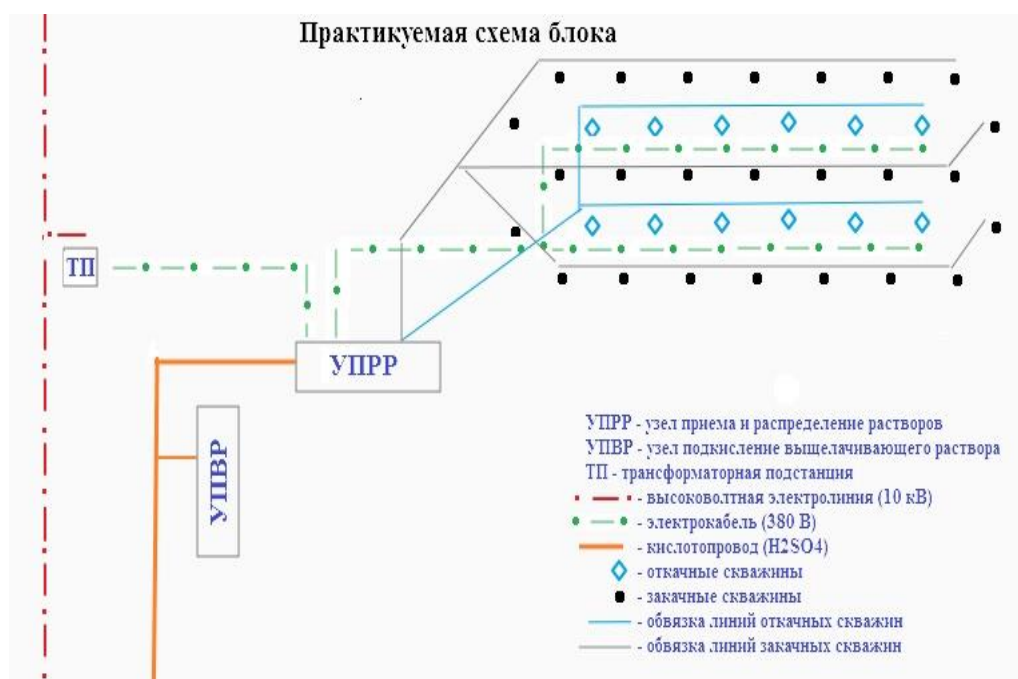


Рисунок 2.1 – Практикуемая схема обвязки технологических блоков [81-85]

Средняя количество откачных скважин на блоке – 10, а закачные – 30. Дебит каждой откачной скважины при работающем насосе достигает до 20 м³/ч, но по технологическому регламенту не должен превышать 7-10 м³/ч.

Конструкция закачных и откачных скважин (рисунок 2.2) разные, так как в верхней части откачной скважины располагается погружной насос, поэтому часть скважины разбуривается большим диаметром, обсаживается трубами большего размера и оборудуется верхний торец скважины соответственно более дорогим оголовком. К месту расположения технологического узла и каждой такой скважины от ТП и от узлов распределения растворов прокладываются электрокабели. Все эти дополнительные затраты представляются неизбежными,

так как места расположения откачных скважин определены морфологией рудного тела и необходимостью задавать растворам под землей вектор их движения с использованием погружного насоса [80].

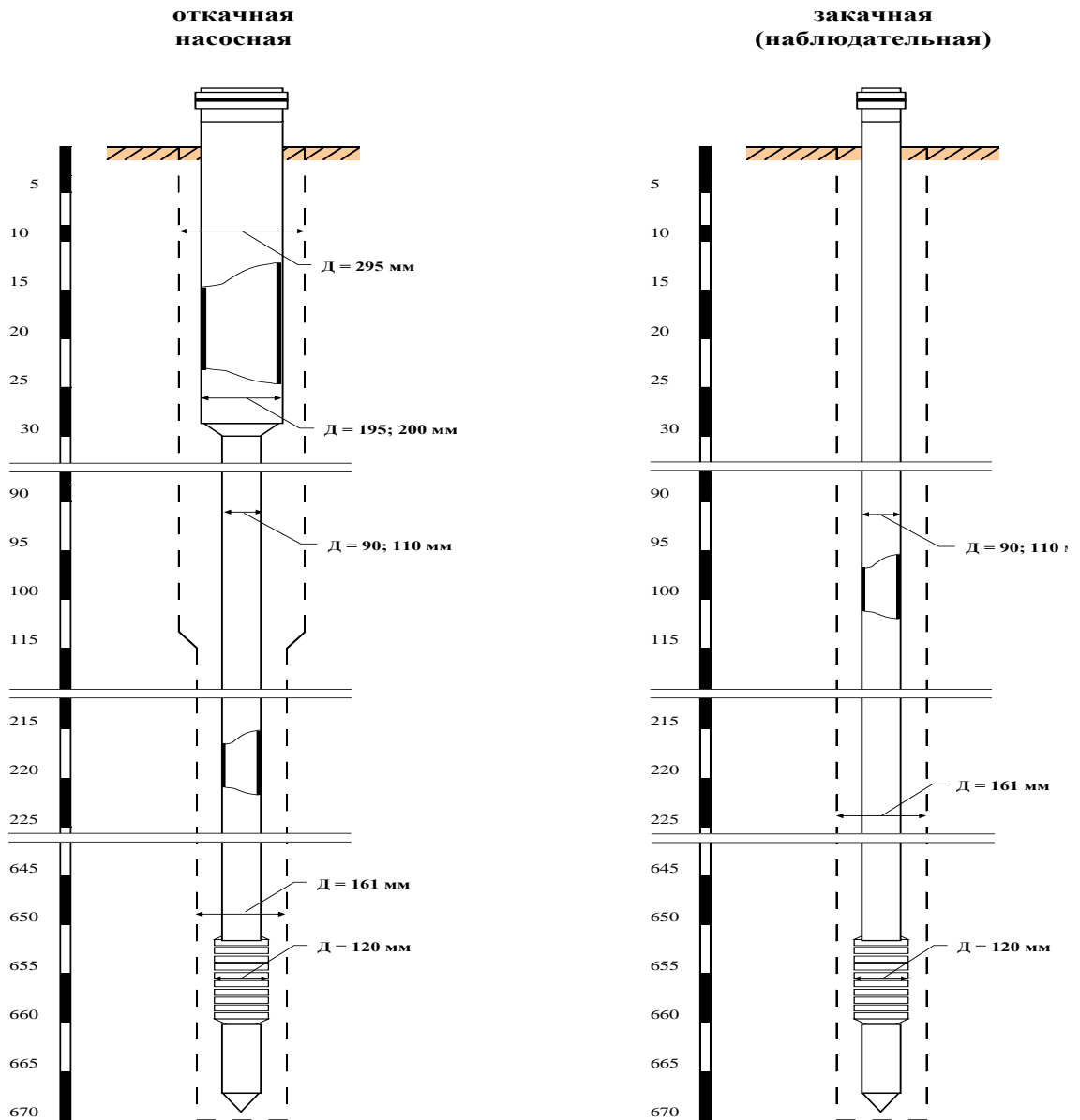


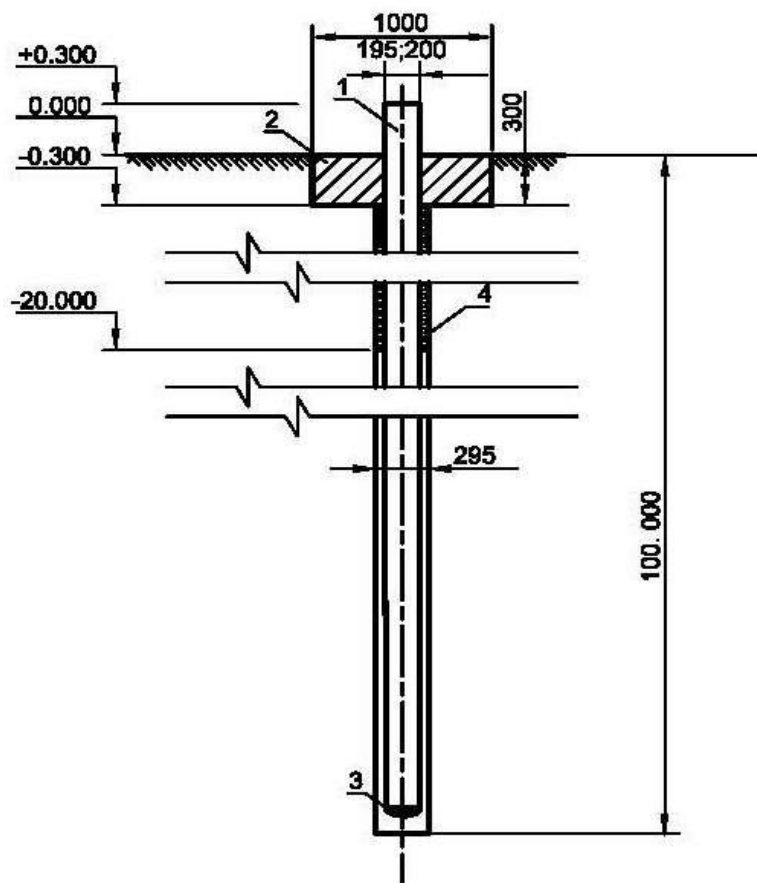
Рисунок 2.2 – Конструкции откачной и закачной (наблюдательной) скважин

2.2 Предлагаемая технология насосных скважин

Высоконапорный характер подземных вод с положительным залеганием пьезометрического уровня, весьма высокая водопроницаемость, проницаемость и водообильность горизонтов, отсутствие водоупоров, расположение месторождения в оси Сузакского артезианского бассейна на стыке с массивом хребта Б.Каратау – это «набор» гидрогеологических особенностей объекта. Такое положение в региональных гидрогеологических структурах определяет уникальные мощности уранового оруденения, его высокую технологичность применительно к способу «насосных скважин». Также, современные потоки

подземных вод, связанные с воздыманием хребта Каратау, вызвали изменения в морфологии ранее образованных рудных тел.

Для повышения эффективности и снижения затрат на подземное скважинное выщелачивание урана, с учетом гидрогеологических особенностей месторождения была рекомендована и проведены экспериментальные работы с применением технологии «насосных скважин». Насосная скважина – представляет собой глухую безфильтровую колонну, состоящую из оголовника и обсадной колонны, глубиной до 100 метров (рисунок 2.3).



1 – обсадная труба $D = 195;200$ м; 2 – бетонная отмостка;
3 – заглушка для трубы $D = 195;200$ м; 4 – бетонное кольцо для насосной скважины.

Рисунок 2.3 – Конструкция насосной скважины

Суть альтернативного предложения: откачные скважины сооружаются в формате закачных, т.е. того же диаметра, без установки насосов. Вблизи от трансформаторных подстанций (ТП), на глубину 50–100 метров бурятся и сооружаются насосные скважины, оборудованные глухой безфильтровой колонной, в них располагаются погружные насосы. Одна такая скважина обвязывается несколькими откачными скважинами. Суммарная мощность насосов равна оптимальной при традиционной схеме обвязки [81].

В результате во много раз уменьшаются затраты на закупку кабельной продукции, существенно уменьшаются затраты на приобретение погружных насосов (стоимость более мощного насоса намного меньше, чем стоимость нескольких, равных ему по мощности), экономятся средства на оголовниках. Насосные скважины с откачными соединены шлангами и представляют собой систему сообщающихся сосудов. Необходимым условием при этом должен быть – положительный напор подземных вод над дневной поверхностью (само излив) и расположение насоса ниже динамического уровня. Максимальное число таких насосных скважин – пять на технологический блок. Производительность по потоку в откачных скважинах при этом регулируется с помощью запорной аппаратуры. Применение насосных скважин наряду с прямым экономическим эффектом позволяет в функциях откачных скважин использовать на разных стадиях отработки блока любые комбинации закачных скважин.

2.3 Методика проведения полупромышленных испытаний

Экспериментальный блок находился на участке №2. Площадь блока 40500 квадратных метров, руда представлена твердыми породами, мощность водоносного горизонта 8-12 м, глубина залегания 670 м. На экспериментальном блоке 30 закачных скважин, 14 откачных скважин, расстояние между закачной и откачной скважинами 30 метров. Принята рядная схема вскрытия. Бурение осуществляется с буровым станком БПУ-1200М (передвижная буровая установка) [84].

Откачные скважины сооружаются в формате закачных (рисунок 2.4), обсаживается трубой ПВХ диаметром 89 мм и фильтром – КДФ 118.

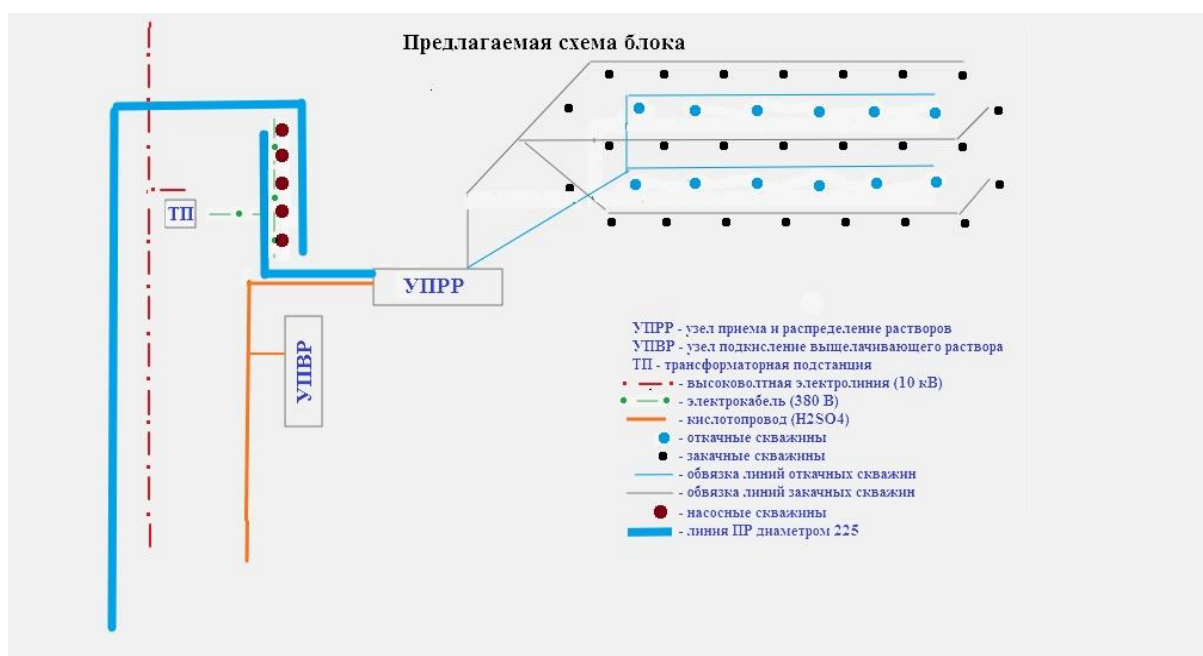


Рисунок 2.4 – Экспериментальная схема обвязки блока [84]

На рисунке 2.4 приведена экспериментальная схема обвязки блока. Все продуктивные растворы из откачных скважин подается в УПРР и собирается в общем коллекторе ПР. Насосные скважины соединены через сбросник на коллектор ПР и с помощью погружных насосов подается в пескоотстойник [84, 85].

2.4 Подготовка технологического блока для опытно-промышленного испытания

Для опытно-промышленного испытания были выбраны технологические блока №32 и №33 (таблица 2.3), которые расположение скважин на одном горизонте и запуск блоков проводились одни и те же время для сравнения результатов эксперимента (рисунок 2.5). Бурение технологических и наблюдательных скважин проводили силами подрядных организаций ГРЭ-7 АО «Волковгеология». Общий объём выполнения буровых работ составляет – 96 скважин, из них – 93 технологических (откачных и закачных) скважины. Средняя глубина скважин – 690 метр. Статический уровень подземных вод: от +20 метров и выше от поверхности земли. Понижение статического уровня при откачках от -10 до -15 метров. Планируемый дебит откачных скважин – 10 м³/час. Приёмистость закачных скважин от 3,8 до 4,3 м³/час. Средняя мощность рудного тела в пределах 8 – 12 м [84, 85].

Таблица 2.3 – Общие сведения о экспериментальных блоках [86]

№ Технологического блока	Площадь, тыс. м ²	Продуктивность, кг/ м ²	Запасы урана, т
Блок № 32	40,5	5,68	230
Блок № 33	47,3	9,09	430
Всего:	87,8	14,77	660

Для наблюдения за процессами закисления и выщелачивания, а также фиксации растекания технологических растворов сооружены 3 внутриблочных и законтурных наблюдательных скважин. Сооружение технологических скважин должно осуществляться в соответствии с утвержденным Геолого-техническим нарядом (ГТН), разрабатываемым специалистами ТОО «Каратау» [90].

Участок работ имеет очень сложное геологическое строение в разрезе – рудные тела располагаются в нескольких подгоризонтах, при этом они имеют различную мощность (от 2 до 18 м), частично разделённых между собой водоупором, нижний водоупор практически повсеместно отсутствует.

Для вскрытия технологических блоков №№32-33 применена рядная схема вскрытия.

Обвязка закачных и откачных скважин проводили силами подрядных организаций ТОО «Цветметремонт». Устья закачных и откачных скважин оборудуются оголовками из ПНД - 110 и 225 мм соответственно, способными нести механическую нагрузку закреплённого на них оборудования.

Оголовки части откачных скважин дополнительно оборудуются пьезометрическими трубками, предназначенными для замера динамического уровня растворов (понижения и повышения его по сравнению со статическим состоянием).

Подача выщелачивающих растворов в закачные скважины и сбор ПР из откачных осуществляются через узлы приёма и распределения выщелачивающих и продуктивных растворов [86].

Поверхностная обвязка скважин осуществляется трубами ПНД-63 мм заглубленными в грунт на 0,6 м. Для соединения погружных насосов с поверхностной их обвязкой из труб ПНД-63 предусмотрено использование ШАПП-50 мм.

Питание электроэнергией 0,4 кВ потребителей геотехнологического поля осуществляется от трансформаторной подстанции (ТП), расположенной рядом с линией электропередач (ЛЭП) [88].

Электропитание погружных насосов осуществляется от узлов приёма и распределения продуктивных растворов (УПРР). Кабели к скважинным насосам от них пролагаются в земляных траншеях на отметке -1,0 м от спланированной поверхности земли. При пересечении кабельными линиями технологических трубопроводов расстояние между ними должно быть не менее 0,5 м, при не соблюдении этого условия кабели прокладываются в трубах [90].

3 ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

3.1 Исследование влияния насосных скважин на дебит откачных скважин

Производительность откачных скважин экспериментального блока при отключенных насосных скважинах и работающих насосных скважинах показаны на рисунках 3.1 и 3.2.

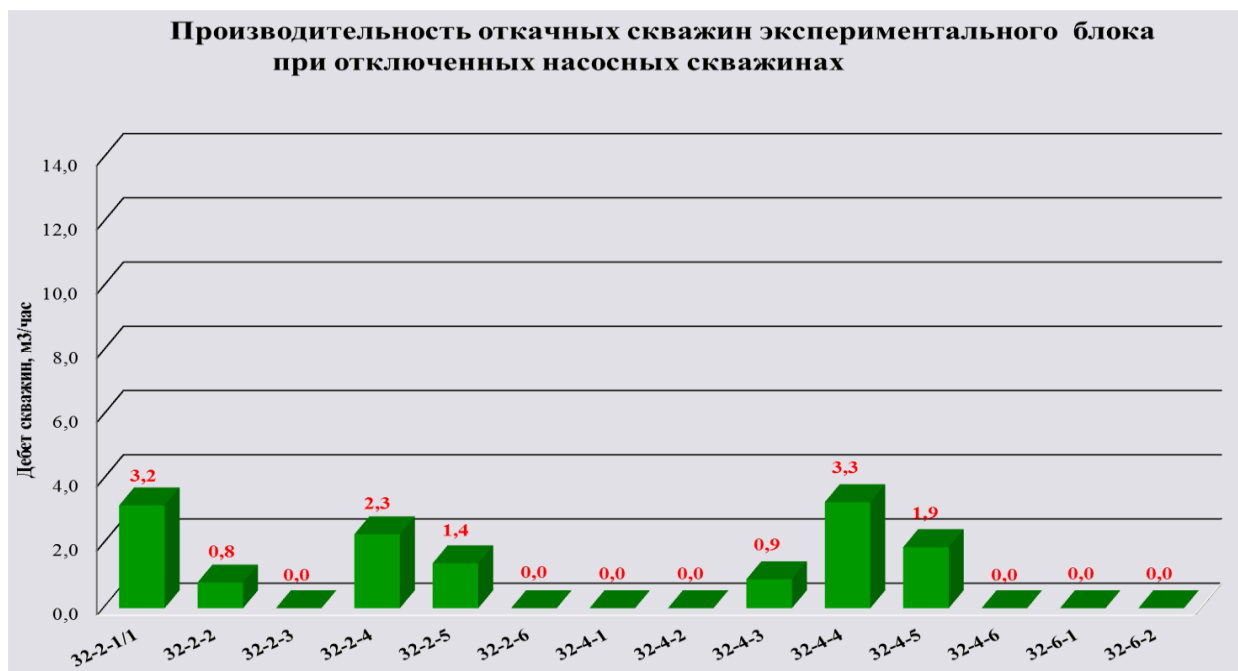


Рисунок 3.1 – Производительность откачных скважин экспериментального блока при отключенных насосных скважинах

Как видно из графиков, при отключенных насосных скважинах из 14 откачных скважин дебит равен нулю, а в остальных скважинах дебит изменяется от 0,8 м³/час до 3,3 м³/час. При работающих насосных скважинах наблюдается равномерный дебит всех скважин, дебит изменяется от 6,0 м³/час до 13,1 м³/час [82,83].



Рисунок 3.2 – Производительность откачных скважин экспериментального блока при работающих насосных скважинах

3.2 Исследование влияния изменения содержания урана в продуктивном растворе и коэффициента извлечения от соотношения Ж:Т

Для определения влияние применения насосных скважин на показатели выщелачивания урана были собраны статические данные показатели при традиционной и предлагаемой технологии. Основными показателями были приняты изменения содержания урана в продуктивном растворе и коэффициент извлечения от соотношения Ж:Т. Статические данные при традиционной технологии приведены в таблице 3.1, а при предлагаемой технологии в таблице 3.2

С учётом геолого-гидрогеологических условий рудовмещающего горизонта залежи №2 и фактической производительности откачных и закачных скважин для действующих технологических блоков принят дебит откачных скважин порядка 10 м³/час, отсюда приёмистость закачных скважин – 3,8-4,3 м³/час.

Геологические, гидрогеологические и геотехнологические характеристики известны по результатам геологоразведочных работ или определяются в ходе расчётов, кроме одного из основных геотехнологических параметров – отношения Ж:Т [84].

Для прогнозирования этого важного параметра использованы результаты проведённых полевой лабораторией ГРЭ-7 «Волковгеология» и технологической лабораторией предприятия по выщелачиванию урана из руд месторождения Буденовское, а также результаты отработки опытного и опытно-промышленного участков.

Обработка данных таблицы 3.1 (Приложение Б) позволила получить зависимости изменения содержания урана в продуктивном растворе и

коэффициента извлечения от соотношения Ж:Т при традиционной технологии (рисунок 3.3).

Как видно из рисунка 3.3 изменение Ж:Т от 0,1 до 0,33 содержание урана в продуктивном растворе повышается с 5 мг/л до 225 мг/л, затем наблюдается его плавное снижение. При изменении Ж:Т от 0,9 до 2,2 наблюдался незначительное изменение содержания урана в пределах 100-120 мг/л. Коэффициент извлечения изменилось прямо пропорционально от соотношения Ж:Т, так при Ж:Т 0,1 - 2,2 коэффициент извлечения возрастает с 1% до 87%.

Обработкой данных таблицы 3.2 (Приложение А) при предлагаемой технологии получены зависимости изменения содержания урана в продуктивном растворе и коэффициента извлечения от соотношения Ж:Т (рисунок 3.4).

Как видно из рисунка 3.4 изменение Ж:Т от 0,1 до 0,27 содержание урана в продуктивном растворе повышается с 5 мг/л до 700 мг/л, т.е. до максимального значения, затем наблюдается резкое его снижение. При Ж:Т 1,1 - 2,8, наблюдался незначительное изменение содержания урана в пределах 100-120 мг/л. Коэффициент извлечения изменилось прямо пропорционально от соотношения Ж:Т, так при Ж:Т от 0,1 до 2,3 коэффициент извлечения возрастает с 1% до 87%.

Таблица 3.1 – Основные показатели практикуемого блока

ПР, м ³ /ч	ВР, м ³ /ч	Содержани е урана в ПР, мг/л	Кисло тность , г/л	рН, рН	ед.	Еh, мВ	H ₂ SO ₄ в ПР	Ж/Т	ПР, м ³ /сут	ВР, м ³ /сут
117	121	2	25	6.6		67	0.00	0.00	2799	2909
114	106	2	25	5.8		188	0.00	0.01	2731	2553
109	86	2	25	6.0		80	0.00	0.01	2622	2055
83	124	2	25	6.0		79	0.00	0.01	2000	2979
119	139	2	25	6.8		47	0.00	0.01	2849	3341
146	148	2	25	7.2		122	0.00	0.02	3494	3541
150	168	4	25	6.7		126	0.00	0.02	3601	4036
142	140	4	20	6.5		101	0.00	0.02	3402	3352
142	148	4	20	6.7		98	0.00	0.03	3419	3546
146	148	5	20	6.2		90	0.00	0.03	3507	3547
144	146	4	20	6.2		141	0.00	0.03	3459	3503
152	151	3	20	6.3		76	0.00	0.04	3650	3625
146	148	4	20	5.9		140	0.00	0.04	3497	3556
149	152	4	20	5.6		199	0.00	0.04	3570	3638
149	151	4	20	4.6		314	0.00	0.05	3576	3635
146	149	4	15	4.4		331	0.00	0.05	3513	3585
142	144	4	15	3.7		377	0.00	0.06	3415	3444
147	150	5	15	3.3		437	0.00	0.06	3522	3597
145	148	6	15	3.2		441	0.00	0.06	3488	3546
.....

**Фактический график извлечения и качества (содержания) Ме в растворах
участок № 2 месторождение Будёновское Блок 33**



Рисунок 3.3 – Изменение коэффициента извлечения и содержания урана в растворах при практикуемой технологии

Таблица 3.2 – Основные показатели экспериментального блока

ПР, м³\час	ВР, м³\час	Содержание урана в ПР Эксп. блок, мг/л	Кислотность, г/л	рН, ед. рН	Еh, мВ	H₂SO₄ в ПР	Ж/Т	ПР, м³/сут	ВР, м³\сут
117	115	26	25	3.3	378	0.00	0.00	2802	2752
113	119	23	25	3.0	395	0.00	0.01	2718	2855
118	118	22	25	3.2	410	0.00	0.01	2840	2841
84	108	25	25	3.2	411	0.00	0.01	2013	2582
114	115	21	25	2.1	395	0.00	0.02	2731	2760
132	135	16	25	3.4	375	0.00	0.02	3173	3251
129	129	16	25	3.5	376	0.00	0.03	3086	3085
130	126	35	20	3.5	378	0.00	0.03	3119	3034
115	122	12	20	3.4	380	0.00	0.03	2767	2929
122	123	28	20	3.4	385	0.00	0.04	2920	2963
121	123	29	20	3.3	387	0.00	0.04	2899	2947
119	119	29	20	3.3	393	0.00	0.04	2846	2860
121	126	29	20	3.2	393	0.00	0.05	2898	3018
120	127	32	20	3.1	399	0.00	0.05	2877	3036
125	123	30	15	3.1	403	0.00	0.06	2993	2940
134	141	52	15	2.3	408	0.00	0.06	3212	3375
136	137	47	15	2.7	413	0.00	0.06	3258	3292
133	140	50	15	2.7	322	0.00	0.07	3202	3369
.....

Фактический график извлечения и качества (содержания) Ме в растворах
участок № 2 месторождение Будёновское Блок 32

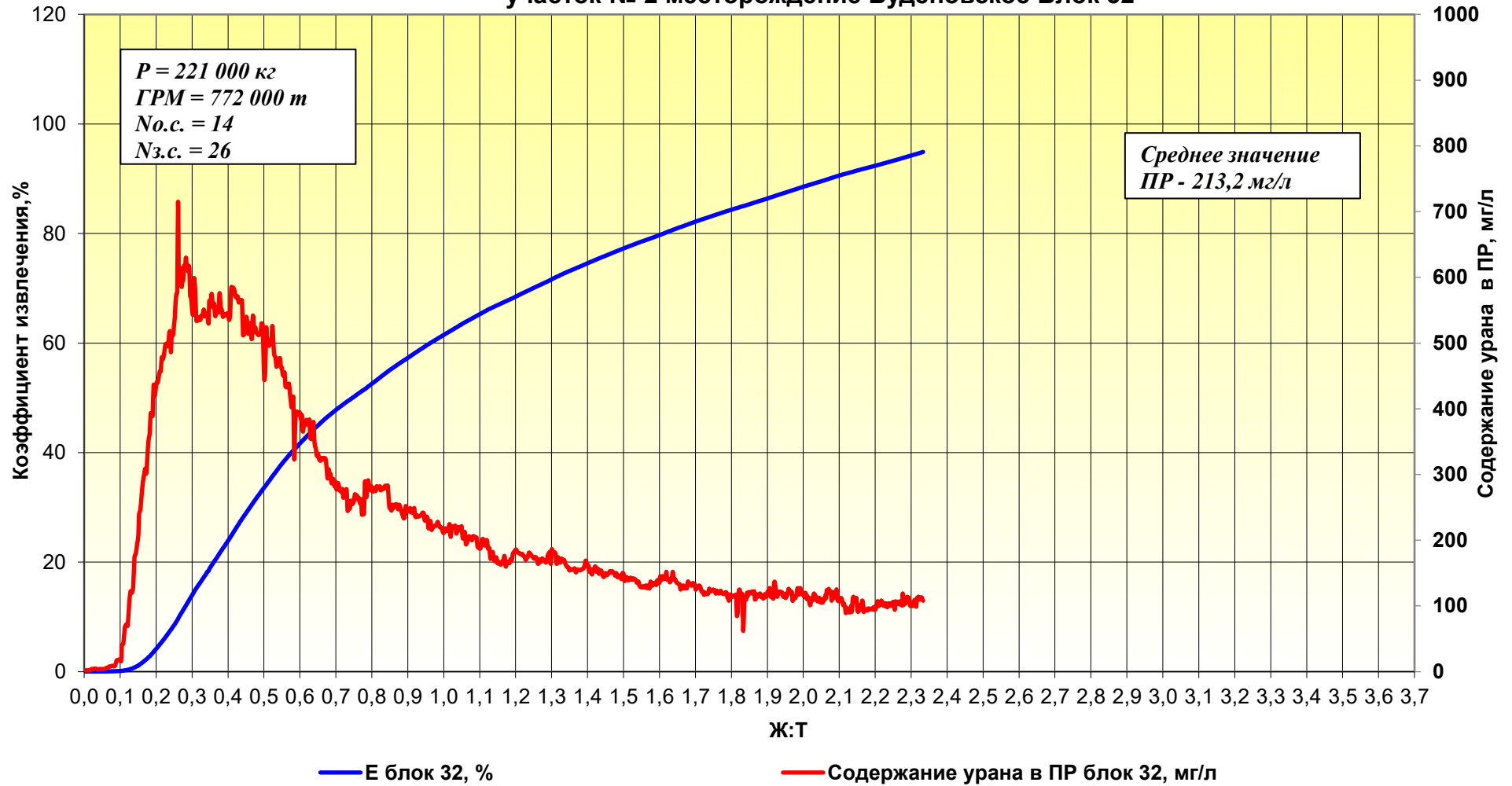


Рисунок 3.4 – Изменение коэффицента извлечения и содержания урана в растворах при предлагаемой технологии

3.3 Предлагаемая схема УПРР

Любые системы расположения скважин (ячеистые или рядные) по площади блоков неизбежно представлены зонами оптимальной и не оптимальной отработки.

В известных системах представлены способы подземного скважинного выщелачивания, содержащие технологические приемы, направленные на оптимизацию параметров отработки блока, не меняя метод раствороподъема:

а) предварительным закислением через все скважины с последующим нормальным режимом откачки – закачки;

б) на определенных стадиях, в определенных скважинах, предлагается применять смену функций откачных и закачных скважин.

В практике применение этих известных способов сводится к тому, что часть закачных скважин сооружается в формате откачных, так как способ подъема растворов из скважины в предложенных системах остается прежним и осуществляется только при расположении в них насосов и при создании дополнительной инфраструктуры.

Соотношение числа откачных и закачных скважин сдвигается в сторону откачных, наряду с улучшением параметров отработки блоков это существенно усложняет и удорожает предложенные системы (по сути - экстенсивный метод решения проблем).

Технически это осуществляется с использованием схемы УПРР, где присутствуют закачная линия, откачная линия, линия закисления, реверсная линия (рисунок 3.5) [85].

Основная цель предложения заключается в минимизации разности показателей рН в скважинах, а также других параметров для составления баланса выщелачивания. Показатель рН имеет особое значение при добыче урана методом подземного скважинного выщелачивания, именно поэтому мы в большей степени будем придавать ему значение. рН – это водородный показатель, характеризующий концентрацию водородных ионов в растворе, то есть степень его щелочности или кислотности.

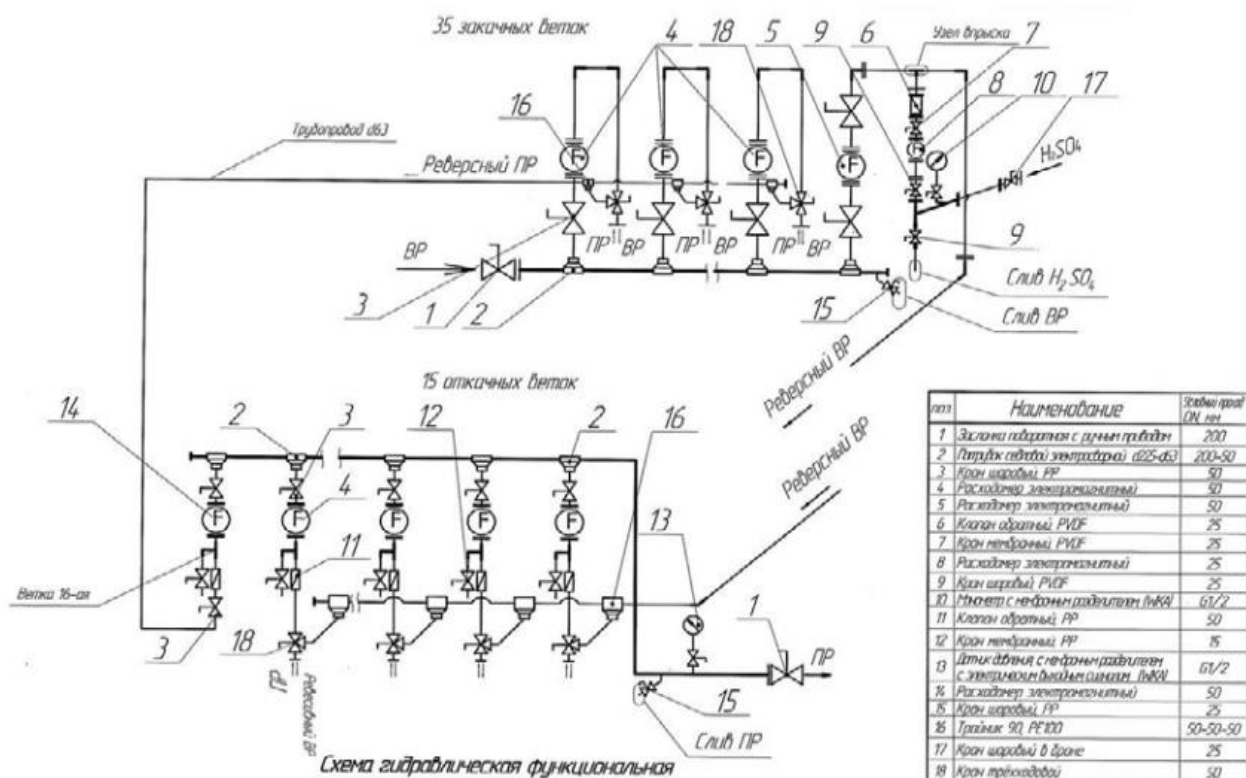


Рисунок 3.5 – Схема УПВР [86]

Для эффективного выщелачивания нам нужно добиться рН в диапазоне 1,5 – 2, где в этой среде природный уран значительно лучше растворяется, но не всегда удаётся добиться одновременного или постепенного снижения рН показателя во всех скважинах. Одной из причин является близкое расположение ранее эксплуатируемых и новых технологических блоков, а именно скважины, которые находятся в непосредственной близости со скважинами старых блоков, имеют более низкий рН показатель нежели скважины, расположенные удаленно от уже закисленного технологического блока.

Так как на один технологический блок установлен один УПВР, мы вынуждены на все скважины подавать ВР с одной и той же кислотностью. Во избежание таких случаев, требуется выборочная подача с разными концентрациями кислоты с учетом разных показателей рН. Внеся небольшие изменения в схему УПВР можно осуществить подачу ВР с разными кислотностями. На рисунке 3.6 представлена схема с внесенными изменениями.

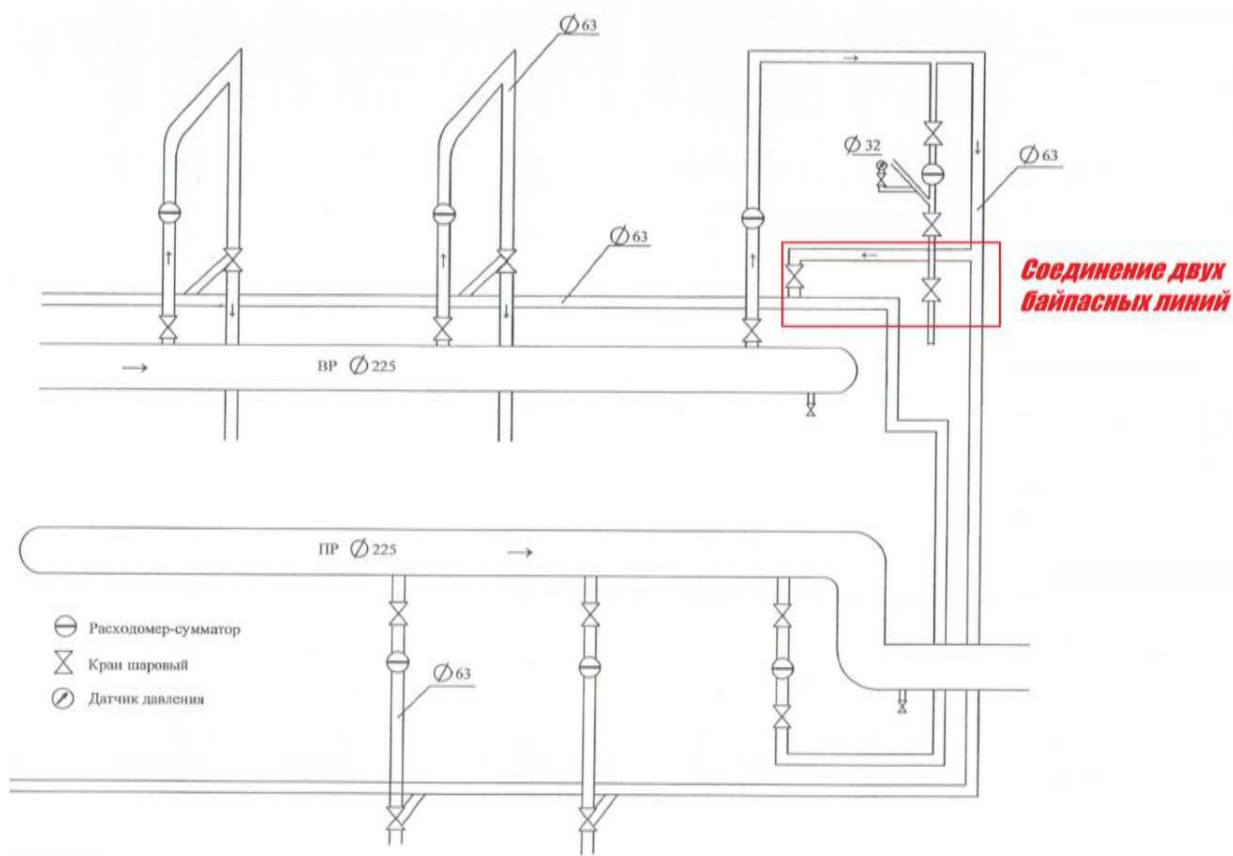


Рисунок 3.6 – Предлагаемая схема УПРР

Модернизация схемы УПРР была осуществлена за счет соединения двух байпасных линий, где одна байпасная линия предназначена для перевода закачных скважин в откачку, а вторая для перевода откачных скважин в закачку. Соединяя две байпасные линии, можно будет подавать выщелачивающий раствор с более высокой концентрацией кислоты выборочно на любую закачную и откачную скважину. Этим можно будет избежать вышеуказанные проблемы [87].

В завершении следует отметить, что данная модернизация имеет ряд преимуществ:

- Экономия серной кислоты за счет выборочной подачи;
- Модернизации УПРР не требует дополнительных вложения и осуществляется за счет действующих расходных материалов (шланг ПНД ($\varnothing 63$) – 1,5 метра, шаровой кран ($\varnothing 63$) – 1 единица);
- Модернизация УПРР не требует внесения изменений в первоначальный проект;
- Улучшение сбалансированности рН показателей в скважинах и ряда других параметров.

3.4 Исследование влияния водородного показателя на содержание урана в продуктивном растворе

Для правильного ведения процесса подземного выщелачивания, соблюдения технологического режима, анализа работы полигона, планирования добычи урана и расхода реагентов необходимо выполнять расчеты ряда геотехнологических параметров.

Показатели геотехнологического процесса – к основным геотехнологическим показателям относятся: степень извлечения полезного компонента, величина жидкое на твердое (Ж/Т), удельный расход реагента. Остальные технологические показатели (концентрация извлекаемого компонента в растворе, время выщелачивания и т.п.) являются производными.

Показатель рН имеет особое значение при добыче урана методом подземного скважинного выщелачивания. Для эффективного выщелачивания нужно добиться рН в диапазоне 1,5 – 2, в этой среде природный уран значительно лучше растворяется, но не всегда удаётся добиться одновременного или постепенного снижения рН показателя во всех скважинах.

При изучении материалов на исследуемом месторождении для выбора изучения процесса подземное скважинное выщелачивание основными показателями были приняты содержание урана в продуктивном растворе (Me) и водородный показатель (рН).

В ходе исследования были собраны все данные технологических этапов на экспериментальном блоке №32 и практикуемой блоке №33 на руднике «Каратау» (таблица 3.3) [88].

Обработкой данных таблицы были получены зависимости содержание урана к водородному показателю за отработанные этапы (рисунок 3.7).

Как показано на рисунке 3.7 изменения рН-1 и рН-2 от 4,5 до 3 содержание урана Me-1 и Me-2 в продуктивном растворе соответственно повышается с 20 мг/л до 50 мг/л, а при снижении показателя рН-1 и рН-2 от 3 до 2 содержание урана в обоих случаях резко повышается до максимального значения 200 мг/л и 350 мг/л соответственно. В экспериментальном блоке содержание урана в продуктивном растворе постепенно снижается от 200 мг/л до 120 мг/л при рН=1,7-1,8, а в практикуемой блоке также содержание урана в продуктивном растворе постепенно снижается от 350 мг/л до 200-230 мг/л при рН=1,8-2. Известно, что активное выщелачивание при ПСВ начинается при $\text{pH} \leq 2$ и содержание урана будет постепенно падать до минимального значения, потому что извлечение урана будет расти до 70% и дальше начнется стадия до выщелачивания [89].

Таблица 3.3 – Основные показатели практикуемого и экспериментального блока

Показатели практикуемого блока			Показатели экспериментального блока		
Время выщелачивание, сутки	pH-2 – водородный показатель	Me-2 – содержание урана	Время выщелачивание, сутки	pH-1 – водородный показатель	Me-1 – содержание урана
1	3,31	26	1	4,64	4
2	3,00	23	2	4,38	4
3	3,15	22	3	3,73	4
4	3,16	25	4	3,34	5
5	2,05	21	5	3,18	6
....
40	2,02	346	40	2,05	109
41	2,04	349	41	2,03	111
42	2,07	345	42	1,87	129
43	1,93	350	43	1,90	139
44	2,14	351	44	1,82	145
45	2,02	352	45	1,89	148
46	2,02	355	46	1,84	153
47	2,04	354	47	1,87	158
48	2,00	356	48	2,01	162
49	1,96	352	49	1,81	165
50	1,98	361	50	1,87	175
....
187	1,93	235	187	1,62	120
188	1,94	241	188	1,61	121
189	2,04	233	189	1,70	124
190	2,01	231	190	1,73	118
191	1,96	235	191	1,70	118
192	2,01	236	192	172	119

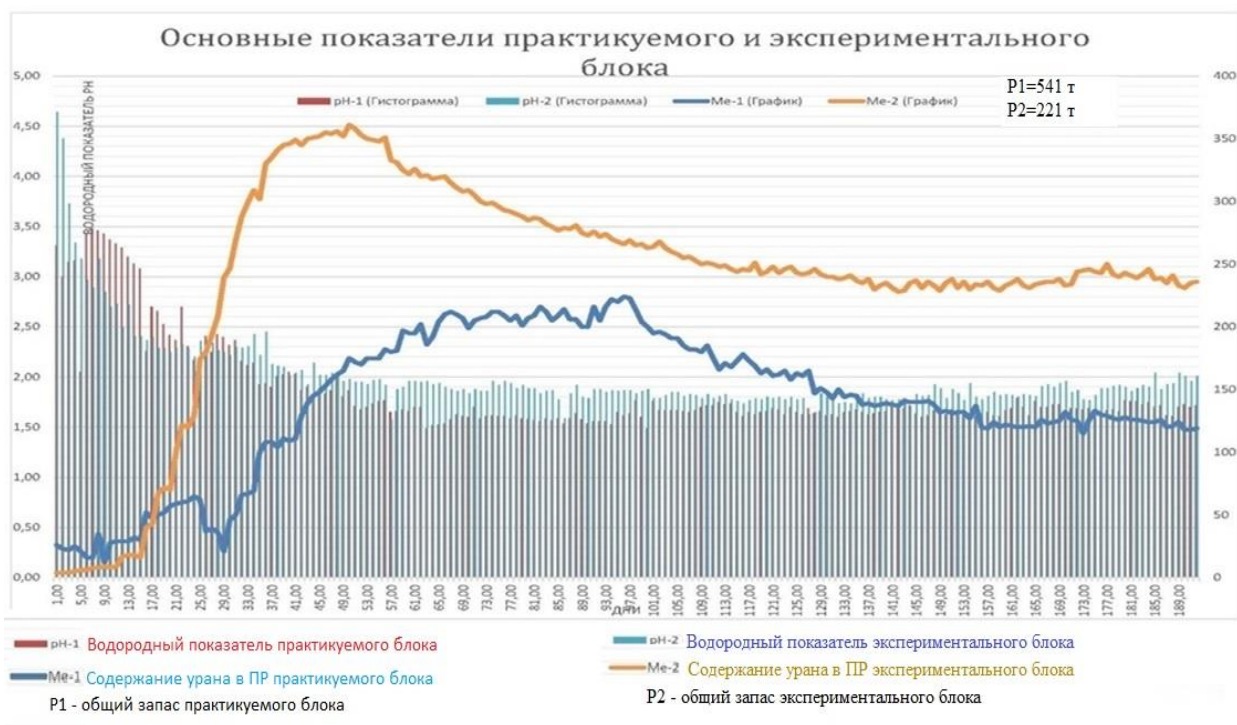


Рисунок 3.7 – Основные показатели практикуемого и экспериментального блока

3.5 Экономический эффект

В работе использовано данные практикуемого и экспериментального блока рудника Буденовское. Все исходные данные для расчета приведены в таблице 3.4. Сравнительный анализ расходов проводилось в течение одного года.

В практикуемом блоке находятся 15 откачных и 41 закачных скважин. Расчет затрат до внедрения приведены ниже и результаты показаны в таблице 3.5.

Стоимость оголовников откачной скважины:

$$C1 = 15 \times P1, \quad (1)$$

Стоимость оголовников закачной скважины:

$$C2 = 35 \times P2, \quad (2)$$

Стоимость погружных насосов типа SP-17:

$$C3 = 15 \times P3, \quad (3)$$

Стоимость электрокабеля КГ 4*6:

$$C4 = Q1 \times P4, \quad (4)$$

Стоимость электрокабеля КГ - 3х240:

$$C5 = Q2 \times P5, \quad (5)$$

Стоимость Трубы ПР:

$$C6 = Q_p \times P6, \quad (6)$$

Стоимость бурения и обсадки откачных скважин:

$$C7 = 670 \times P7 \times 15, \quad (7)$$

Стоимость бурения и обсадки закачных скважин:

$$C8 = 670 \times P8 \times 35, \quad (8)$$

Расходы на электроэнергию:

$$C_e = 24 \times D \times 15 \times N1 \times P_e, \quad (9)$$

Общая стоимость до внедрения:

$$TOT_{C1} = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8 + C_e, \quad (10)$$

Расчет затраты после внедрения приведены ниже и результаты показаны в таблице 3.6. На экспериментальном блоке расположены 5 насосных скважин, 14 откачных и 26 закачных скважин.

Стоимость оголовников откачной скважины:

$$\text{Э1} = 5 \times P1, \quad (11)$$

Стоимость оголовников закачной скважины:

$$\text{Э2} = (15 + 35) \times P2, \quad (12)$$

Таблица 3.4 – Исходные данные для расчетов

		Обозн.	Ед. изм.	Величина (без НДС)	Источник
1	Цена 1го оголовника откачной скважины	P1	тг.	392,000.00	ТОО "Промышленные системы" №24-2012
2	Цена 1го оголовника закачной скважины	P2	тг.	152,500.00	ТОО "Промышленные системы" №25-2012
3	Цена 1го погружного насоса типа SP-17	P3	тг.	2,616,708.00	ТОО "KARLSKRONA" №55-2012
4	Цена электрокабеля КГ 4*6	P4	тг./п.м.	869.00	Казэнергокабель №248-2012 от 07.06.2012
5	Цена электрокабеля КГ - 3х240	P5	тг./п.м.	16,964.29	Сметные данные из проекта Расширение ГТП на 2012
6	Цена трубы ПП (PE 100 SDR11 Ду 225)	P6	тг.	9,156.65	
7	Средняя глубина технологической скважины	глуб.т.с.	м	670.00	ПРГР на 2012 год
8	Цена бурения и обсадки 1ой откачной скважины	P7	тг./п.м.	9,465.80	АО "Русбурмаш" №209-2012
9	Цена бурения и обсадки 1ой закачной скважины	P8	тг./п.м.	8,622.27	АО "Русбурмаш" №209-2012
10	Цена 1го погружного насоса типа SP-30	P9	тг.	3,598,294.64	ЦП ТОО "KARLSKRONA" Исх.№110 от 08.06.2012г.
11	Средняя глубина насосной скважины	глуб.н.с.	м	70.00	Расчетные данные
12	Цена бурения и обсадки 1ой "насосной" скважины	P10	тг.	8,448.21	АО "Волковгеология" №67-2012
13	Цена за 1к/Втч электроэнергии	Pe		12.50	Данные отчет АРМЗ за 1кв 2013
14	Количество рабочих дней в году	D		350.00	

Стоимость погружных насосов типа SP-17:

$$\text{Э9} = 5 \times P9, \quad (13)$$

Стоимость электрокабеля КГ 4*6:

$$\text{Э4} = Q4 \times P4, \quad (14)$$

Стоимость электрокабеля КГ - 3х240:

$$\text{Э5} = Q5 \times P5, \quad (15)$$

Стоимость трубы ПР :

$$\text{Э6} = Q_P \times P6, \quad (16)$$

Стоимость бурения и обсадки насосных скважин:

$$\text{Э7} = 70 \times P7 \times 5, \quad (17)$$

Стоимость бурения и обсадки закачных скважин:

$$\text{С8} = 670 \times P8 \times 50, \quad (18)$$

Расходы на электроэнергию:

$$\text{С}_e = 24 \times D \times 5 \times N2 \times P_e, \quad (19)$$

Общая стоимость до внедрения:

$$\text{ТОТ}_{\text{Э1}} = \text{Э1} + \text{Э2} + \text{Э3} + \text{Э4} + \text{Э5} + \text{Э6} + \text{Э7} + \text{Э8} + \text{Э}_e + \text{Э9} + \text{Э10} \quad (20)$$

Коэффициент эффективности внедрения:

$$K_{\text{э}} = \frac{\text{ТОТ}_{\text{С1}} - \text{ТОТ}_{\text{Э1}}}{\text{ТОТ}_{\text{С1}}} \times 100\% \quad (21)$$

Общие данные до внедрения и после внедрения рассчитаем формуле (21) коэффициент эффективности:

$$K_{\text{э}} = \frac{364442,72 - 332129,03}{364442,72} \times 100\% = 8,87\%$$

Запас урана экспериментального блока составляет $P_{\text{Э1}}=221\ 000$ кг.

$$\text{Экон}_{\text{э}} = \frac{\text{ТОТ}_{\text{С1}} - \text{ТОТ}_{\text{Э1}}}{P_{\text{Э1}}} \quad (22)$$

По формуле (22) мы рассчитаем экономический эффект после внедрения:

$$\text{Экон}_{\text{э}} = \frac{364442720 - 332129030}{221000} = 146,2 \text{ тенге/кг}$$

Фактический эффект от внедрения технологии насосных скважин позволил получить экономический эффект 146,2 тенге/кг.

Таблица 3.5 – Затраты до внедрения

Стоимость оголовников откачной скважины	C1	тыс.тг.	5,880.00	Расчет по формуле – 1
Стоимость оголовников закачной скважины	C2	тыс.тг.	5,337.50	Расчет по формуле – 2
Стоимость погружных насосов типа SP-17	C3	тыс.тг.	39,250.62	Расчет по формуле – 3
Стоимость электрокабеля КГ 4*6	C4	тыс.тг.	1,594.62	Расчет по формуле – 4
Количество электрокабеля КГ 4*6	Q1	п.м.	1,835.00	Сметные данные из проекта Расширение ГТП
Стоимость электрокабеля КГ - 3х240	C5	тг.	3,969.64	Расчет по формуле – 5
Количество электрокабеля КГ - 3х240	Q2	п.м.	234.00	Сметные данные из проекта Расширение ГТП
Количество откачных скважин	Qew	шт.	15.00	Сметные данные из проекта Расширение ГТП
Количество закачных скважин	Qiw	шт.	35.00	Сметные данные из проекта Расширение ГТП
труба ПП (PE 100 SDR11 Ду 225)	Qp	тг./п.м.	63.00	Сметные данные из проекта Расширение ГТП
Стоимость Трубы ПП (PE 100 SDR11 Ду 225)	C6	тыс.тг.	576.87	Расчет по формуле – 6
Стоимость бурения и обсадки откачных скважин	C7	тыс.тг.	95,123.25	Расчет по формуле – 7
Стоимость бурения и обсадки закачных скважин	C8	тыс.тг.	202,185.9	Расчет по формуле – 8
Мощность погружного насоса SP-17	N1	К/Вт.ч	9.20	
Расходы на электроэнергию	Се	тыс.тг.	14,490.00	Расчет по формуле – 9
Общая стоимость до внедрения	TOT_C1	тыс.тг.	364,442.72	Расчет по формуле – 10

Таблица 3.6 – Затраты после внедрения

30	Стоимость оголовников откачной скважины	Э1	тыс.тг.	1,960.00	Расчет по формуле
31	Стоимость оголовников на закачные скважины	Э2	тыс.тг.	7,625.00	Расчет по формуле
32	Стоимость погружных насосов типа SP-30	Э9	тыс.тг.	12,991.47	Расчет по формуле
33	Стоимость бурения и обсадки закачных скважин	Э8	тыс.тг.	288,846.05	Расчет по формуле
34	Стоимость электрокабеля КГ 4*6	Э4	тыс.тг	196.39	Расчет по формуле
35	Количество электрокабеля КГ 4*6	Q4	п.м.	226.00	
36	Стоимость электрокабеля КГ - 3х240	Э5	тыс.тг	899.11	Сметные данные из проекта Расширение ГТП на 2012
37	Количество электрокабеля КГ - 3х240	Q5	п.м.	53.00	
38	Количество откачных скважин	Qew	шт.	5.00	
39	Количество закачных скважин	Qiw	шт.	50.00	
40	фитинги+арматура "насосных" скважин 5 комп	Э10	комп	4,464.29	
41	труба ПР (PE 100 SDR11 Ду 225)	Qp	п.м.	547.00	
42	Стоимость Трубы ПР (PE 100 SDR11 Ду 225)	Э6	тыс.тг.	5,008.69	Сметные данные из проекта Расширение ГТП на 2013
43	Стоимость бурения и обсадки "насосных" скважин	Э7	тыс.тг.	3,313.03	Расчет по формуле
44	Мощность погружного насоса SP-30	N2	К/Вт.ч	13.00	
45	Расходы на электроэнергию	Эе	тыс.тг.	6,825.00	Расчет по формуле
	Общая стоимость после внедрения	ТОГ Э1	тыс.тг.	332,129.03	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Краткие выводы по результатам НИР

Диссертация посвящена совершенствованию технологии добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания в условиях высоконапорных подземных вод.

1. Месторождение Буденовское отличается от других месторождений тем, что наблюдается самоизлив геотехнологических скважин, статистический уровень которых составляет +20 м. Несмотря на самоизлив геотехнологических скважин, на месторождении применяются традиционные параметры, схемы расположения и обвязки полигонов.

2. Установлены зависимости изменения содержания урана в продуктивном растворе и коэффициента извлечения от соотношения Ж:Т при использовании дополнительных насосных скважин. Показано что при изменении Ж:Т от 0,1 до 0,27 содержание урана в продуктивном растворе повышается с 5 мг/л до 700 мг/л, т.е. до максимального значения, затем наблюдается резкое его снижение. При изменении Ж:Т от 1,1 до 2,3, наблюдался незначительное изменение содержания урана в пределах 100-120 мг/л. Коэффициент извлечения изменился прямо пропорционально от соотношения Ж:Т, так при изменении Ж:Т от 0,1 до 2,3 коэффициент извлечения возрастает от 1% до 87%.

3. При предлагаемой технологии повышается эффективность использования реверса. Для этого, добавляя дополнительные насосные скважины в трубную обвязку, создаются условия, которые не требуют в нужной точке блока располагать насос и инфраструктуру для него. Необходимый вектор движения пластовых вод в такой точке создается дистанционно с использованием дополнительных насосных скважин. Это кардинальным образом снижает себестоимость подземного скважинного выщелачивания и уменьшает потери урана путем отработки застойных зон.

4. Использование технология реверса позволяет повысить степень извлечения урана на 6%.

5. Разработанная технология внедрена на руднике «Каратау» участок №2 (Акт внедрения, приложение В) и экономический эффект составил 146,2 тенге/кг и снизил себестоимость подземного скважинного выщелачивания урана на 9%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Hustrulid William A., Bullock Richard L., Ramani Raja V. *Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies* // Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. – 2001. – № 718. – P. 547-559.
- 2 Mahler W.C., Wichman T.S., Williams D.L. *In Situ Uranium Mining and Groundwater Restoration* // Springer. – 2010. – P. 5-17.
- 3 Alain H. Cardarelli *Solution Mining: Leaching and Fluid Recovery of Material* // Elsevier. – 2015. – 395 p.
- 4 Apted Michael J. *In Situ Leach Mining (ISLM) of Uranium* // CRC Press, 2016. – P. 30-45.
- 5 Zoellner Tom *Uranium: War, Energy, and the Rock That Shaped the World* // Penguin Books, 2011. – P. 223-237.
- 6 Khan M. S. *Environmental Impacts of Uranium Mining* // Nova Science, 2015. – P. 33-47.
- 7 Abriol J. P. *Leaching: Theory and Practice* // Wiley-VCH, 2012. – P. 329-345.
- 8 Barns R. Ian *In Situ Recovery of Minerals* // Springer, 2019. – P. 233-249.
- 9 Free M. L. *Hydrometallurgical Process Fundamentals* // John Wiley & Sons, 2013. – P.159-175.
- 10 Shadreck Chirikure E. A. T. *Uranium Extraction Technology* // CRC Press, 2016. – P. 185-203.
- 11 Бабосинова Ш. Ж. *Перспективы добычи урана в Республике Казахстан.* — М.: Издательство «Наука и техника», 2016. – 118 с.
- 12 Берсенев Г.В., Козлова Н.В., Садовская М.А. *Подземное выщелачивание урановых руд.* – М.: Издательство: «Недра», 1987. – С. 134-152.
- 13 Баранов Ю.А., Котов С.С., Голубев В.В. *Технология подземного выщелачивания урана.* – М.: Издательство: Энергоатомиздат, 1991. – С. 91-109.
- 14 Карандаев Г.С., Лесновский А.В., Новосельцев А.А. *Урановая промышленность: технология добычи.* – М.: Издательство: Академкнига, 2005. – С. 263-284.
- 15 Горбачев В.М., Киселев А.В., Курбатова Е.А. *Подземное выщелачивание урана.* – М.: Издательство: УрО РАН, 2009. – С.54-68.
- 16 Красильникова Е.Н., Карнаухов В.А., Нечаева Н.В. *Урановая промышленность: технология, экология, безопасность.* – М.: Издательство: УрО РАН, 2014. – С. 79-94.
- 17 Разоренов А.М., Хлопин А.В., Шилкин А.И. *Урановая промышленность России: состояние и перспективы.* – М.: Издательство: Руда и металлы, 2016. – С. 205-225.
- 18 Бенуа Л.Г., Блинов И.А., Деев В.А. *Подземное выщелачивание урана: технология и экология.* – М.: Издательство: УрО РАН, 2018. – С. 99-115.
- 19 Секисов А.Г., Зыков Н.В., Королев В.С. *Дисперсное золото: геологический и технологический аспекты.* — М.: Издательство «Горная книга», 2012. – 224 с.: ил. ISBN 978-5-98672-314-3

- 20 Dahlkamp Franz J. Uranium Deposits of the World: USA and Latin America // Springer, 2016. – 886 p.
- 21 Bernhardt Pascal Uranium for Nuclear Power: Resources, Mining and Transformation to Fuel // Elsevier, 2016. – 460 p.
- 22 Fingas Mervyn, Bernd R. T. Simoneit Uranium in the Environment: Mining Impact and Consequences // Springer, 2014. – 526 p.
- 23 Colombi Marco Uranium Mining and Hydrogeology // Springer, 2014. – 494 p.
- 24 Hore-Lacy Ian Uranium for Nuclear Power: Resources, Mining and Transformation to Fuel // Woodhead Publishing, 2016. – 548 p.
- 25 Habib Mohammad J Uranium: Ore Processing, Environmental Impact and Future Directions // Nova Science Publishers, 2014. – 312 p.
- 26 Taylor Patrick R. Advanced Uranium Exploration and Development: Planning and Implementing a Successful Uranium Mining Project // Springer, 2016. – 383 p.
- 27 Федянин С.Н. О возможности разделения пород и руд месторождения Мурунтау рентгенорадиометрическим способом. Сборник научно-технических статей. – Ташкент: Фан, 1997. – 191 с.
- 28 Фефелов В.С., Филиппов С.А. Уравнение баланса ценностей при разработке месторождения с учетом экологических факторов. // Горный журнал. – 1993. – № 12.
- 29 Филиппов С.А. Метод оценки и выбора параметров открытой разработки рудных месторождений при рациональном использовании ресурсов. // Горный вестник Узбекистана. – 1998. – № 2.
- 30 Физическая химия озона. — М.: МГУ, 1998. – 92 с.
- 31 Шестаков В.А. Проектирование рудников. – М.: МГГУ, 1993. – 205 с.
- 32 Шило Н.А. Основы учения о россыпях М. Недра 1981. – 155 с.
- 33 Merkel Broder, Hasche-Berger Andreas, Antonius van der Meer Uranium in Groundwater of the Upper Rhine Valley - Distribution, Mobility and Origin // Uranium in the Aquatic Environment: Proceedings of the International Conference Uranium Mining and Hydrogeology V and the International Mine Water Association Symposium, Springer, 2014, № 478. – P. 191-204
- 34 Merkel Broder, Hasche-Berger Andreas, Antonius van der Meer Uranium Migration in a Natural Tracer Test at the Koongarra Uranium Deposit, Northern Territory, Australia // Uranium in the Aquatic Environment: Proceedings of the International Conference Uranium Mining and Hydrogeology V and the International Mine Water Association Symposium, Springer, 2014, № 478. – P. 343-352
- 35 Merkel Broder, Hasche-Berger Andreas, Antonius van der Meer Assessment of Uranium Mobilization in a Former Uranium Mining Area Using Laboratory Column Experiments // Uranium in the Aquatic Environment: Proceedings of the International Conference Uranium Mining and Hydrogeology V and the International Mine Water Association Symposium, Springer, 2014, № 478. – P. 353-362
- 36 Merkel Broder, Hasche-Berger Andreas, Antonius van der Meer Adsorption onto Iron Oxides and its Application for Uranium Removal from Drinking Water // Uranium in the Aquatic Environment: Proceedings of the International

Conference Uranium Mining and Hydrogeology V and the International Mine Water Association Symposium, Springer, 2014, № 478. – P. 363-371

37 Broder J. Merkel, Hasche-Berger Andrea Uranium Mining and Hydrogeology // Springer, 2008. – 951p.

38 Crossland Ian F. Uranium for Nuclear Power: Resources, Mining and Transformation to Fuel // Oxford University Press, 2014. – 408 p.

39 Dahlkamp Franz J. Uranium Deposits of the World // Springer, 2009. – 1230 p.

40 Alibekov Aidar S., Yevseyev Sergey I. Uranium Production in Kazakhstan: Historical Background, Current Situation and Outlook, 2012. – С. 155-269

41 Mokrov Yury L. Uranium in the CIS and the Rest of the World // World Nuclear University Press, 2007. – С. 211-256

42 Чантурия В. А., Шадрунова И. В., Горлова О. Е., Колодежная Е. В. Развитие технологических инноваций глубокой и комплексной переработки техногенного сырья в условиях новых экономических вызовов // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2020. №1., – С.159-171.

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-tehnologicheskikh-innovatsiy-glubokoy-i-kompleksnoy-pererabotki-tehnogenogo-syrya-v-usloviyah-novyh-ekonomicheskikh-vyzovov> .

43 Родионов В.Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего // Под ред. Родионов В.Г. – М.: ЭНАС, 2010. – 352 с.

44 Живов В. Л., Шумилин М.В. Уран: геология, добыча, экономика. М., Атомредметзолото, 2012. – 301с.

45 Суходолов А.П. Мировые запасы урана: Перспективы сырьевого обеспечения атомной энергетики – М.: Известия ИГЭА, №4(72), 2010. – С.166-169

46 Сондор Д.В. Уран: запасы, добыча, перспективы, проблемы . Состояние и пути развития российской энергетики: материалы Всероссийской молодёжной научной школы – конференции/ Национальный исследовательский Томский политехнический университет. –Томск: Изд-во ООО «Скан», 2014. – 382 с.

47 Калиев С.А. Современное состояние горнодобывающей промышленности и перспектива развития горной науки Республики Казахстан// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2007. – С. 257-260.

48 Исмаилов Т.Т., Голик В.И., Дольников Е.Б. Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 331с.

49 William A. Hustrulid, Richard L. Bullock, and Richard C. Larson Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies // CRC Press, 2001. – 718 p.

50 Szwilski A.B., Richards M.J. Underground Mining Methods and Technology // A.A. Balkema Publishers, 1987. – 648 p.

51 Paul L. Younger Mine Water: Hydrology, Pollution, Remediation // Springer, 2014. – 568 p.

- 52 Bernd Lottermoser Environmental Aspects of Mine Wastes // CRC Press, 2003. – 532 p.
- 53 Hiscock Kevin Hydrogeology: Principles and Practice // Wiley-Blackwell, 2014. – 408 p.
- 54 Яшин С.А. Подземное скважинное выщелачивание урана на месторождениях Казахстана. Горный журнал, 2008, №3. С. 45 – 49.
- 55 Бекман И. Н. Урановое производство. Учеб. пособие. М.: Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 2009. – 521с.
- 56 Берикболов Б.Р., Петров Н.Н., Карелин В.Г. Справочник. Месторождения урана Казахстана. // Под редакцией Кажгельдина А.М.- Алматы, 1996. — 206 с.
- 57 Аубакиров Х.Б. и др. Отчет Чулак-Курганской экспедиции № 5 за 1982-1986 гг. "Выделение перспективных площадей для поисков 94 месторождений урана в отложениях мезозоя-кайнозоя ЮЗ части ЧСД и палеозоя хр. М. Каратау с составлением геологических карт масштаба 1:200 000". Алматы, фонды АО «Волковгеология», 1986. – 166 с.
- 58 Отчет о результатах детальной разведки участка 4 Инкайского уранового месторождения за период 2006-2008 гг. – 88 с.
- 59 Шишков И.А. Отчет ТОО «ВерШИна» за 2007г. «О проведении предварительной разведки с комплексом сопутствующих исследований с подсчетом запасов и ресурсов урана по категориям С1, С2 и Р1 на участке №4 (южный фланг) месторождения Инкай», Алма-Ата, фонды АО «Волковгеология», 2007. – 144 с.
- 60 Gouze Philippe, Renard Philippe High-Pressure Groundwater Systems: Processes, Exploration, and Management // CRC Press, 2011. – 448 p.
- 61 Alley William M., Healy Richard W. High-Pressure Groundwater: Geology, Geophysics, and Engineering // American Geophysical Union, 2017. – 375 p.
- 62 Dr. Hayashi Masaki, Dr. Kawamura Kunio, Dr. Mizugaki Shigeru High-Pressure Groundwater: Engineering Aspects // CRC Press, 2011. – 376 p.
- 63 Dr. Tetsuya Hiraishi, Dr. Takayuki Mizuno High-Pressure Groundwater Hydrodynamics and Numerical Modeling // Springer, 2006. – 330 p.
- 64 Mishra B. In Situ Recovery of Minerals: An Overview // Springer, 2016. – 270 p.
- 65 Bundschuh Jochen, Ashok K. Alka Hydrogeology of Uranium Deposits // CRC Press, 2009. – 462 p.
- 66 Broder J. Merkel, Planer-Friedrich Andreas Uranium Hydrogeochemistry and Aqueous Geochemistry // Springer, 2014. – 391 p.
- 67 Varadharajan F. R., Papadopoulos S. S., Sharma M. M. Groundwater in Uranium Mining: Tailings and Mine Rock Management // The AGU Water Science and Application Series – the American Geophysical Union (AGU), 2005. – 156 p.
- 68 Safaa B. N. Khalaf, William D. C. Management of Uranium Mining, Mill Operations and the Environment // CRC Press, 2013. – 578 p.
- 69 Simmers Ian, Aureli Alice Groundwater in Fractured Bedrock Environments: Managing Catchment and Subsurface Resources // Geological Society of London, 2011. – 318 p.

- 70 Bundschuh Jochen, Farías M. Mercedes Geochemistry of Uranium in Mine Wastes and Mill Tailings // CRC Press, 2014. – 338 p.
- 71 Рыбакова В.И., Левина Н.А. Урановые месторождения: геология, геохимия, генезис – М.: "Геос", 2014. – 288 с.
- 72 Шестаков В.П., Шестакова С.П. Гидрогеология для горнорудных геологов – М.: "Лань", 2017. – 312 с.
- 73 Поляков С.И., Чугуевский Ю.А. Гидрогеология и гидрогеохимия урановых месторождений – М.: "Горный журнал", 2003. – 200 с.
- 74 Рукин А. А. Технология и техника бурения разведочно-эксплуатационных скважин на уран на участке "Жалпакском" (п. Кыземшек Южно-Казахстанская область) : дипломный проект / А. А. Рукин ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра бурения скважин (БС) ; науч. рук. В. А. Шмурыгин. — Томск, 2017. — 211 с.
- 75 Зефаров А.П., Невский Б.В., Бахуров В.Г., Луценко И.К. Подземное выщелачивание руд урана. – В кн: Труды IV. Междунар. конф. ООН по мирному использованию атомной энергии – Женева, UN IAEA. 1972, №2 v.8. – С. 45 – 49.
- 76 Малухин Н.Г., Маркелов С.В. Обоснование рациональной области применения технологии подземного выщелачивания глинистых урановых руд // Горный информационно- аналитический бюллетень №10, 2011. – С. 223-225.
- 77 Носков М.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Теровская Т.С. Применение геотехнологического моделирования для повышения эффективности подземного выщелачивания урана. Труды VIII Междунар. Конф. Актуальные проблемы урановой промышленности. Астана. 2017. – С. 108 –113.
- 78 Жиганов А.Н, Носков М.Д., Истомина А.Д., Кеслер А.Г., Невзорова Н.С. Геотехнологический информационно-моделирующий комплекс для оптимизации процесса подземного выщелачивания урана. // Известия Томского политехнического университета, 2009. №3, Т.308, – С. 78-83.
- 79 Мальцев А.В. Методические разработки и история создания аппаратуры для поисков и разведки урана. – М. Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского , 2005. №10. –С. 86-96.
- 80 Норов Ю.Д., Юлдашев У.У., Каримов Ё.Л., Фурсов А.И., Худояров А.С. Способы воздействия на прифильтровую зону продуктивного пласта при подземном выщелачивании урана. // Научно-технический и производственный журнал "горный вестник Узбекистана". Новои, 2012. – 175 с.
- 81 Сулакшин С. С. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учебное пособие /; – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 284 с.
- 82 Молчанов А.А., Демехов Ю.В. Повышение эффективности добычи урана из месторождений гидрогенного типа, разрабатываемых методом подземного скважинного выщелачивания Республики Казахстан (на примере месторождения восточный Мынкудук). Труды VII Междунар. Конф. Актуальные проблемы урановой промышленности. Алматы. 2014. – С. 92 – 98.

83 Котенко Е.А. Проблемы геотехнологий разработки месторождений урана.: Издательство: Федеральное государственное унитарное предприятие "Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр "Наука" (Москва) №9, 2008. – С. 30-34.

84 Омарбеков Е.У, Ельжанов Е.А, Мырзахметов С.С. Совершенствование технологии при добыче урана методом ПСВ. // Международной научно-практической конференции «Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса». 27-28 апреля 2017г., г. Алматы. – С. 60- 62.

85 Юсупов Х.А., Омарбеков Е.У. Совершенствование технологии ПСВ в условиях высоконапорного характера подземных вод. // 14 Международной научной школы молодых ученых и специалистов ИПКОН РАН 2019, г. Москва. – С. 232-234.

86 Omarbekov Ye.U. Application of leaching technology at the uranium deposits sites with significant static levels of underground water. // Academy of technical sciences of Ukraine, Applied scientific and technical research, Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, V 2. – V. 95-96.

87 Матунов А.И. Особенности месторождения Буденовское, их применимость в практике разведки и эксплуатации // Сборник трудов VIII международной научно-практической конференции «актуальные проблемы урановой промышленности» 3-5 августа 2017, г. Астана, Республика Казахстан. – 64 с.

88 Aliyev S.B., Omarbekov Ye.U. Technological improvement of the scheme unit reception and distribution of solution under conditions of high-pressure nature of groundwater // Комплексное Использование Минерального Сырья (KIMS) №1 (316), 2021. — 85 с.

89 Петров Н.Н., Берикболов Б.Р., Аубакиров Х.В., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф., Плеханов В.Н., Черняков В.М., Язиков В.Г. Урановые месторождение Казахстана: (экзогенные). – 2-е изд. – Алматы, 2008. – 202 с.

90 Юсупов Х.А., Омарбеков Е.У. Влияние технологии «насосных скважин» на дебит откачных скважин Вестник, КазНИТУ №4 (140) 2020, Алматы. – С. 468-473

91 Алиев С.Б., Омарбеков Е.У. Влияние «насосных скважин» на показатели выщелачивания урана, Комплексное Использование Минерального Сырья (KIMS) №2 (317), 2021. – 128 с.

92 Yussupov Kh., Omarbekov Ye.U. Improving the technology of uranium mining under the conditions of high groundwater pressure, Mining of Mineral Deposits, V 14 (2020), I 3. – P. 112-118.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Основные показатели практикуемого блока

Дата	ПР, м ³ /час	ВР, м ³ /час	Содержание урана в ПР блок 32, мг/л	Кислотность, г/л	pH, ед. рН	Eh, мВ	H ₂ SO ₄ в ПР	ЖТ	ПР, м ³ /сут	ВР, м ³ /сут	ПР в наработки, м ³ /сут	Кол-во кислоты блок 32, т/сут	Кол-во кислоты в наработки, т	Уд. расход к-ты на ГРМ блок 32, кг/т
26/5/13	0	0	39		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
27/5/13	0	0	30		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
28/5/13	0	0	30		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
29/5/13	0	0	30		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
30/5/13	0	0	30		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
31/5/13	0	0	28		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
1/6/13	0	0	27		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
2/6/13	0	0	29		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
3/6/13	0	0	29		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
4/6/13	0	0	26		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
5/6/13	0	0	26		0.0	0	0.00	0.00	0	0	0		0	0.00
6/6/13	117	115	26		3.3	378	0.00	0.00	2802	2752	2802		0	0.00
7/6/13	113	119	23		3.0	395	0.00	0.01	2718	2855	5520		0	0.00
8/6/13	118	118	22		3.2	410	0.00	0.01	2840	2841	8360		0	0.00
9/6/13	84	108	25		3.2	411	0.00	0.01	2013	2582	10373		0	0.00
10/6/13	114	115	21		2.1	395	0.00	0.02	2731	2760	13104		0	0.00
11/6/13	132	135	16		3.4	375	0.00	0.02	3173	3251	16277		0	0.00
12/6/13	129	129	16		3.5	376	0.00	0.03	3086	3085	19363		0	0.00
13/6/13	130	126	35		3.5	378	0.00	0.03	3119	3034	22482		0	0.00
14/6/13	115	122	12		3.4	380	0.00	0.03	2767	2929	25249		0	0.00
15/6/13	122	123	28		3.4	385	0.00	0.04	2920	2963	28169		0	0.00
16/6/13	121	123	29		3.3	387	0.00	0.04	2899	2947	31068		0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ А

17/6/13	119	119	29	3.3	393	0.00	0.04	2846	2860	33914	0	0.00
18/6/13	121	126	29	3.2	393	0.00	0.05	2898	3018	36812	0	0.00
19/6/13	120	127	32	3.1	399	0.00	0.05	2877	3036	39689	0	0.00
20/6/13	125	123	30	3.1	403	0.00	0.06	2993	2940	42682	0	0.00
21/6/13	134	141	52	2.3	408	0.00	0.06	3212	3375	45895	0	0.00
22/6/13	136	137	47	2.7	413	0.00	0.06	3258	3292	49153	0	0.00
23/6/13	133	140	50	2.7	322	0.00	0.07	3202	3369	52355	0	0.00
24/6/13	142	140	52	2.5	419	0.00	0.07	3403	3358	55758	0	0.00
25/6/13	132	135	57	2.4	444	0.00	0.08	3166	3237	58924	0	0.00
26/6/13	136	138	59	2.4	445	0.00	0.08	3264	3310	62188	0	0.00
27/6/13	90	90	60	2.7	442	0.00	0.08	2149	2152	64337	0	0.00
28/6/13	143	146	61	2.3	426	0.00	0.09	3432	3493	67769	0	0.00
29/6/13	146	149	65	2.2	430	0.00	0.09	3510	3585	71279	0	0.00
30/6/13	145	129	62	2.2	429	0.00	0.10	3485	3092	74764	0	0.00
1/7/13	148	127	37	2.4	407	0.00	0.10	3542	3050	78307	0	0.00
2/7/13	146	123	39	2.3	428	0.00	0.11	3515	2959	81822	0	0.00
3/7/13	102	84	36	2.4	475	0.00	0.11	2445	2020	84267	0	0.00
4/7/13	178	142	21	2.4	434	0.00	0.11	4277	3410	88544	0	0.00
5/7/13	140	144	46	2.3	415	0.00	0.12	3364	3459	91908	0	0.00
6/7/13	129	159	50	2.4	421	0.00	0.12	3092	3811	95000	0	0.00
7/7/13	132	155	66	2.2	438	0.00	0.13	3172	3713	98171	0	0.00
8/7/13	144	159	67	2.1	427	0.00	0.13	3455	3819	101626	0	0.00
9/7/13	138	162	69	2.1	432	0.00	0.14	3314	3881	104940	0	0.00
10/7/13	144	165	100	1.9	437	1.18	0.14	3455	3969	108395	0	0.00
11/7/13	138	162	108	1.9	432	1.18	0.14	3309	3877	111704	0	0.00
12/7/13	132	155	108	1.9	435	1.18	0.15	3166	3731	114870	0	0.00
13/7/13	135	163	104	2.0	431	0.00	0.15	3241	3900	118111	0	0.00
14/7/13	132	157	111	2.0	427	0.00	0.16	3167	3773	121278	0	0.00
15/7/13	126	152	109	2.1	430	0.00	0.16	3017	3639	124295	0	0.00
16/7/13	86	107	111	2.0	430	0.00	0.16	2070	2564	126365	0	0.00
17/7/13	133	155	129	1.9	439	1.58	0.17	3199	3717	129564	0	0.00
18/7/13	133	121	139	1.9	425	1.18	0.17	3184	2905	132748	0	0.00
19/7/13	130	120	145	1.8	440	2.00	0.18	3120	2873	135869	0	0.00
20/7/13	127	112	148	1.9	442	1.32	0.18	3059	2680	138927	0	0.00
21/7/13	126	111	153	1.8	426	1.67	0.18	3030	2667	141957	0	0.00
22/7/13	124	106	158	1.9	413	1.58	0.19	2978	2547	144935	0	0.00
23/7/13	123	143	162	2.0	439	0.00	0.19	2949	3438	147884	0	0.00
24/7/13	125	141	165	1.8	431	2.06	0.20	2996	3380	150880	0	0.00
25/7/13	113	111	175	1.9	415	1.58	0.20	2707	2657	153587	0	0.00
26/7/13	144	142	172	1.7	422	2.45	0.20	3460	3417	157047	0	0.00
27/7/13	94	120	170	1.7	430	2.55	0.21	2264	2888	159311	0	0.00
28/7/13	119	118	175	1.7	428	2.45	0.21	2858	2836	162169	0	0.00
29/7/13	115	109	175	1.7	430	2.35	0.21	2759	2608	164928	0	0.00
30/7/13	123	113	175	1.8	432	2.25	0.22	2953	2708	167881	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ А

31/7/13	122	113	182	1.8	429	2.25	0.22	2918	2701	170799	0	0.00
1/8/13	110	104	180	1.7	426	2.65	0.22	2641	2488	173440	0	0.00
2/8/13	110	113	181	1.7	426	2.55	0.23	2636	2701	176076	0	0.00
3/8/13	106	103	197	1.7	426	2.55	0.23	2546	2461	178622	0	0.00
4/8/13	104	103	195	1.7	425	2.55	0.23	2491	2483	181113	0	0.00
5/8/13	100	100	195	1.7	427	2.55	0.24	2404	2397	183517	0	0.00
6/8/13	104	102	202	1.7	425	2.55	0.24	2485	2441	186002	0	0.00
7/8/13	106	102	186	1.5	409	4.02	0.24	2532	2459	188534	0	0.00
8/8/13	99	102	192	1.5	425	3.72	0.25	2386	2447	190920	0	0.00
9/8/13	94	100	204	1.5	428	3.63	0.25	2252	2399	193172	0	0.00
10/8/13	101	100	210	1.5	423	3.63	0.25	2417	2394	195589	0	0.00
11/8/13	96	93	212	1.6	416	3.16	0.26	2294	2241	197883	0	0.00
12/8/13	97	91	210	1.6	411	3.20	0.26	2320	2174	200203	0	0.00
13/8/13	96	85	207	1.6	408	2.84	0.26	2303	2045	202506	0	0.00
14/8/13	98	87	199	1.6	410	3.06	0.27	2341	2094	204847	0	0.00
15/8/13	90	88	205	1.7	384	2.54	0.27	2160	2106	207007	0	0.00
16/8/13	91	89	207	1.6	424	3.14	0.27	2176	2143	209183	0	0.00
17/8/13	90	123	208	1.6	419	2.92	0.27	2163	2947	211346	0	0.00
18/8/13	86	116	212	1.6	420	2.94	0.28	2057	2782	213403	0	0.00
19/8/13	75	98	212	1.6	422	2.96	0.28	1805	2350	215208	0	0.00
20/8/13	81	142	209	1.6	413	2.90	0.28	1935	3412	217143	0	0.00
21/8/13	88	156	205	1.6	419	3.04	0.28	2102	3739	219245	0	0.00
22/8/13	90	160	209	1.6	421	2.94	0.29	2149	3851	221394	0	0.00
23/8/13	94	160	201	1.6	425	2.86	0.29	2249	3830	223643	0	0.00
24/8/13	73	139	207	1.6	428	2.80	0.29	1757	3325	225400	0	0.00
25/8/13	96	154	209	1.6	406	2.80	0.29	2307	3706	227707	0	0.00
26/8/13	97	156	216	1.6	424	3.53	0.30	2338	3746	230045	0	0.00
27/8/13	97	163	212	1.6	426	2.86	0.30	2318	3907	232363	0	0.00
28/8/13	86	138	205	1.6	421	2.80	0.30	2067	3323	234430	0	0.00
29/8/13	99	163	209	1.6	425	2.86	0.31	2373	3914	236803	0	0.00
30/8/13	95	153	214	1.5	423	2.86	0.31	2280	3680	239083	0	0.00
31/8/13	94	141	206	1.6	425	2.86	0.31	2244	3374	241327	0	0.00
1/9/13	92	160	206	1.6	388	2.65	0.32	2212	3833	243539	0	0.00
2/9/13	94	156	200	1.6	415	3.04	0.32	2258	3750	245797	0	0.00
3/9/13	95	152	200	1.5	425	3.63	0.32	2275	3653	248072	0	0.00
4/9/13	102	149	216	1.6	422	3.04	0.32	2446	3576	250518	0	0.00
5/9/13	111	153	205	1.6	420	3.04	0.33	2664	3682	253182	0	0.00
6/9/13	101	140	216	1.6	421	3.04	0.33	2428	3352	255610	0	0.00
7/9/13	110	139	222	1.5	418	3.04	0.33	2631	3346	258241	0	0.00
8/9/13	121	142	220	1.7	412	2.65	0.34	2907	3411	261148	0	0.00
9/9/13	121	140	224	1.6	414	2.55	0.34	2896	3371	264044	0	0.00
10/9/13	169	187	223	1.6	414	2.55	0.35	4059	4497	268103	0	0.00
11/9/13	101	106	214	1.8	403	1.90	0.35	2425	2552	270528	0	0.00
12/9/13	137	146	204	1.6	407	2.80	0.35	3292	3500	273820	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ А

13/9/13	141	150	200	1.5	402	3.04	0.36	3376	3598	277196	0	0.00
14/9/13	135	146	195	1.8	404	1.90	0.36	3242	3505	280438	0	0.00
15/9/13	132	147	196	1.7	407	2.76	0.37	3169	3524	283607	0	0.00
16/9/13	130	147	194	1.7	388	2.55	0.37	3123	3529	286730	0	0.00
17/9/13	137	147	191	1.7	414	2.76	0.38	3280	3526	290010	0	0.00
18/9/13	128	148	191	1.7	413	2.76	0.38	3079	3556	293089	0	0.00
19/9/13	134	151	185	1.7	406	2.76	0.38	3208	3612	296297	0	0.00
20/9/13	131	139	182	1.7	413	2.72	0.39	3138	3336	299435	0	0.00
21/9/13	131	141	182	1.7	407	2.76	0.39	3145	3385	302580	0	0.00
22/9/13	136	140	180	1.7	412	2.59	0.40	3264	3357	305844	0	0.00
23/9/13	131	140	185	1.7	411	2.51	0.40	3155	3364	308999	0	0.00
24/9/13	110	145	175	1.7	412	2.55	0.40	2640	3468	311639	0	0.00
25/9/13	125	138	166	1.8	410	2.45	0.41	2993	3307	314633	0	0.00
26/9/13	153	154	171	1.7	407	2.35	0.41	3676	3702	318309	0	0.00
27/9/13	78	92	168	1.7	401	2.25	0.41	1866	2196	320175	0	0.00
28/9/13	126	140	173	1.7	404	2.74	0.42	3015	3350	323190	0	0.00
29/9/13	130	129	178	1.6	408	2.84	0.42	3109	3103	326299	0	0.00
30/9/13	126	133	173	1.7	401	2.74	0.43	3018	3180	329317	0	0.00
1/10/13	131	134	169	1.6	400	2.84	0.43	3140	3208	332457	0	0.00
2/10/13	135	142	163	1.7	401	2.74	0.43	3238	3398	335695	0	0.00
3/10/13	134	148	166	1.7	402	2.74	0.44	3226	3551	338921	0	0.00
4/10/13	131	138	161	1.7	401	2.84	0.44	3138	3337	342069	0	0.00
5/10/13	134	159	162	1.7	400	2.84	0.45	3222	3804	345281	0	0.00
6/10/13	134	160	165	1.6	403	2.94	0.45	3210	3843	348491	0	0.00
7/10/13	135	160	158	1.7	403	2.74	0.46	3243	3851	351734	0	0.00
8/10/13	137	159	163	1.7	401	2.74	0.46	3279	3818	355013	0	0.00
9/10/13	132	158	161	1.6	402	2.84	0.46	3157	3794	358170	0	0.00
10/10/13	148	170	165	1.7	399	2.74	0.47	3557	4091	361727	0	0.00
11/10/13	114	135	147	1.6	406	2.74	0.47	2744	3237	364471	0	0.00
12/10/13	136	147	151	1.7	404	2.74	0.48	3258	3519	367729	0	0.00
13/10/13	133	144	148	1.6	412	2.86	0.48	3195	3451	370924	0	0.00
14/10/13	133	149	143	1.6	409	2.86	0.48	3186	3585	374110	0	0.00
15/10/13	134	155	150	1.6	408	3.04	0.49	3214	3716	377324	0	0.00
16/10/13	138	155	144	1.7	402	2.74	0.49	3316	3719	380640	0	0.00
17/10/13	129	155	146	1.7	390	2.74	0.50	3097	3715	383737	0	0.00
18/10/13	134	155	145	1.7	398	2.25	0.50	3210	3731	386947	0	0.00
19/10/13	125	141	138	1.7	410	2.64	0.51	2995	3388	389942	0	0.00
20/10/13	130	143	139	1.6	409	2.84	0.51	3110	3423	393052	0	0.00
21/10/13	137	143	137	1.6	410	2.74	0.51	3285	3422	396337	0	0.00
22/10/13	130	134	138	1.7	412	3.72	0.52	3108	3220	399445	0	0.00
23/10/13	132	137	139	1.7	415	2.74	0.52	3164	3295	402609	0	0.00
24/10/13	131	132	138	1.8	368	2.45	0.53	3146	3179	405755	0	0.00
25/10/13	125	125	137	1.7	370	2.57	0.53	2991	3000	408746	0	0.00
26/10/13	153	154	141	1.7	396	2.55	0.53	3664	3690	412410	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ А

27/10/13	129	131	140	1.7	370	2.55	0.54	3106	3151	415516	0	0.00
28/10/13	134	140	140	1.6	405	2.74	0.54	3212	3358	418728	0	0.00
29/10/13	123	129	140	1.6	405	2.86	0.55	2956	3087	421684	0	0.00
30/10/13	134	141	141	1.6	406	2.84	0.55	3213	3383	424897	0	0.00
31/10/13	129	130	138	1.7	401	2.74	0.55	3084	3110	427981	0	0.00
1/11/13	133	131	132	1.64	401	2.74	0.56	3194	3133	431175	0	0.00
2/11/13	126	129	133	1.63	401	2.74	0.56	3019	3107	434194	0	0.00
3/11/13	131	127	131	1.68	398	2.74	0.57	3142	3044	437336	0	0.00
4/11/13	126	130	132	1.65	400	2.74	0.57	3026	3114	440362	0	0.00
5/11/13	129	126	132	1.66	401	2.64	0.57	3087	3025	443449	0	0.00
6/11/13	128	125	127	1.64	400	2.64	0.58	3074	2994	446523	0	0.00
7/11/13	146	132	137	1.61	407	2.86	0.58	3503	3164	450026	0	0.00
8/11/13	127	131	120	1.63	405	2.74	0.59	3052	3140	453078	0	0.00
9/11/13	126	122	119	1.65	408	2.74	0.59	3033	2930	456111	0	0.00
10/11/13	108	107	124	1.62	402	2.74	0.59	2593	2565	458704	0	0.00
11/11/13	136	115	120	1.61	400	2.8	0.60	3262	2750	461966	0	0.00
12/11/13	127	107	122	1.67	407	2.84	0.60	3039	2579	465005	0	0.00
13/11/13	127	112	121	1.69	402	2.74	0.61	3045	2687	468050	0	0.00
14/11/13	126	103	120	1.79	396	2.05	0.61	3028	2478	471078	0	0.00
15/11/13	125	100	120	1.7	381	2.55	0.61	2990	2397	474068	0	0.00
16/11/13	126	95	121	1.62	410	2.74	0.62	3029	2268	477097	0	0.00
17/11/13	125	89	120	1.76	400	2.43	0.62	2994	2146	480091	0	0.00
18/11/13	125	89	126	1.7	400	2.84	0.63	2988	2135	483079	0	0.00
19/11/13	125	88	123	1.7	404	2.84	0.63	3001	2123	486080	0	0.00
20/11/13	125	88	124	1.73	403	2.55	0.63	3001	2119	489081	0	0.00
21/11/13	125	88	125	1.73	403	2.65	0.64	3001	2121	492082	0	0.00
22/11/13	123	88	132	1.66	398	2.68	0.64	2963	2103	495045	0	0.00
23/11/13	119	89	126	1.69	403	2.45	0.64	2856	2146	497901	0	0.00
24/11/13	102	88	125	1.69	405	2.49	0.65	2454	2112	500355	0	0.00
25/11/13	96	86	115	1.68	405	2.53	0.65	2293	2066	502647	0	0.00
26/11/13	113	99	126	1.69	401	2.55	0.65	2718	2378	505365	0	0.00
27/11/13	98	82	133	1.68	388	2.55	0.66	2347	1956	507712	0	0.00
28/11/13	103	92	130	1.66	390	2.65	0.66	2460	2200	510172	0	0.00
29/11/13	102	116	129	1.67	392	2.55	0.66	2454	2780	512626	0	0.00
30/11/13	102	109	127	1.68	393	2.55	0.67	2438	2615	515064	0	0.00
1/12/13	86	95	126	1.66	390	2.65	0.67	2071	2281	517135	0	0.00
2/12/13	90	125	128	1.77	374	2.35	0.67	2150	3009	519286	0	0.00
3/12/13	69	119	126	1.76	370	2.25	0.67	1652	2847	520937	0	0.00
4/12/13	94	119	126	1.8	372	2.35	0.68	2265	2853	523202	0	0.00
5/12/13	94	120	125	1.7	372	2.35	0.68	2252	2886	525454	0	0.00
6/12/13	99	116	124	1.8	377	2.25	0.68	2365	2791	527819	0	0.00
7/12/13	92	102	124	1.7	397	2.45	0.69	2214	2450	530033	0	0.00
8/12/13	96	117	126	1.7	395	2.35	0.69	2294	2803	532327	0	0.00
9/12/13	96	104	120	1.6	402	2.84	0.69	2308	2485	534635	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ А

21/7/16	15	27	108	0.0	0	0.00	2.19	360	640	1688655	0	0.00
22/7/16	13	23	108	2.3	335	0.00	2.19	321	550	1688976	0	0.00
23/7/16	17	27	105	2.3	332	0.00	2.19	397	644	1689373	0	0.00
24/7/16	13	23	106	0.0	0	0.00	2.19	321	563	1689694	0	0.00
25/7/16	14	24	107	2.3	343	0.00	2.19	335	578	1690028	0	0.00
26/7/16	16	25	106	0.0	0	0.00	2.19	374	592	1690402	0	0.00
27/7/16	15	26	106	2.3	341	0.00	2.19	359	616	1690761	0	0.00
28/7/16	15	25	108	0.0	0	0.00	2.19	365	591	1691126	0	0.00
29/7/16	13	23	106	2.3	336	0.00	2.19	322	547	1691448	0	0.00
30/7/16	14	22	102	0.0	0	0.00	2.19	341	517	1691789	0	0.00
31/7/16	14	24	104	2.3	331	0.00	2.19	344	583	1692133	0	0.00
1/8/16	15	24	102	0.0	0	0.00	2.19	352	565	1692485	0	0.00
2/8/16	15	23	103	2.3	334	0.00	2.19	349	558	1692834	0	0.00
3/8/16	15	24	103	0.0	0	0.00	2.19	359	581	1693193	0	0.00
4/8/16	14	21	102	2.3	329	0.00	2.19	327	501	1693520	0	0.00
5/8/16	15	24	102	0.0	0	0.00	2.19	358	575	1693878	0	0.00
6/8/16	14	21	103	2.3	323	0.00	2.19	337	514	1694215	0	0.00
7/8/16	14	21	102	0.0	0	0.00	2.20	339	493	1694554	0	0.00
8/8/16	15	23	106	2.3	325	0.00	2.20	355	545	1694909	0	0.00
9/8/16	14	18	103	0.0	0	0.00	2.20	332	442	1695241	0	0.00
10/8/16	14	23	101	2.3	336	0.00	2.20	339	544	1695580	0	0.00
11/8/16	14	20	105	0.0	0	0.00	2.20	347	487	1695927	0	0.00
12/8/16	14	22	106	2.2	313	0.00	2.20	346	538	1696273	0	0.00
13/8/16	14	24	102	0.0	0	0.00	2.20	345	575	1696618	0	0.00
14/8/16	14	24	103	2.3	329	0.00	2.20	344	582	1696962	0	0.00
15/8/16	14	23	101	0.0	0	0.00	2.20	347	541	1697309	0	0.00
16/8/16	14	22	108	2.4	317	0.00	2.20	336	531	1697645	0	0.00
17/8/16	14	23	100	0.0	0	0.00	2.20	347	541	1697992	0	0.00
18/8/16	14	22	104	2.3	313	0.00	2.20	342	533	1698334	0	0.00
19/8/16	14	25	107	0.0	0	0.00	2.20	344	596	1698678	0	0.00
20/8/16	15	25	101	2.3	319	0.00	2.20	348	590	1699026	0	0.00
21/8/16	15	23	104	0.0	0	0.00	2.20	349	552	1699375	0	0.00
22/8/16	15	21	101	2.3	316	0.00	2.20	350	501	1699725	0	0.00
23/8/16	14	22	103	2.3	317	0.00	2.20	343	523	1700068	0	0.00
24/8/16	15	22	100	0.0	0	0.00	2.20	356	529	1700424	0	0.00
25/8/16	14	21	101	2.3	320	0.00	2.20	345	502	1700769	0	0.00
26/8/16	15	20	105	0.0	0	0.00	2.20	350	486	1701119	0	0.00
27/8/16	14	20	102	2.3	314	0.00	2.20	339	475	1701458	0	0.00
28/8/16	15	21	104	0.0	0	0.00	2.20	355	493	1701813	0	0.00
29/8/16	10	21	102	2.2	330	0.00	2.20	239	495	1702052	0	0.00
30/8/16	8	22	105	0.0	0	0.00	2.20	193	516	1702245	0	0.00
31/8/16	9	21	101	2.3	311	0.00	2.21	209	501	1702454	0	0.00
1/9/16	8	19	103	0.0	0	0.00	2.21	196	457	1702650	0	0.00
2/9/16	9	24	105	2.3	319	0.00	2.21	223	576	1702873	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ А

3/9/16	9	22	104	0.0	0	0.00	2.21	222	528	1703095	0	0.00
4/9/16	9	22	102	2.3	327	0.00	2.21	222	530	1703317	0	0.00
5/9/16	9	23	101	0.0	0	0.00	2.21	217	559	1703534	0	0.00
6/9/16	9	22	101	2.2	311	0.00	2.21	211	538	1703745	0	0.00
7/9/16	9	21	103	0.0	0	0.00	2.21	206	502	1703951	0	0.00
8/9/16	9	24	108	2.2	320	0.00	2.21	216	584	1704167	0	0.00
9/9/16	9	18	102	0.0	0	0.00	2.21	212	438	1704379	0	0.00
10/9/16	9	21	104	2.2	322	0.00	2.21	211	508	1704590	0	0.00
11/9/16	7	28	98	0.0	0	0.00	2.21	178	663	1704768	0	0.00
12/9/16	6	22	100	2.2	316	0.00	2.21	136	519	1704904	0	0.00
13/9/16	6	21	102	0.0	0	0.00	2.21	139	501	1705043	0	0.00
14/9/16	6	21	100	2.1	340	0.00	2.21	140	504	1705183	0	0.00
15/9/16	6	20	100	0.0	0	0.00	2.21	139	491	1705322	0	0.00
16/9/16	6	20	102	2.2	325	0.00	2.21	137	472	1705459	0	0.00
17/9/16	6	21	101	0.0	0	0.00	2.21	141	497	1705600	0	0.00
18/9/16	6	21	100	2.2	336	0.00	2.21	141	501	1705741	0	0.00
19/9/16	6	21	100	2.2	336	0.00	2.21	141	494	1705882	0	0.00
20/9/16	6	21	100	0.0	0	0.00	2.21	139	508	1706021	0	0.00
21/9/16	6	21	102	2.2	339	0.00	2.21	140	510	1706161	0	0.00
22/9/16	6	21	100	0.0	0	0.00	2.21	136	500	1706297	0	0.00
23/9/16	9	23	98	2.1	329	0.00	2.21	204	562	1706501	0	0.00
24/9/16	6	22	100	0.0	0	0.00	2.21	139	530	1706640	0	0.00
25/9/16	6	21	104	2.1	332	0.00	2.21	139	503	1706779	0	0.00
26/9/16	6	25	96	0.0	0	0.00	2.21	152	590	1706931	0	0.00
27/9/16	6	21	100	2.1	323	0.00	2.21	142	503	1707073	0	0.00
28/9/16	6	21	102	0.0	0	0.00	2.21	150	502	1707223	0	0.00
29/9/16	6	25	96	2.2	331	0.00	2.21	144	597	1707367	0	0.00
30/9/16	6	23	98	0.0	0	0.00	2.21	141	549	1707508	0	0.00
1/10/16	6	22	94	2.1	328	0.00	2.21	139	529	1707647	0	0.00
2/10/16	6	21	96	0.0	0	0.00	2.21	138	496	1707785	0	0.00
3/10/16	6	24	92	2.1	330	0.00	2.21	155	583	1707940	0	0.00
4/10/16	6	22	90	0.0	0	0.00	2.21	135	538	1708075	0	0.00
5/10/16	6	22	91	2.3	308	0.00	2.21	141	530	1708216	0	0.00
6/10/16	6	23	96	0.0	0	0.00	2.21	138	559	1708354	0	0.00
7/10/16	6	24	90	2.2	316	0.00	2.21	147	566	1708501	0	0.00
8/10/16	6	22	91	0.0	0	0.00	2.21	137	528	1708638	0	0.00
9/10/16	6	19	96	2.2	304	0.00	2.21	134	461	1708772	0	0.00
10/10/16	2	20	93	0.0	0	0.00	2.21	59	475	1708831	0	0.00

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Основные показатели экспериментального блока

Дата	ПР, м ³ /час	ВР, м ³ /час	Содержание урана в ПР блок 33, мг/л	Кислотность, г/л	pH, ед. рН	Eh, мВ	H ₂ SO ₄ в ПР	Ж/Т	ПР, м ³ /сут	ВР, м ³ /сут	ПР в наростании, м ³ /сут	Кол-во кислоты блок 33, т/сут	Кол-во кислоты в наростании, т	Уд. расход к-ты на ГРМ блок 33, кг/т
6/6/13	117	121	2		6.6	67	0.00	0.00	2799	2909	2799		0	0.00
7/6/13	114	106	2		5.8	188	0.00	0.01	2731	2553	5598		0	0.00
8/6/13	109	86	2		6.0	80	0.00	0.01	2622	2055	8329		0	0.00
9/6/13	83	124	2		6.0	79	0.00	0.01	2000	2979	10951		0	0.00
10/6/13	119	139	2		6.8	47	0.00	0.01	2849	3341	12951		0	0.00
11/6/13	146	148	2		7.2	122	0.00	0.02	3494	3541	15800		0	0.00
12/6/13	150	168	4		6.7	126	0.00	0.02	3601	4036	19294		0	0.00
13/6/13	142	140	4		6.5	101	0.00	0.02	3402	3352	22895		0	0.00
14/6/13	142	148	4		6.7	98	0.00	0.03	3419	3546	26297		0	0.00
15/6/13	146	148	5		6.2	90	0.00	0.03	3507	3547	29716		0	0.00
16/6/13	144	146	4		6.2	141	0.00	0.03	3459	3503	33223		0	0.00
17/6/13	152	151	3		6.3	76	0.00	0.04	3650	3625	36681		0	0.00
18/6/13	146	148	4		5.9	140	0.00	0.04	3497	3556	40331		0	0.00
19/6/13	149	152	4		5.6	199	0.00	0.04	3570	3638	43828		0	0.00
20/6/13	149	151	4		4.6	314	0.00	0.05	3576	3635	47398		0	0.00
21/6/13	146	149	4		4.4	331	0.00	0.05	3513	3585	50974		0	0.00
22/6/13	142	144	4		3.7	377	0.00	0.06	3415	3444	54487		0	0.00
23/6/13	147	150	5		3.3	437	0.00	0.06	3522	3597	57902		0	0.00
24/6/13	145	148	6		3.2	441	0.00	0.06	3488	3546	61424		0	0.00
25/6/13	146	148	6		3.0	481	0.00	0.07	3498	3556	64912		0	0.00
26/6/13	160	154	8		2.9	473	0.00	0.07	3830	3705	68410		0	0.00
27/6/13	168	173	8		3.2	481	0.00	0.07	4025	4157	72240		0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

28/6/13	166	169	9	2.9	461	0.00	0.08	3984	4055	76265	0	0.00
29/6/13	162	164	8	2.7	456	0.00	0.08	3891	3935	80249	0	0.00
30/6/13	165	169	9	2.7	459	0.00	0.09	3967	4063	84140	0	0.00
1/7/13	169	168	17	2.5	459	0.00	0.09	4055	4022	88107	0	0.00
2/7/13	170	176	18	2.7	458	0.00	0.09	4073	4213	92162	0	0.00
3/7/13	168	172	18	2.4	439	0.00	0.10	4036	4120	96235	0	0.00
4/7/13	96	113	16	2.4	432	0.00	0.10	2306	2702	100271	0	0.00
5/7/13	164	173	40	2.4	448	0.00	0.10	3937	4153	102577	0	0.00
6/7/13	163	172	43	2.4	451	0.00	0.11	3919	4127	106514	0	0.00
7/7/13	162	170	67	2.3	464	0.00	0.11	3899	4085	110433	0	0.00
8/7/13	164	171	72	2.3	450	0.00	0.12	3945	4098	114332	0	0.00
9/7/13	155	158	70	2.3	460	0.00	0.12	3708	3781	118277	0	0.00
10/7/13	162	171	101	2.3	443	0.00	0.12	3878	4096	121985	0	0.00
11/7/13	154	159	122	2.3	435	0.00	0.13	3704	3817	125863	0	0.00
12/7/13	149	157	120	2.3	461	0.00	0.13	3582	3777	129567	0	0.00
13/7/13	150	158	129	2.2	421	0.00	0.14	3605	3793	133149	0	0.00
14/7/13	154	157	174	2.4	425	0.00	0.14	3707	3769	136754	0	0.00
15/7/13	140	149	180	2.3	431	0.00	0.14	3368	3584	140461	0	0.00
16/7/13	145	152	194	2.3	428	0.00	0.15	3475	3643	143829	0	0.00
17/7/13	77	88	208	2.3	433	0.00	0.15	1856	2118	147304	0	0.00
18/7/13	151	150	239	2.3	439	0.00	0.15	3613	3596	149160	0	0.00
19/7/13	142	147	247	2.2	423	0.00	0.16	3416	3533	152773	0	0.00
20/7/13	135	135	269	2.3	427	0.00	0.16	3238	3228	156189	0	0.00
21/7/13	133	135	288	2.3	412	0.00	0.16	3199	3229	159427	0	0.00
22/7/13	132	130	299	2.3	417	0.00	0.17	3161	3116	162626	0	0.00
23/7/13	128	127	309	2.4	432	0.00	0.17	3081	3038	165787	0	0.00
24/7/13	132	131	302	2.2	410	0.00	0.17	3175	3149	168868	0	0.00
25/7/13	111	113	330	2.5	441	0.00	0.18	2661	2713	172043	0	0.00
26/7/13	147	141	351	2.1	420	0.00	0.18	3518	3374	174704	0	0.00
27/7/13	100	118	364	2.1	407	0.00	0.18	2398	2820	178222	0	0.00
28/7/13	115	138	393	2.1	412	0.00	0.18	2757	3310	180620	0	0.00
29/7/13	108	119	390	2.0	410	0.00	0.19	2592	2863	183377	0	0.00
30/7/13	115	123	389	2.0	411	0.00	0.19	2766	2955	185969	0	0.00
31/7/13	121	121	436	2.1	403	0.00	0.19	2904	2907	188735	0	0.00
1/8/13	119	133	420	1.9	408	1.18	0.20	2851	3184	191639	0	0.00
2/8/13	118	126	431	2.1	403	0.00	0.20	2834	3014	194490	0	0.00
3/8/13	114	118	441	2.0	406	0.00	0.20	2728	2843	197324	0	0.00
4/8/13	113	118	440	2.0	405	0.00	0.20	2711	2827	200052	0	0.00
5/8/13	112	115	449	2.0	405	0.00	0.21	2678	2751	202763	0	0.00
6/8/13	114	115	457	2.0	410	0.00	0.21	2731	2770	205441	0	0.00
7/8/13	104	109	457	2.0	392	1.08	0.21	2503	2619	208172	0	0.00
8/8/13	104	104	478	2.0	407	0.98	0.22	2490	2497	210675	0	0.00
9/8/13	95	100	475	2.0	408	1.08	0.22	2281	2392	213165	0	0.00
10/8/13	101	102	478	2.0	408	1.08	0.22	2430	2439	215446	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

11/8/13	93	97	486	1.9	405	1.10	0.22	2243	2319	217876	0	0.00
12/8/13	95	97	496	2.0	394	1.12	0.23	2283	2319	220119	0	0.00
13/8/13	94	128	499	2.0	393	0.00	0.23	2244	3073	222402	0	0.00
14/8/13	94	121	498	1.9	388	1.18	0.23	2251	2906	224646	0	0.00
15/8/13	93	114	495	1.6	388	2.83	0.23	2223	2732	226897	0	0.00
16/8/13	91	105	501	1.9	404	1.56	0.23	2179	2524	229120	0	0.00
17/8/13	88	131	516	1.9	397	1.48	0.24	2102	3137	231299	0	0.00
18/8/13	93	130	518	2.0	398	1.42	0.24	2228	3118	233401	0	0.00
19/8/13	83	108	486	2.0	389	1.27	0.24	1999	2594	235629	0	0.00
20/8/13	84	132	510	2.0	389	1.29	0.24	2026	3167	237628	0	0.00
21/8/13	97	150	511	2.0	390	1.27	0.25	2325	3602	239654	0	0.00
22/8/13	95	145	513	1.9	397	1.41	0.25	2283	3474	241979	0	0.00
23/8/13	96	140	528	1.9	401	1.41	0.25	2300	3351	244262	0	0.00
24/8/13	75	114	541	1.9	402	1.40	0.25	1811	2732	246562	0	0.00
25/8/13	101	159	562	1.9	384	1.92	0.25	2432	3810	248373	0	0.00
26/8/13	87	134	575	1.9	398	1.47	0.26	2088	3206	250805	0	0.00
27/8/13	93	153	577	1.9	396	1.92	0.26	2242	3660	252893	0	0.00
28/8/13	81	136	715	1.8	390	1.67	0.26	1940	3260	255135	0	0.00
29/8/13	100	180	598	1.9	392	1.67	0.26	2402	4320	257075	0	0.00
30/8/13	105	172	612	1.9	390	1.67	0.27	2531	4128	259477	0	0.00
31/8/13	104	145	614	1.9	391	1.67	0.27	2485	3490	262008	0	0.00
1/9/13	101	175	586	2.0	372	0.98	0.27	2412	4209	264493	0	0.00
2/9/13	104	169	594	1.9	389	1.08	0.27	2491	4053	266905	0	0.00
3/9/13	102	162	596	2.0	393	1.08	0.28	2442	3898	269396	0	0.00
4/9/13	98	151	618	1.9	390	1.08	0.28	2357	3625	271838	0	0.00
5/9/13	101	150	616	1.9	388	1.27	0.28	2418	3588	274195	0	0.00
6/9/13	96	135	630	1.9	390	1.08	0.28	2294	3242	276613	0	0.00
7/9/13	97	127	613	1.9	389	1.27	0.29	2316	3047	278907	0	0.00
8/9/13	94	130	610	1.9	388	1.27	0.29	2261	3117	281223	0	0.00
9/9/13	93	127	618	1.8	385	1.47	0.29	2232	3050	283484	0	0.00
10/9/13	93	127	615	1.9	386	1.47	0.29	2232	3050	285716	0	0.00
11/9/13	102	124	572	1.9	374	1.84	0.29	2451	2972	287948	0	0.00
12/9/13	106	131	569	1.8	382	1.97	0.30	2540	3146	290399	0	0.00
13/9/13	111	136	553	1.6	371	2.08	0.30	2662	3262	292939	0	0.00
14/9/13	121	130	544	1.8	372	1.47	0.30	2912	3109	295601	0	0.00
15/9/13	124	141	598	1.9	371	1.78	0.31	2984	3379	298513	0	0.00
16/9/13	140	140	582	1.8	349	1.92	0.31	3357	3368	301497	0	0.00
17/9/13	144	131	534	1.8	386	1.87	0.31	3458	3136	304854	0	0.00
18/9/13	147	131	534	1.9	395	1.61	0.32	3525	3152	308312	0	0.00
19/9/13	142	137	539	1.9	389	1.27	0.32	3402	3291	311837	0	0.00
20/9/13	137	132	535	1.9	393	1.76	0.32	3278	3163	315239	0	0.00
21/9/13	136	133	542	1.9	388	1.65	0.33	3265	3197	318517	0	0.00
22/9/13	137	130	541	1.9	392	1.59	0.33	3296	3118	321782	0	0.00
23/9/13	134	130	551	1.9	391	1.65	0.33	3210	3113	325078	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

24/9/13	132	137	541	1.9	387	1.87	0.34	3164	3298	328288	0	0.00
25/9/13	122	134	542	1.8	382	1.90	0.34	2939	3219	331452	0	0.00
26/9/13	158	155	545	1.9	385	1.57	0.34	3780	3716	334391	0	0.00
27/9/13	74	86	530	1.9	381	1.47	0.35	1782	2068	338171	0	0.00
28/9/13	132	140	564	1.8	382	1.86	0.35	3172	3348	339953	0	0.00
29/9/13	139	131	560	1.8	389	1.86	0.35	3344	3149	343125	0	0.00
30/9/13	136	124	575	1.8	384	1.59	0.35	3252	2985	346469	0	0.00
1/10/13	133	122	555	1.9	384	1.57	0.36	3184	2922	349721	0	0.00
2/10/13	133	130	560	1.9	383	1.57	0.36	3180	3110	352905	0	0.00
3/10/13	133	127	541	1.8	378	1.67	0.36	3195	3045	356085	0	0.00
4/10/13	115	124	551	1.8	378	1.57	0.37	2754	2980	359280	0	0.00
5/10/13	121	154	554	1.8	378	1.57	0.37	2900	3690	362034	0	0.00
6/10/13	125	150	547	1.8	381	1.67	0.37	3010	3598	364934	0	0.00
7/10/13	129	148	576	1.8	376	1.57	0.38	3102	3559	367944	0	0.00
8/10/13	128	139	555	1.8	379	1.67	0.38	3061	3330	371046	0	0.00
9/10/13	119	127	550	1.8	370	1.67	0.38	2860	3048	374107	0	0.00
10/10/13	134	140	540	1.8	375	1.57	0.39	3208	3350	376967	0	0.00
11/10/13	108	108	544	1.8	379	1.67	0.39	2601	2593	380175	0	0.00
12/10/13	117	110	543	1.8	370	1.96	0.39	2813	2634	382776	0	0.00
13/10/13	116	106	542	1.7	400	2.06	0.39	2781	2547	385589	0	0.00
14/10/13	114	106	545	1.8	384	1.76	0.40	2741	2538	388370	0	0.00
15/10/13	116	109	545	1.8	388	2.35	0.40	2786	2614	391111	0	0.00
16/10/13	112	113	535	1.8	374	2.35	0.40	2688	2710	393897	0	0.00
17/10/13	129	133	543	1.8	380	1.92	0.41	3086	3197	396585	0	0.00
18/10/13	118	130	585	1.8	385	2.18	0.41	2824	3120	399671	0	0.00
19/10/13	115	131	585	1.8	381	1.80	0.41	2755	3149	402495	0	0.00
20/10/13	122	145	584	1.8	384	2.25	0.41	2916	3469	405250	0	0.00
21/10/13	124	136	580	1.8	385	1.92	0.42	2974	3258	408166	0	0.00
22/10/13	122	130	571	1.8	377	2.25	0.42	2919	3128	411140	0	0.00
23/10/13	119	127	569	1.8	379	2.35	0.42	2864	3056	414059	0	0.00
24/10/13	129	130	571	1.6	396	3.20	0.43	3095	3111	416923	0	0.00
25/10/13	113	117	562	1.7	398	3.04	0.43	2709	2800	420018	0	0.00
26/10/13	135	140	565	1.8	371	1.67	0.43	3246	3360	422727	0	0.00
27/10/13	116	119	565	1.8	370	1.67	0.44	2787	2863	425973	0	0.00
28/10/13	125	115	565	1.8	377	2.25	0.44	2991	2754	428760	0	0.00
29/10/13	118	122	512	1.7	380	2.45	0.44	2827	2918	431751	0	0.00
30/10/13	132	134	513	1.8	378	2.25	0.44	3161	3207	434578	0	0.00
31/10/13	122	124	530	1.7	360	2.45	0.45	2932	2970	437739	0	0.00
1/11/13	122	119	540	1.8	377	1.76	0.45	2925	2859	440671	0	0.00
2/11/13	120	120	529	1.84	373	1.67	0.45	2879	2883	443596	0	0.00
3/11/13	126	115	514	1.79	374	1.76	0.46	3021	2749	446475	0	0.00
4/11/13	124	111	530	1.8	377	1.76	0.46	2975	2654	449496	0	0.00
5/11/13	125	113	528	1.8	376	1.76	0.46	2994	2701	452471	0	0.00
6/11/13	131	110	506	1.78	375	1.76	0.47	3132	2629	455465	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

7/11/13	128	115	542	1.77	382	1.77	0.47	3067	2757	458597	0	0.00
8/11/13	128	108	518	1.78	380	1.76	0.47	3074	2589	461664	0	0.00
9/11/13	126	107	524	1.79	384	1.76	0.48	3019	2569	464738	0	0.00
10/11/13	121	99	517	1.71	378	2.55	0.48	2905	2379	467757	0	0.00
11/11/13	126	103	514	1.83	370	1.8	0.48	3030	2460	470662	0	0.00
12/11/13	118	96	512	1.81	374	1.96	0.48	2834	2296	473692	0	0.00
13/11/13	105	101	514	1.82	370	1.8	0.49	2520	2422	476526	0	0.00
14/11/13	121	102	514	1.93	368	1.51	0.49	2909	2442	479046	0	0.00
15/11/13	113	96	530	1.89	349	1.57	0.49	2720	2306	481955	0	0.00
16/11/13	99	95	528	1.79	368	1.98	0.50	2374	2285	484675	0	0.00
17/11/13	97	92	488	1.88	370	1.67	0.50	2334	2207	487049	0	0.00
18/11/13	111	90	444	1.84	369	1.76	0.50	2657	2158	489383	0	0.00
19/11/13	109	90	458	1.77	380	2.1	0.50	2609	2171	492040	0	0.00
20/11/13	96	91	523	1.94	380	1.47	0.51	2304	2190	494649	0	0.00
21/11/13	102	89	498	1.8	379	1.86	0.51	2438	2126	496953	0	0.00
22/11/13	100	86	505	1.78	369	2.1	0.51	2399	2074	499391	0	0.00
23/11/13	96	91	496	1.81	371	2.06	0.51	2304	2195	501790	0	0.00
24/11/13	94	96	497	1.85	372	1.8	0.52	2266	2307	504094	0	0.00
25/11/13	95	93	499	1.82	378	1.76	0.52	2278	2226	506360	0	0.00
26/11/13	109	106	501	1.83	379	1.76	0.52	2608	2546	508638	0	0.00
27/11/13	93	88	526	1.82	368	1.76	0.52	2239	2115	511246	0	0.00
28/11/13	98	91	508	1.8	373	1.76	0.53	2340	2191	513485	0	0.00
29/11/13	96	89	484	1.83	376	1.67	0.53	2299	2132	515825	0	0.00
30/11/13	91	90	480	1.82	374	1.76	0.53	2193	2151	518124	0	0.00
1/12/13	89	59	478	1.81	375	1.76	0.53	2142	1427	520317	0	0.00
2/12/13	96	86	464	1.91	352	1.67	0.53	2296	2054	522459	0	0.00
3/12/13	96	83	474	1.93	349	1.18	0.54	2303	1981	524755	0	0.00
4/12/13	100	87	476	1.9	348	1.76	0.54	2399	2090	527058	0	0.00
5/12/13	105	86	475	1.9	347	1.18	0.54	2519	2061	529457	0	0.00
6/12/13	110	86	477	2.0	349	1.08	0.54	2629	2072	531976	0	0.00
7/12/13	102	79	463	1.9	378	1.57	0.55	2438	1885	534605	0	0.00
8/12/13	105	83	463	1.9	376	1.47	0.55	2523	1995	537043	0	0.00
9/12/13	105	83	452	1.8	374	2.06	0.55	2513	1981	539566	0	0.00
10/12/13	104	80	450	1.8	376	2.06	0.55	2495	1912	542079	0	0.00
11/12/13	101	79	455	1.8	374	1.76	0.56	2421	1902	544574	0	0.00
12/12/13	99	84	434	1.9	366	1.57	0.56	2384	2015	546995	0	0.00
13/12/13	103	83	433	1.9	368	1.57	0.56	2463	1995	549379	0	0.00
14/12/13	101	83	433	1.9	370	1.47	0.56	2414	1985	551842	0	0.00
15/12/13	100	81	436	1.9	375	1.37	0.57	2400	1938	554256	0	0.00
16/12/13	101	80	438	1.9	366	1.62	0.57	2413	1923	556656	0	0.00
17/12/13	96	77	424	1.9	380	1.96	0.57	2305	1847	559069	0	0.00
18/12/13	100	83	412	1.9	366	1.76	0.57	2394	1997	561374	0	0.00
19/12/13	94	87	402	1.9	355	1.67	0.58	2263	2092	563768	0	0.00
20/12/13	98	87	414	1.9	373	1.67	0.58	2362	2077	566031	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

21/12/13	96	88	418	2.0	364	0.00	0.58	2294	2110	568393	0	0.00
22/12/13	101	92	324	1.9	383	1.76	0.58	2412	2217	570687	0	0.00
23/12/13	96	92	370	1.9	370	1.47	0.59	2315	2214	573099	0	0.00
24/12/13	97	96	395	1.9	365	1.27	0.59	2325	2295	575414	0	0.00
25/12/13	99	96	396	2.0	365	0.00	0.59	2383	2303	577739	0	0.00
26/12/13	96	94	394	2.0	368	0.00	0.59	2311	2260	580122	0	0.00
27/12/13	95	91	391	2.0	371	1.18	0.60	2283	2191	582433	0	0.00
28/12/13	98	91	395	2.0	370	0.00	0.60	2344	2182	584716	0	0.00
29/12/13	93	84	392	2.0	367	0.00	0.60	2240	2023	587060	0	0.00
30/12/13	95	90	384	2.1	369	0.00	0.60	2285	2157	589300	0	0.00
31/12/13	95	92	390	2.0	368	0.00	0.61	2289	2217	591585	0	0.00
1/1/14	104	92	366	2.0	364	0.00	0.61	2495	2210	593874	0	0.00
2/1/14	94	92	372	2.0	365	0.00	0.61	2260	2209	596369	0	0.00
3/1/14	96	100	376	1.9	358	1.37	0.61	2300	2391	598629	0	0.00
4/1/14	93	96	376	2.0	362	1.27	0.62	2228	2300	600929	0	0.00
5/1/14	94	97	383	2.0	360	1.18	0.62	2260	2328	603157	0	0.00
6/1/14	98	93	380	2.0	357	0.98	0.62	2344	2240	605417	0	0.00
7/1/14	98	93	376	2.0	361	0.00	0.62	2343	2227	607761	0	0.00
8/1/14	91	89	376	2.0	362	0.00	0.62	2187	2147	610104	0	0.00
9/1/14	90	86	383	1.9	363	1.37	0.63	2152	2067	612291	0	0.00
10/1/14	89	87	355	2.0	358	1.27	0.63	2147	2087	614443	0	0.00
11/1/14	89	88	364	2.0	362	0.88	0.63	2141	2113	616590	0	0.00
12/1/14	90	84	354	2.0	359	0.00	0.63	2152	2008	618731	0	0.00
13/1/14	90	82	367	2.0	356	0.00	0.64	2161	1969	620883	0	0.00
14/1/14	89	86	380	2.0	355	0.00	0.64	2135	2055	623044	0	0.00
15/1/14	90	86	354	2.0	370	0.00	0.64	2164	2061	625179	0	0.00
16/1/14	89	82	343	2.0	357	0.88	0.64	2127	1957	627343	0	0.00
17/1/14	88	85	340	1.9	359	1.53	0.64	2119	2032	629470	0	0.00
18/1/14	89	83	330	1.9	354	1.55	0.65	2129	1991	631589	0	0.00
19/1/14	88	81	328	1.9	362	1.63	0.65	2108	1948	633718	0	0.00
20/1/14	88	81	331	2.0	356	1.37	0.65	2105	1935	635826	0	0.00
21/1/14	87	79	324	2.1	353	0.00	0.65	2096	1888	637931	0	0.00
22/1/14	96	82	322	2.0	359	0.00	0.66	2298	1965	640027	0	0.00
23/1/14	108	86	321	2.0	352	0.00	0.66	2587	2065	642325	0	0.00
24/1/14	113	77	325	2.0	351	0.00	0.66	2705	1842	644912	0	0.00
25/1/14	111	75	323	1.98	354	1.08	0.66	2671	1805	647617	0	0.00
26/1/14	112	95	325	2.01	356	0.00	0.67	2689	2280	650287	0	0.00
27/1/14	119	88	325	2.02	358	0.00	0.67	2858	2111	652976	0	0.00
28/1/14	117	87	324	2.02	354	0.00	0.67	2803	2084	655834	0	0.00
29/1/14	115	84	311	1.92	366	1.6	0.67	2748	2024	658637	0	0.00
30/1/14	113	81	294	2.05	355	0.00	0.68	2716	1946	661385	0	0.00
31/1/14	112	79	308	1.98	351	0.98	0.68	2687	1890	664101	0	0.00
1/2/14	101	79	296	1.89	352	1.37	0.68	2413	1896	666788	0	0.00
2/2/14	114	79	301	1.96	356	1.37	0.68	2735	1891	669201	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

21/7/16	82	32	108	0.0	0	0.00	2.74	1956	760	2672933	0	0.00
22/7/16	72	29	116	2.2	326	0.00	2.74	1728	691	2674889	0	0.00
23/7/16	83	39	106	2.1	326	0.00	2.74	2001	931	2676617	0	0.00
24/7/16	72	36	108	0.0	0	0.00	2.74	1728	856	2678618	0	0.00
25/7/16	68	39	107	2.1	332	0.00	2.74	1627	929	2680346	0	0.00
26/7/16	107	44	107	0.0	0	0.00	2.75	2566	1050	2681973	0	0.00
27/7/16	75	42	108	2.1	335	0.00	2.75	1798	997	2684539	0	0.00
28/7/16	81	55	107	0.0	0	0.00	2.75	1943	1322	2686337	0	0.00
29/7/16	71	52	108	2.1	329	0.00	2.75	1702	1253	2688280	0	0.00
30/7/16	74	56	104	0.0	0	0.00	2.75	1783	1334	2689982	0	0.00
31/7/16	75	57	105	2.1	322	0.00	2.76	1793	1368	2691765	0	0.00
1/8/16	78	60	105	0.0	0	0.00	2.76	1880	1447	2693558	0	0.00
2/8/16	77	71	104	2.2	324	0.00	2.76	1838	1715	2695438	0	0.00
3/8/16	78	75	106	0.0	0	0.00	2.76	1870	1792	2697276	0	0.00
4/8/16	71	72	109	2.1	323	0.00	2.76	1696	1725	2699146	0	0.00
5/8/16	78	86	108	0.0	0	0.00	2.76	1870	2062	2700842	0	0.00
6/8/16	73	78	109	2.1	315	0.00	2.77	1754	1879	2702712	0	0.00
7/8/16	74	85	106	0.0	0	0.00	2.77	1781	2044	2704466	0	0.00
8/8/16	80	93	113	2.1	318	0.00	2.77	1912	2236	2706247	0	0.00
9/8/16	73	82	110	0.0	0	0.00	2.77	1740	1959	2708159	0	0.00
10/8/16	75	87	106	2.0	327	0.00	2.77	1799	2090	2709899	0	0.00
11/8/16	76	83	109	0.0	0	0.00	2.78	1829	1987	2711698	0	0.00
12/8/16	75	86	114	2.0	309	0.00	2.78	1799	2066	2713527	0	0.00
13/8/16	76	88	106	0.0	0	0.00	2.78	1814	2111	2715326	0	0.00
14/8/16	75	85	108	2.1	326	0.00	2.78	1797	2051	2717140	0	0.00
15/8/16	76	84	110	0.0	0	0.00	2.78	1821	2006	2718937	0	0.00
16/8/16	73	80	108	2.2	314	0.00	2.78	1745	1926	2720758	0	0.00
17/8/16	77	86	102	0.0	0	0.00	2.79	1842	2052	2722503	0	0.00
18/8/16	75	86	106	2.1	307	0.00	2.79	1791	2058	2724345	0	0.00
19/8/16	75	83	108	0.0	0	0.00	2.79	1807	2002	2726136	0	0.00
20/8/16	76	82	102	2.0	315	0.00	2.79	1814	1979	2727943	0	0.00
21/8/16	77	83	102	0.0	0	0.00	2.79	1848	2001	2729757	0	0.00
22/8/16	77	83	104	2.1	311	0.00	2.80	1854	2000	2731605	0	0.00
23/8/16	76	79	106	2.1	313	0.00	2.80	1826	1898	2733459	0	0.00
24/8/16	70	82	104	0.0	0	0.00	2.80	1677	1967	2735285	0	0.00
25/8/16	70	81	103	2.2	314	0.00	2.80	1685	1955	2736962	0	0.00
26/8/16	63	78	109	0.0	0	0.00	2.80	1500	1882	2738648	0	0.00
27/8/16	59	76	99	2.2	300	0.00	2.80	1409	1819	2740148	0	0.00
28/8/16	61	77	96	0.0	0	0.00	2.81	1465	1852	2741557	0	0.00
29/8/16	65	75	110	2.1	317	0.00	2.81	1556	1806	2743022	0	0.00
30/8/16	72	74	107	0.0	0	0.00	2.81	1728	1778	2744578	0	0.00
31/8/16	66	74	109	2.1	326	0.00	2.81	1581	1778	2746306	0	0.00
1/9/16	53	62	105	0.0	0	0.00	2.81	1272	1481	2747887	0	0.00
2/9/16	61	76	104	2.1	313	0.00	2.81	1465	1813	2749159	0	0.00

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЕ Б

3/9/16	61	76	109	0.0	0	0.00	2.82	1464	1817	2750624	0	0.00
4/9/16	61	77	107	2.1	309	0.00	2.82	1465	1842	2752088	0	0.00
5/9/16	60	73	110	0.0	0	0.00	2.82	1433	1755	2753553	0	0.00
6/9/16	60	72	109	2.1	302	0.00	2.82	1439	1725	2754986	0	0.00
7/9/16	60	70	107	0.0	0	0.00	2.82	1440	1683	2756425	0	0.00
8/9/16	55	71	120	2.1	318	0.00	2.82	1320	1700	2757865	0	0.00
9/9/16	47	68	114	0.0	0	0.00	2.82	1125	1628	2759185	0	0.00
10/9/16	56	68	118	2.0	312	0.00	2.83	1334	1625	2760310	0	0.00
11/9/16	56	69	119	0.0	0	0.00	2.83	1342	1656	2761644	0	0.00
12/9/16	55	68	116	2.0	308	0.00	2.83	1311	1639	2762986	0	0.00
13/9/16	60	69	114	0.0	0	0.00	2.83	1431	1649	2764297	0	0.00
14/9/16	70	70	112	2.0	328	0.00	2.83	1686	1669	2765728	0	0.00
15/9/16	69	66	114	0.0	0	0.00	2.83	1661	1589	2767414	0	0.00
16/9/16	68	68	116	2.1	317	0.00	2.83	1634	1642	2769075	0	0.00
17/9/16	71	69	108	0.0	0	0.00	2.84	1693	1663	2770709	0	0.00
18/9/16	70	69	112	2.1	289	0.00	2.84	1677	1649	2772402	0	0.00
19/9/16	63	70	103	0.0	0	0.00	2.84	1506	1671	2774079	0	0.00
20/9/16	59	69	105	2.1	291	0.00	2.84	1416	1656	2775585	0	0.00
21/9/16	70	69	102	0.0	0	0.00	2.84	1672	1657	2777001	0	0.00
22/9/16	68	72	106	1.9	322	1.27	2.84	1634	1723	2778673	0	0.00
23/9/16	75	71	106	1.9	322	1.27	2.85	1796	1705	2780307	0	0.00
24/9/16	68	66	104	0.0	0	0.00	2.85	1670	1595	2782103	0	0.00
25/9/16	66	66	102	1.9	326	1.18	2.85	1590	1593	2783723	0	0.00
26/9/16	74	72	104	0.0	0	0.00	2.85	1764	1728	2785313	0	0.00
27/9/16	70	66	100	1.9	320	1.18	2.85	1670	1591	2787077	0	0.00
28/9/16	71	67	100	0.0	0	0.00	2.85	1699	1607	2788747	0	0.00
29/9/16	69	70	98	2.0	325	1.08	2.86	1663	1681	2790446	0	0.00
30/9/16	67	66	102	0.0	0	0.00	2.86	1596	1577	2792109	0	0.00
1/10/16	64	67	100	2.0	322	0.98	2.86	1540	1616	2793705	0	0.00
2/10/16	70	65	100	0.0	0	0.00	2.86	1686	1559	2795245	0	0.00
3/10/16	76	75	104	2.0	324	0.98	2.86	1812	1801	2796931	0	0.00
4/10/16	60	62	102	0.0	0	0.00	2.86	1441	1498	2798743	0	0.00
5/10/16	57	66	95	2.0	303	0.00	2.87	1375	1576	2800184	0	0.00
6/10/16	58	67	98	0.0	0	0.00	2.87	1380	1604	2801559	0	0.00
7/10/16	60	68	94	2.0	313	0.00	2.87	1440	1638	2802939	0	0.00
8/10/16	58	65	102	0.0	0	0.00	2.87	1392	1558	2804379	0	0.00
9/10/16	56	59	96	2.0	298	0.00	2.87	1335	1408	2805771	0	0.00
10/10/16	58	67	98	0.0	0	0.00	2.87	1403	1607	2807106	0	0.00

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Справка о внедрении

УТВЕРЖДАЮ:

Директор рудника «Каратау»

Утетилев Р.Е.

2021 г.

Справка о внедрении

Настоящим подтверждаем, что результаты диссертационной работы Омарбекова Ернура Уразгалиевича, на тему: «Разработка технологии ПСВ урана в условиях высоконапорного характера подземных вод» обладают актуальностью, представляют практический интерес и были использованы при отработке запасов урановой руды блока №32, рудника Каратау. Предлагаемая технология позволила снизить себестоимость выщелачивания урана в среднем на 32 млн. тенге за счет снижения затрат на буровые работы и на количество погружных насосов откачных скважин.

Зам. начальника ГТО рудника «Каратау»



С.М. Букенов