

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое Акционерное Общество Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра Гидрогеологии, инженерной и нефтегазовой геологии

6B05202– Гидрогеология и инженерная геология

Турсунова Ирада Акбаржановна

Проект до разведочных работ на осушенном дне Аральского моря с целью увеличения
запасов подземных вод для организации системы орошения плантации саксаула на
участке 1500 га в «Аральском районе, Кызылординской области

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту**

6B05202– Гидрогеология и инженерная геология

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое Акционерное Общество Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турсысова

Кафедра Гидрогеологии, инженерной и нефтегазовой геологии



**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту**

На тему: «Проект до разведочных работ на осущенном дне Аральского моря с целью
увеличения запасов подземных вод для организации системы орошения плантации
саксаула на участке 1500 га в «Аральском районе, Кызылординской области»

6B05202– Гидрогеология и инженерная геология

Выполнила

Турсунова И.Т

Рецензент

Доктор Ph.D, научный сотрудник

Гажиев С.Р.



Научный руководитель

Кандидат геолого-минералогических
наук

Завалей В.А.

«11» 06 2025

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Некоммерческое Акционерное Общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

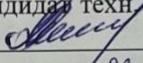
Институт Геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова

Кафедра Гидрогеологии, инженерной и нефтегазовой геологии

6B05202– Гидрогеология и инженерная геология

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Гидрогеологии,
инженерной и нефтегазовой геологии
кандидат техн. наук, ассоц. профессор


«11» 06 2025г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Обучающейся Турсунова Ирада Акбаржановна

Тема: Проект доразведочных работ на осушенном дне Аральского моря с целью увеличения запасов подземных вод для организации системы орошения плантации саксаула на участке 1500 га в Аральском районе, Кызылординской области

Утверждена приказом Член правления – проректора по академическим вопросам №26-П/Ө «29» января 2025г.

Срок сдачи законченной работы «12» июня 2025 г.

Исходные данные к дипломному проекту: были получены из архивов, результаты анализа научно-исследовательской литературы, материалы из интернет ресурсов

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Общие сведения об исследуемой территории

б) Виды и объемы проектируемых работ

в) Предварительный расчет эксплуатационных запасов подземных вод

Перечень графического материала: 59 страниц текста и 3 приложения

представлены 13 слайда презентации работы.

Рекомендуемая основная литература состоит из 25 наименования

1 Альтовский М.Е. -Справочник гидрогеолога. Госгеотехиздат. 1962г

2 Ахмедсафин У.М. -Формирование групповых и артезианских вод Казахстана.

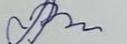
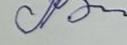
Издательство «Наука» КазССР. Алма-Ата.1965 г.

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

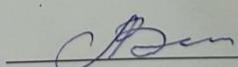
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	21.03.2025	Выполнено
Геологическая изученность района	06.04.2025	Выполнено
Виды и объемы проектируемых работ	21.04.2025	Выполнено
Предварительный расчет эксплуатационных запасов подземных вод	08.05.2025	Выполнено

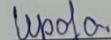
ПОДПИСИ

консультантов и норм контролера на законченный дипломный проект с указанием
относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Физико-географическая характеристика района	Завалей В.А кандидат геолого-минералогических наук	10.06	
Виды и объемы проектируемых работ	Завалей В.А кандидат геолого-минералогических наук	10.06	
Предварительный расчет эксплуатационных запасов подземных вод	Завалей В.А кандидат геолого-минералогических наук	10.06	
Нормконтролёр	Доктор Ph.D., Кульдеева Э.М.	05.06	

Научный руководитель

 Завалей В.А

Задания принял к исполнению обучающийся  Турсунова И.А.

Дата

« 10 » 06 2025 года

АННОТАЦИЯ

Бұл дипломдық жоба Арал теңізінің құрғаған түбінде тұщы жер асты суларын барлау және бағалау бойынша инженерлік-геологиялық жұмыстар кешенін жобалауға арналған. Жобаның басты мақсаты — экожүйені қалпына келтіру және аймақтың геоэкологиялық жағдайын тұрақтандыру мақсатында саксаул отырғызу үшін қажет су көздерін анықтау. Жобада рекогносцировкалық зерттеулер, бұрғылау, геофизикалық өлшеулер, зертханалық және камералдық жұмыстар қарастырылған. Жобаның ерекшелігі — табиғи-климаттық жағдайлары қын аймақта инженерлік тұрғыдан бейімделген шешімдерді қолдану және алынған деректерге негізделген нақты ұсыныстар беру. Жоба нәтижесінде сенон және турон горизонтарында 888,9 м³/тәу дебитпен С1 санатындағы жерасты су қоры анықталды, бұл саксаул алқабын суаруға жетед

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена проектированию комплекса инженерногидрологических работ на осушенном дне Аральского моря с целью обеспечения экологических мероприятий водными ресурсами. Главной задачей является обеспечение водоснабжения для орошения саксауловой плантации площадью 500 га, в рамках регионального проекта восстановления экосистемы. В работе рассмотрены физикогеографические и геологические условия района, проанализированы результаты ранее выполненных изысканий, определены водоносные горизонты, параметры и запасы подземных вод. Проведён комплекс проектных мероприятий: бурение, фильтрационные испытания, лабораторные исследования, гидродинамические расчёты. Установлено, что туронский и сенонский горизонты содержат запасы категории С1 с дебитом 888,9 м³/сутки, пригодные для длительной эксплуатации. Работа отличается применением современных методов анализа, адаптацией к суровым природным условиям региона и включает практические рекомендации для дальнейшего освоения ресурсов.

ANNOTATION

This thesis project is devoted to the design of a comprehensive hydrogeological and engineering exploration program on the dried bottom of the Aral Sea. Its main objective is to identify groundwater sources to support the irrigation of a 500-hectare saxaul plantation, contributing to ecological restoration efforts under a regional environmental initiative. The project includes the study of physical and geological conditions, review of historical data, identification and characterization of aquifers, and estimation of groundwater reserves. The research encompasses reconnaissance, drilling, geophysical surveys, filtration tests, laboratory analyses, and hydrodynamic calculations. As a result, sustainable groundwater reserves of 888.9 m³/day (C1 category) were confirmed in the Turonian and Senonian horizons. The work is notable for applying modern assessment techniques, integrating field data, and providing actionable recommendations tailored to the harsh environmental conditions of the Aral Sea region.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9	
1	Физико-географическая характеристика района	11
2	Анализ и оценка ранее проведенных исследований	25
3	Геологическое строение гидрологические условия работ	29
4	Результаты поисково-разведочных работ на участке за 2022 год	36
4.1	Рекогносцировочные исследования	36
4.2	Характеристика видов и объемов выполненных работ	36
4.3	Параметры водоносного горизонта	39
4.4	Методика и результаты оценки эксплуатационных подземных вод	40
5	Виды и объемы проектируемых работ	41
5.1	Рекогносцировочные исследования территории	41
5.2	Буровые работы	43
	5.2.1 Методика проведения работ	44
	5.2.2 Технология проведения буровых работ	45
5.3	Геофизические исследования	48
5.4	Опытно-фильтрационные работы	49
5.5	Режимные наблюдения	50
5.6	Топографо-геодезические работы	51
5.7	Лабораторные исследования	52
5.8	Камеральные работы	54
6	Характеристика и параметры проектируемого водозабора	56
6.1	Расчетная схема и потребность в воде	56
6.2	Требования к качеству подземных вод	60
7	Предварительный расчет эксплуатационных запасов вод	61
7.1	Обоснование режима водоотбора и срок эксплуатации	61
7.2	Принимаемые расчеты гидрологических работ	61
7.3	Методика и оценка эксплуатационных запасов	62
7.4	Выводы и рекомендации	63
8	Сметная стоимость проектных работ	65
	Заключение	66
	Список использованной литературы	67

Приложение

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее острых экологических проблем Центральной Азии остаётся катастрофическое обмеление Аральского моря. За последние десятилетия неконтролируемый забор воды из питающих его рек Амударья и Сырдарья привёл к значительному сокращению водной поверхности, что вызвало серьёзные последствия как для окружающей среды, так и для здоровья местного населения. Нарушение водного баланса и высыхание значительной части акватории привели к образованию огромных площадей солончаков и дефляционных участков, откуда в атмосферу ежегодно поднимаются миллионы тонн пыли, соли и вредных химических соединений, ранее накапливавшихся в морской воде.

Международное экологическое сообщество пришло к выводу, что полное восстановление Аральского моря в его прежних границах практически невозможно. Однако ключевой задачей стало улучшение геоэкологической обстановки на высохшем дне моря и прилегающих территориях. В связи с этим приоритетным направлением стало снижение пылевых выбросов и стабилизация почв.

Основную инициативу в решении данной проблемы взял на себя Казахстан, а также Узбекистан при активной поддержке международных организаций, в первую очередь — Агентства США по международному развитию (USAID). Именно при содействии USAID были разработаны и начаты программы по лесомелиорации и озеленению высохшего дна Арала. Одним из эффективных решений стало озеленение территории с использованием устойчивых эндемичных растений, в первую очередь — саксаула, который способен произрастать в экстремальных условиях с минимальным уровнем полива за счёт атмосферных осадков и влаги, накапливаемой в почве.

Лора Чизмо, директор Департамента экономического развития Региональной миссии USAID в Центральной Азии, сказала: «Предоставление поддержки и повышение потенциала для реализации государственных инициатив — это один из способов, с помощью которого Соединенные Штаты стремятся использовать свой опыт для повышения экономического процветания и устойчивого развития Центральной Азии. Такие проекты, как этот, направлены как на улучшение условий жизни и создание устойчивости, так и на развитие сотрудничества между странами в долгосрочной перспективе»[1]

При этом исследования показывают, что с учётом агротехнических мероприятий, таких как подготовка почвы, уход за посадками и организация капельного или минимального полива, можно добиться высокой интенсивности роста и устойчивости растительности.

В 2022 году при поддержке USAID была проведена крупномасштабная опытная посадка растений на высохшем дне Арала. Полученные результаты продемонстрировали положительное влияние таких мероприятий на состояние почв, снижение пылевых бурь и улучшение экологической обстановки в регионе. Эти данные свидетельствуют о необходимости продолжения и расширения подобных работ, а также обоснованности увеличения площади озеленения при условии обеспечения водой соответствующего качества и объема.

Настоящая дипломная работа направлена на проектирование комплекса поисково-разведочных работ с целью обеспечения таких экологических мероприятий водными ресурсами. Проект охватывает весь цикл, включая рекогносцировочное обследование, бурение поисково-разведочных скважин и проведение опытно-фильтрационных работ.

Авторы проекта принимали участие в полевых работах в 2024 году в районе Аральского моря, где были свидетелями результатов проведенных работ 2022 года. Что повлекло за собой идею расширения плантации саксаула.

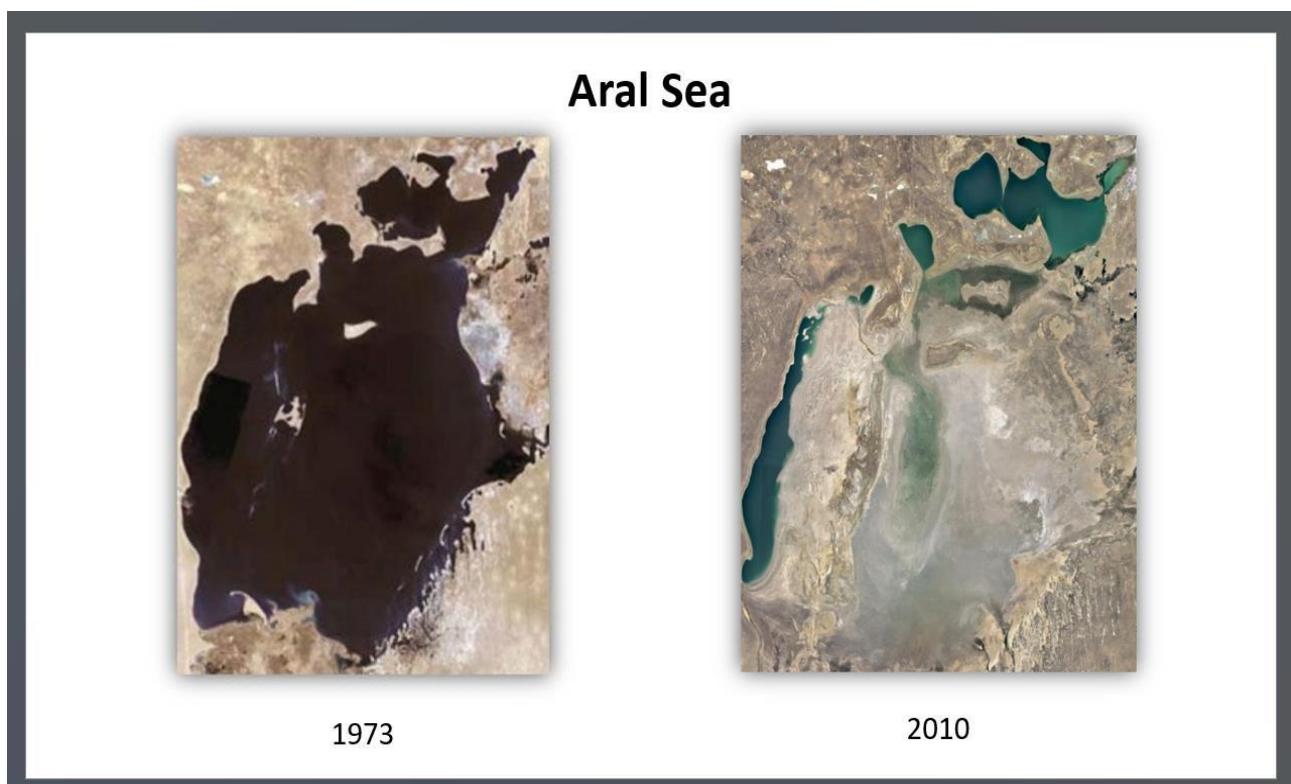


Рисунок 1 – аэроснимок - фотография Аральского моря 1973 - 2010 г. г. предоставленная в статье «Правительство США представляет проект по созданию «оазиса» для возрождения экосистемы Аральского моря»

1 Физико-географическая характеристика района

Ключевые особенности климата — это избыток тепла, нехватка влаги, долгое, жаркое и сухое лето, короткая, но теплая зима, а также высокая испаряемость.

Бассейн Аральского моря расположен в центральной части Евразии и охватывает субтропические широты и южную часть умеренной зоны. Из-за континентального положения, удаленности от морей и океанов климат в регионе ярко выражено континентальный и засушливый.

Климат территории бассейна Аральского моря относится к пустынному, резко континентальному и крайне сухому. В июле средняя температура воздуха составляет $+24\dots+26^{\circ}\text{C}$, а максимальная может достигать $+45^{\circ}\text{C}$. Январь на юго-западе характеризуется средней температурой $-6\dots-8^{\circ}\text{C}$, а на севере и северо-востоке $-11\dots-12^{\circ}\text{C}$. Минимальная температура достигает -38°C . В зимний период северная и северо-восточная части Аральского моря покрываются льдом. Годовое количество осадков варьируется: на юго-западе — около 100 мм, на северо-востоке — до 125–130 мм.

В пустынных районах Средней Азии температура воздуха и продолжительность периода без заморозков увеличиваются с севера на юг. В южной части климатических зон средняя температура положительная на протяжении 11–12 месяцев в году, в средней части пустынь — 8–14 месяцев, на севере — 7–8 месяцев. Вегетационный период, когда средняя температура превышает 10°C , на юге дает сумму температур $45\dots56^{\circ}\text{C}$, на севере — $32\dots40^{\circ}\text{C}$. В южных районах (Каракумы и Кызылкумы) летом фиксируются экстремальные температуры до $+48\dots+49^{\circ}\text{C}$, а на севере возможны минимумы до -36°C .

Осадки в основном выпадают зимой и весной, их количество зависит от рельефа: на равнинах и низких предгорьях — от 90 до 450 мм в год, в горах — до 1000–1500 мм. По многолетним данным, самые дождливые месяцы — март и апрель, самые сухие — с июня по август. На равнинных территориях число дней с осадками в году варьируется от 30 до 70.

Многолетние наблюдения показывают, что средние месячные осадки составляют от 5,0 до 18,6 мм, наименьшие — в сентябре, наибольшие — в марте и апреле.

Высокие температуры и недостаток влаги способствуют интенсивному испарению. При гидроморфных условиях испаряемость (Er) значительно превышает количество осадков — в 1,26–4,55 раза — в основном за счет испарения грунтовых вод. Водный режим таких почв выпотной, а его интенсивность при уровне грунтовых вод ($УГВ$) $< 3,5$ м может составлять от 0,35 до 3,55 от годовой суммы осадков.[2]

Малое количество осадков и высокая испаряемость обуславливают поверхностное и незначительное увлажнение почв, а также накопление солей в

верхнем метровом слое. Подгорные равнины обладают чуть лучшими условиями увлажнения и промывания почв.

Таблица 1.1 – Суммарная ежемесячная высота атмосферных осадков (в мм) за период с 2001 по 2022 гг по МС Аральского моря

Год	Месяцы												Ср. год.	Сумм. за год
	1	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2001	14,9	2,8	4,6	11,7	3,8	7,6	11,3	4,7	5,6	15,2	11,0	13,7	8,91	106,9
2002	22,6	14,7	26,9	38,6	5,7	24,9	0,1	0,5	-	4,1	3,6	11,5	13,93	153,2
2003	8,3	10,4	39,8	4,3	48,3	101,1	21,1	0,0	6,4	3,1	18,4	3,2	22,03	264,4
2004	15,7	30,8	2,0	20,7	2,1	7,0	20,6	4,2	0,0	10,1	18,5	21,8	12,79	153,5
2005	15,6	3,8	11,6	1,0	4,2	7,4	1,1	7,6	0,0	0,0	7,2	3,3	5,23	62,8
2006	2,7	40,8	11,5	12,3	0,3	2,2	0,8	-	4,1	36,3	15,6	6,2	12,07	132,8
2007	13,1	8,5	14,5	11,9	26,3	0,6	18,8	12,7	-	3,4	20,1	3,1	12,09	133
2008	8,8	2,5	11,4	14,9	20,6	45,5	26,0	0,0	11,8	20,4	2,1	21,3	15,44	185,3
2009	15,0	5,8	13,6	23,2	8,0	13,1	0,0	14,4	7,4	2,1	6,4	5,0	9,50	114
2010	29,7	10,7	22,7	19,3	0,6	0,0	5,7	6,3	0,3	9,5	4,8	2,2	9,32	111,8
2011	4,1	29,4	9,2	11,7	1,9	3,6	4,5	14,9	0,7	24,5	4,4	7,7	9,72	116,6
2012	0,3	1,5	45,9	10,5	39,7	11,6	3,3	43,5	7,9	14,1	11,4	5,0	16,23	194,7
2013	23,2	0,9	30,3	48,5	5,2	4,7	4,2	15,9	0,8	4,8	8,2	26,2	14,41	172,9
2014	10,5	9,5	4,9	11,2	2,2	2,0	0,4	0,0	17,7	14,9	16,4	11,0	8,39	100,7
2015	6,2	27,3	22,9	26,6	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	51,4	18,9	15,67	188
2016	13,5	6,5	25,9	25,7	16,0	26,4	2,1	-	12,4	2,2	1,9	25,0	14,33	157,6
2017	14,6	5,6	13,5	2,4	5,7	0,8	7,0	1,9	2,9	18,0	23,5	16,4	9,36	112,3
2018	13,9	10,3	15,2	0,4	0,0	2,6	1,8	4,0	4,0	17,5	8,6	14,6	7,74	92,9
2019	3,3	8,1	37,5	31,5	0,0	0,4	7,5	1,4	10,4	1,2	16,5	21,7	11,63	139,5
2020	26,4	2,7	0,0	23,4	7,8	2,2	31,0	3,0	0,0	1,0	5,9	1,5	8,74	104,9
2021	1,6	6,0	12,7	11,8	2,2	0,7	15,4	0,0	2,5	1,9	4,2	16,3	6,28	75,3
2022	6,2	17,1	32,8	24,8	17,3								19,64	98,2
Ср.зн.	12,3	11,6	18,6	17,6	11,3	12,6	8,7	7,1	5,0	10,0	12,4	12,2	12,0	135,1
Мин.	0,3	0,9	0	0,4	0	0	0	0	0	0	1,9	1,5	5,23	62,8
Макс.	29,7	40,8	45,9	48,5	48,3	101,1	31	43,5	17,7	36,3	51,4	26,2	22,03	264,4

В гидроморфных ландшафтах различия между суббореальными и субтропическими пустынями выражены сильнее. Например, критическая глубина залегания грунтовых вод возрастает с 250 см на севере до 300 см на юге, увеличиваются испаряемость и испарение с поверхности почв. При одинаковом уровне грунтовых вод испарение в южных субтропических пустынях может быть выше в 1,7 раза по сравнению с северными. Это приводит к активному выпотному режиму и накоплению солей.

Таким образом, климат равнин бассейна Аральского моря характеризуется высоким обеспечением теплом и крайне слабым естественным увлажнением. Коэффициент аридности составляет менее 0,12–0,30, континентальности — 220–

290, а индекс сухости — 2,5–12. Климат суб boreальных и субтропических пустынь и полупустынь в целом схож.

Погодные условия равнин Средней Азии способствуют удержанию солей в почвах автоморфного ряда на глубине 0,5–1,5 м из-за слабого атмосферного увлажнения. В почвах гидроморфного ряда при УГВ менее 3–3,5 м соли накапливаются активнее за счет высокой испаряемости.

Для аридных территорий характерен выраженный ветровой режим. Ветер играет важную роль в формировании рельефа, особенно в песчаных пустынях, а также способствует испарению и переносу солей. На побережьях Каспийского и Аральского морей средняя скорость ветра достигает 6 м/с. На южных равнинах она составляет около 2 м/с, но на предгорных территориях и в межгорных долинах (например, в Голодной степи) может достигать 34–36 м/с.

По сезонам, наиболее спокойные по ветровой активности месяцы — сентябрь и октябрь, а самые ветреные — с января по май. В целом регион можно отнести к зоне умеренных ветров. Однако, в связи с осушением берегов Арала, роль ветра как фактора пыле- и солепереноса резко усилилась. По данным исследователей (Боровский, 1978; Орлова, 1983), в некоторых районах Средней Азии количество солей, переносимых ветром, может достигать 3–5 тонн на гектар в год.

Восточное Приаралье преимущественно представлено обширными пластовыми равнинами, возвышающимися над уровнем моря на десятки метров. Эти равнины бывают как ровными, так и пересечёнными песчаными эоловыми формами рельефа либо состоят из чередующихся плоских участков и глубоких впадин. В центре западной части территории расположена Аральская котловина, находящаяся на стыке структурных направлений Урала и Тянь-Шаня — субмеридианального и субширотного соответственно.

Северное Приаралье, находящееся на северо-западе исследуемого региона, включает низкое плато с остаточными столовыми возвышеностями и ступенчатым рельефом. Между ними находятся понижения с солончаками и песками, включая массивы Больших и Малых Барсуков, а также Приаральских Каракумов. Эти геоморфоструктуры иллюстрируют «обратный» рельеф — положительным геоструктурам соответствуют впадины, а отрицательным — возвышенности.

На северо-востоке располагается Улутауская возвышенность, представляющая собой остатки древней горной системы с высотами до 1133 м и расчленённым рельефом. От неё во все стороны отходят временные водотоки, в том числе река Калмаккырган, впадающая в горько-солёное озеро ШелкарТенгиз — самую низкую точку на севере (80 м). Между Улутау и Северным Приаральем

раскинулась равнина, переходящая к югу в плавно поднимающееся Нижне-Сырдарынское сводовое поднятие с высотой до 266 м.

Южная часть территории занята пустыней Кызылкумы с высотами от 53,4 до 332 м. Рельеф здесь грядово-ячеистый, котловинно-ячеистый и грядовобугристый. Основу рельефа составляет древнее плато, рассечённое впадинами глубиной до 100 м. В центральной и северной частях преобладают кольцевые дюны, окружённые дефляционными котловинами диаметром 20–40 м. Пески частично закреплены растительностью, прочность закрепления возрастает к востоку.[3]

На юго-западе расположен дельтово-аллювиальный район, сформированный при впадении Амударьи в Арал, с многочисленными ответвлениями и оросительной сетью, солончаками и озёрами. Эта равнина ярко выделяется на фоне пустынь Устюрта, Кызылкумов и Заунгузских Каракумов. Плоская поверхность равнины, сформированная дельтовыми отложениями, понижается на север — к Аралу, и на запад — к Сарыкамышской впадине. В этой зоне местами возвышаются участки меловых и неоген-палеогеновых пород. Правобережье Амударьи включает дельту Акчадары, отделённую уступом до 1,5 м с эоловыми песками.

В центральной субширотной части региона располагается Сырдарынская аллювиально-дельтовая равнина с долиной р. Сырдарья и её древними руслами — Жанадарья, Кувандарья и др. На юго-востоке она переходит в предгорную равнину хребта Карагату с отметками 500–750 м. Левобережье Сырдарьи покрыто грядовыми и барханными песками — частью Кызылкумов. На северо-востоке, у предгорий Улутау, лежит песчаный массив Аяккумы.

Высыхание Арала привело к образованию песчано-глинистой равнины вдоль бывшего побережья с отметками 32–53,4 м (на 2003 г.), пересечённой сорово-дефляционными понижениями и эоловыми формами рельефа.

Современный рельеф региона включает основные морфогенетические типы, определяющие направление и интенсивность подземного водного и солевого стока Туранской плиты. Это:

эрозионные и денудационные низкогорья и выровненные горные поверхности (Улутау, Карагату, Букантау, Султан-Уиздаг); пластовые денудационные возвышенности, перевеянные плато и равнины с солончаковыми впадинами; аллювиально-дельтовые равнины Сырдарьи и староречий с предгорной пролювиальной равниной (Карагату); озёрные равнины между Сырдарьёй и Чу-Сарысу; морские, озёрные, аллювиальные и эоловые равнины; песчаные массивы Кызылкумы, Каракумы, Арыскумы, Барсуки и др.

Самая глубокая расчленённость характерна для низкогорий и выровненных древних плато — 100–400 м, для останцовых мелкосопочных возвышенностей — 60–100 м. Меньшая расчленённость — у аккумулятивных равнин: предгорных (1–50 м), аллювиальных (1–100 м), озёрных и морских (1–3 м), перевеянных и эоловых (3–15 м). Эрозионные и денудационные равнины занимают промежуточное положение — от 10 до 60 м.

Глубина расчленённости рельефа оказывает влияние на режим подземных и напорных вод, их водообмен, химический состав, ресурсы и пригодность к хозяйственному использованию.

На высохшем дне Арала различают такие формы рельефа:

Эоловые формы, формирующиеся под действием ветра — ряби, микроподнятия в виде песчаных косичек. Слабая растительность не сдерживает песчаную дефляцию.

Эрозионно-аккумулятивные формы, вызванные действием воды — на солончаках в виде пятен с соляной коркой.

Просадочные формы — трещины, провалы (местное название «окпаны»).

Микрорельеф биогенного происхождения — норы животных, бугры под растениями. Растения с развитой корневой системой создают устойчивые эоловые останцы. Опад способствует закреплению песка, вокруг кустов формируются «вегетативные» бугры до 2–3 м высотой с крутыми склонами и округлой формой.



Рисунок 1.1 – Якорь на фоне рельефа осушенного дна Аральского моря
(фотография сделана при обследовании 09.06.2022 г.)

Описываемый район входит в бассейн Аральского моря — это крупнейшее замкнутое водное пространство, которое в прошлом получало питание в основном от рек Сырдарья и Амударья. Их водообеспечение полностью определяло как уровень воды, так и соленость в Арале. Кроме этих двух речных систем, бассейн включает два внутренних бессточных района: Североаральский (с озером Шалкар-Тенгиз в центре) на севере и Кызылкумский (занятый одноимённой пустыней) на юге.

Сырдарья начинается в горах Тянь-Шаня за пределами Казахстана. Её длина — 2137 км, а площадь бассейна — 462 тыс. км². Поток реки регулируется каскадом водохранилищ: Кзыл-Ординским, Чардаринским, Кайраккумским и Токтогульским.



Рисунок 1.2 – окрестности дельты реки Сырдарья

Амударья берёт начало в Памирской горной системе на границе с Афганистаном (начинаясь как река Пяндж). Её длина — 2275 км, а бассейн охватывает 492 тыс. км². Как и Сырдарья, Амударья зарегулирована рядом гидроузлов. Практически весь речной сток (до 99 процент) формируется за пределами исследуемой территории и поступает в неё с сопредельных стран.



Рисунок 1.3 – Река Амударья

Из-за острого дефицита природных поверхностных вод, в Казахстане и Узбекистане появились многочисленные искусственные водоёмы, пополняемые за счёт сброса дренажно-коллекторных и паводковых вод. Самыми крупными из них являются озёра Айдаркуль и Сарыкамыш, находящиеся соответственно на юго-восточной и юго-западной окраинах исследуемого района.

В 1960 году площадь Аральского моря составляла 66 тыс. км² при уровне воды 53,41 м над уровнем моря. Тогда оно было четвёртым по величине в мире после Каспийского, Верхнего (США) и Виктории (Африка). В его котловине находились крупные острова — Возрождения, Барсакельмес, Лазарева, а также множество мелких. Самая глубокая точка находилась у западного берега и опускалась на 69 м ниже уровня моря 1960 года, то есть на 15 м ниже уровня Балтийского моря. До этого времени уровень воды колебался умеренно — около 3 м в течение века и 25 см в течение года.

До 1960 года водно-солевой баланс Арала поддерживался за счёт стока Сырдарьи и Амударьи. В период 1911–1960 гг. их суммарный среднегодовой сток составлял около 117 км³ (80 км³ — Амударья, 37 км³ — Сырдарья), из которых 56 км³ достигали моря (42 км³ — Амударья, 14 км³ — Сырдарья). Минерализация вод составляла в среднем 0,47 и 0,55 г/дм³ соответственно, а солёность воды Арала — около 9,9‰.

С 1960 года ситуация резко изменилась: в связи с активным развитием ирригационных и гидроэнергетических систем в бассейне началось интенсивное и безвозвратное изъятие речного стока. Потери увеличивались: 7,7 км³ в 1961–1965 гг., 17 км³ — в 1966–1970 гг., 30 км³ — в 1971–1975 гг. и более 50 км³ в конце 1980-х. С тех пор устойчиво формируется отрицательный водный баланс, и с 1970 по 1990 годы ежегодный дефицит превышал 30 км³. В значительной степени это связано с климатом: водность Сырдарьи и Амударьи в 1970-х была на 20–25 процент ниже нормы, что дополнительно уменьшило объёмы водных ресурсов на 20–25 км³ в год.

Водные ресурсы бассейна включают не только поверхностные и подземные, но и возвратные воды, возникающие в результате использования воды человеком — сбросные и дренажные. Основными водными артериями остаются Сырдарья на севере и Амударья на юге, между ними находится река Зерафшан — когда-то приток Амударьи.

Амударья, известная также под древними названиями Оксус (лат.) и Джейхун (араб.), является самой полноводной рекой в Средней Азии. Её длина составляет 1415 км, а от истока Пянджа — 2540 км. Бассейн включает территории Афганистана, Таджикистана, Узбекистана и Туркменистана и охватывает около 465 тыс. км², из которых 255 тыс. км² приходятся на горную зону.

Границы бассейна отчётливо прослеживаются только в горах: на юге — по Гиндукушу, на востоке — по Сарыкольскому хребту, на севере — по Алайскому, Туркестанскому и Нурагау. Здесь широко распространены ледники и снежники, питающие реки. Основными водоносными притоками являются Пяндж, Вахш, Зеравшан. В западной части бассейна находятся реки со снегово-ледниковым и снеговым питанием, такие как Кафирниган, Кызылсу, Сурхандарья и Кашкадарья.

Истоком Амудары считают реку Вахджир, начинающуюся в леднике на северном склоне Гиндукуша на высоте 4900 м. В дальнейшем река называется Вахандарьей, затем после соединения с Памиром — Пянджем, и уже после слияния с Вахшем — Амударьей. На первых 180 км у неё есть несколько притоков: Кундуз, Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад. Далее, до самого впадения в Арал, притоков нет, при этом около 40 процент её стока расходуется на орошение, испарение и фильтрацию.

Участок между Вахшем и городом Керки характеризуется озёрообразными расширениями, множеством протоков и островов. Долина от Керки до Эльджикской теснине имеет ширину 4–25 км. Пойма покрыта густыми тугайными зарослями, болотами и озёрами. Река активно размывает рыхлые берега, особенно правый, и постоянно смещает своё русло на восток. Вода Амудары чрезвычайно мутная — в 1 м³ содержится в среднем 3,6 кг наносов.

Река имеет два основных паводка: весенний (апрель–май) и летний (июнь–июль). Иногда они сливаются в один продолжительный — до 4–5 месяцев. В низовьях река замерзает, ледостав в районе Нукуса длится около четырёх месяцев. Судоходство ограничено. В реке водится разнообразная рыба, в пойме и тугаях — птицы и млекопитающие. Благоприятные условия увлажнения способствуют развитию растительности.

Сравнительно с Амударьёй, бассейн Сырдарьи имеет менее выраженное оледенение из-за меньших высот и неблагоприятных условий увлажнения. Реки здесь в основном имеют ледниково-снеговое и снеговое питание. Сильнейшие паводки — в июле–августе, максимальные воды дают Нарын, Аксу, Исфара, Сох и др. Крупнейшие притоки Сырдарьи: Нарын, Карадарья и Чирчик.

Сырдарья образуется слиянием Нарына и Карадарьи в Ферганской долине. Её бассейн простирается с юго-востока на северо-запад: юго-восточная часть — горная, северо-западная — равнинная. Средний годовой водный ресурс Сырдарьи — 36 км³. Бассейн представляет сложную систему из водохранилищ, каналов и коллекторов. Общий объем водохранилищ превышает 34 км³.

В нижней части бассейна имеются солёные сбросные озёра, возникшие за счёт дренажных вод, самое крупное — Айдаркуль (11,6 км³). Бассейн Сырдарьи

— это сплетение естественных и искусственных русел, протяжённость которых превышает длину самих рек.

Большинство притоков Сырдарьи — как справа, так и слева — не достигают основного русла, воды разбираются на орошение. Из них выведено около 700 каналов и более 100 коллекторов. Самые крупные — Большой Ферганский, Андижанский и им. Ахунбабаева.

После выхода из Ферганской долины Сырдарья прорезает Фархадские горы, образуя пороги, а затем течёт по широкой пойме через Ташкентскую и Голодную степь. В среднем течении в неё впадают Ахангаран, Чирчик, Келес. Из Фархадского гидроузла отходит Южно-Голодостепский канал. В нижнем течении русло возвышается над местностью, из-за чего происходят частые наводнения. Последний приток — Арысь. В устье река образует разветвлённую дельту с протоками и болотами.

Весенний паводок приходится на март–апрель, основной — на май–июль. Зимой — минимальный сток. Сток регулируется водохранилищами: Кайраккумское и Чардаринское (суммарно более 7 км^3), Токтогульское на Нарыне (14 км^3), Андижанское на Карадарье ($1,6 \text{ км}^3$). Сырдарья судоходна на отдельных участках от устья до Бекабада.

На обнаженной морской поверхности под воздействием почвообразующих факторов формируются прибрежные почвы, развитие которых происходит по характерному для пустынной зоны типу. Главная особенность этих процессов — их слабая выраженность на фоне высокого исходного засоления и карбонатности. В составе почв морского дна преобладают следующие типы: лугово-болотные, такыровидные, различные виды солончаков (маршевые, прибрежные, корковые, лагунные, корково-пухлые, соровые), прибрежные почвы и пески.[7]

Процесс формирования почв на бывшем морском дне идет в трех основных направлениях:

При легком гранулометрическом составе обнаженных морских грунтов (песчаные и супесчаные породы) происходит переход от маршевых солончаков через прибрежные солончаки к прибрежным почвам с налетом эолового песка. В таких местах часто наблюдается разрушение почв под воздействием ветра и формирование слабо закрепленных песчаных массивов.

В зонах с тяжелыми морскими отложениями происходит формирование почвенных комплексов, включающих маршевые солончаки, затем переходящих в прибрежные, корково-пухлые, местами открывающиеся, и далее — в такыровидные солонцевато-солончаковые пустынные почвы.

На территориях замкнутых, бессточных впадин, где грунтовые воды сильно минерализованы и имеют застойный характер, формируются соровые солончаки.

На основе анализа химического состава водорастворимых солей, находящихся в разных типах почв на бывшем дне моря, установлено, что основным типом засоления является хлоридно-сульфатный по анионам и магниево-кальциево-натриевый по катионам. Гумус, в том числе водорастворимый, накапливается преимущественно в корковом и подкорковом горизонтах, а в нижних слоях может значительно снижаться или вовсе отсутствовать.

Реакция почвенного раствора — щелочная, с показателями рН от 7,93 до 9,77.

Главным фактором, определяющим направление почвообразования, является литологический состав обнажившихся грунтов. На легких по составу грунтах процесс испарения влаги и разживания солей идет интенсивно, тогда как на тяжелых — медленно. Это приводит к тому, что на тяжелых грунтах формируются такыровидные почвы, а на легких — прибрежные.

Из-за сложных мелиоративных условий и острого дефицита пресной воды использование земель бывшего морского дна в сельском хозяйстве ограничено. На сегодняшний день эти земли могут быть использованы лишь в качестве малопродуктивных пастбищ.



Рисунок 1.4 – Село Каратерен

С понижением уровня Аральского моря началась деградация древеснокустарниковой растительности, сокращаются площади тростника и солодки, исчезает турнга, усыхает мох. Даже в тех местах, где растительность еще сохранилась, ее видовой состав стал значительно беднее.

Фауна исследуемого района обладает особыми чертами: высоко адаптирована к сложным природным условиям, имеет маскировочную окраску, характеризуется бедным видовым составом по сравнению с другими природными зонами, а также преобладанием ночной образа жизни у многих животных.



Рисунок 1.5 – растения в исследуемом районе



Рисунок 1.6 – растения в исследуемом районе



Рисунок 1.7 – растения в исследуемом районе

На формирование животного мира региона повлияло географическое соседство различных природных ландшафтов — гор, равнин, пустынь, плато

Устюрт и тугайных лесов дельты Амударьи. Эти зоны тесно связаны между собой, что облегчает миграции животных. Существенное значение имеет также отсутствие выраженных природных границ и схожесть климатических и экологических условий в пределах всей Средней Азии. Примером является долина Амударьи, вдоль которой многие животные беспрепятственно распространяются из других областей.

Климатические особенности региона — продолжительное теплое время года, короткая зима и наличие корма в течение всех сезонов (хотя и в разном количестве) — также благоприятствуют разнообразию фауны. Здесь обитают виды, характерные для Туранской низменности, а также животные, общие с Передней Азией, Северной и Центральной Африкой.

В герпетофауне доминируют ящерицы и змеи, а черепахи представлены единственным видом — среднеазиатской черепахой. Среди змей наиболее распространены обитатели твердых грунтов и виды с широкой экологической пластичностью: песчаный удавчик, четырехполосый и разноцветные полозы, стрела-змея и щитомордник. Вблизи водоемов, в дельте Амударьи, можно встретить водяного ужа.

Птичья фауна северных полынно-солянковых пустынь характеризуется преобладанием жаворонков, особенно двух видов — серого и малого, численность которых значительно превышает другие виды птиц. Далее по численности следуют различные виды каменок: пустынная, плясунья и пlesenанка. На плато Устюрт и в других пустынных районах обитают крупные хищные птицы: грифы, сипы, стервятники, змеевяды, курганники, балобаны, а также орлы — беркуты, могильники и степные орлы.

Млекопитающие региона представлены преимущественно пустынными видами. Среди характерных представителей Туранской фауны — пегий поторак, гребенщиковая песчанка, тушканчик Северцова и малый тушканчик. Также здесь обитает южный вид — заяц-песчаник, а ранее встречался гепард. Из ираноафганской фауны отмечаются длинноиглый еж и краснохвостая песчанка. Всего на территории зарегистрировано 44 вида млекопитающих. Самая многочисленная группа — грызуны, особенно тушканчики, из которых в полынно-солянковой пустыне обитает 7 видов.

Особый интерес вызывает фауна хищников. На первом месте стоит упомянуть гепарда — редкий вид, занесенный в Красную книгу МСОП, как и каракал — другая редкая кошка. Кроме них, встречаются пятнистый и барханный коты, а также манул. В регионе обитают также волк, лиса, корсак и шакал.

На исследуемой территории сохранился кулан — единственный представитель диких непарнокопытных.

По инициативе правительства Казахстана, USAID реализует проект по восстановлению экосистемы осушенного дна Северного Арала, целью которого является укрепление устойчивости природной среды. В частности, планируется создать систему оазиса с посадками саксаула и других растений на участке в 50 км от села Карагатерен. Применение инновационных методов подготовки почвы, посадки и полива позволит создать устойчивую экологическую систему с местными видами флоры и фауны. Помимо экологического эффекта, проект способствует развитию трансграничного сотрудничества в сфере водных ресурсов и повышению устойчивости населения к изменению климата. Также ожидается, что создаваемый “лесной оазис” будет способствовать поглощению углерода, что поможет в борьбе с климатическими изменениями.

Проект поисково-оценочных работ на осушенном дне Аральского моря разработан ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR» по заказу Филиала ARD Inc. в Республике Казахстан на основании субконтракта от 6 июня 2022 года, в соответствии с техническим заданием. Работа проводится в рамках Регионального проекта USAID по восстановлению экосистемы Аральского моря при поддержке Исполнительной дирекции Международного фонда спасения Арала и в сотрудничестве с Министерством экологии, геологии и природных ресурсов РК.

Цель проекта — провести поисково-разведочные работы и определить эксплуатационные запасы подземных вод в верхнемеловых сенонских (K2sn) и туронских (K2t) горизонтах для обеспечения системы орошения плантации саксаула на участке площадью 500 га. По условиям технического задания: режим работы водозабора будет непрерывным, расчетная суточная производительность составит 888,9 м³, срок эксплуатации — 10 000 суток (примерно 27 лет), минерализация воды не должна превышать 4 г/дм³.

Работы базируются на результатах предыдущих исследований, данных бурения, геофизических исследований, фильтрационных испытаний и режимных наблюдений.

Итогом проекта станет разведка и утверждение эксплуатационных запасов подземных вод категорий С1 в объеме 888,9 м³/сутки в верхнемеловых горизонтах (K2sn и K2t), что обеспечит водоснабжение для системы орошения плантации саксаула на осушенном дне Аральского моря.

2 Анализ и оценка ранее проведенных исследований

Исследования территории охватывают более 75 лет и охватывают широкий спектр научных дисциплин: геология, гидрогеология, геофизика и поиск полезных ископаемых. Развитие исследований происходило этапами, начиная с первых послевоенных лет и вплоть до недавних лет (2022г.).

В целом можно выделить несколько ключевых периодов:

1 Начальный этап (до 1945 г.)

Первые гидрогеологические исследования начались в 1927 году (А.А. Козырев), в 1937 году пробурена первая скважина в песках Большие Барсуки.

До 1945 года исследования носили разрозненный характер, ограничиваясь составлением карт и единичными разведочными работами.

2.Формирование системного подхода (1946-1960-е годы)

Начало планомерных геологоразведочных и гидрогеологических исследований, связанных с поиском нефти, воды и других ресурсов.

Выход первой крупной геологической карты (1946 г.).

Проведение первых систематических гидрогеологических съемок в масштабе 1:500 000 и 1:200 000.

В 1950-е годы опубликованы ключевые монографии по геологии и гидрогеологии региона (А.Г. Гаель, М.С. Коликов, А.Л. Яншин).

Исследованы песчаные массивы, выявлены характеристики грунтовых вод.

3.Расширение исследований и комплексный анализ (1960-1980-е годы)

В 1960-1970-е годы велись детальные поиски пресных вод в районах Аральского моря.

Открыты линзы пресных и слабосоленых вод, проведены исследования минерализации и дебитов скважин.

В 1980-е годы проведены работы по поиску источников воды для заповедника Барсакелмес.

Разработаны детальные рекомендации по водоснабжению диких животных и обслуживающего персонала.

Современный этап (2000-е – 2022 г.)

Проведены новые поисково-разведочные работы (2012-2013 гг.), пробурены новые скважины для водоснабжения поселка Акбасты.

Итог проделанных работ 2022 года по оценке эксплуатационных запасов подземных вод верхнемелового туронского горизонта на участке водозабора для орошения плантации саксаула на осушенном дне Аральского моря

Целью выполненных гидрогеологических и инженерных изысканий стало обоснование возможности устойчивой эксплуатации подземных вод туронского водоносного горизонта в целях водообеспечения орошаемой плантации саксаула площадью 500 га.

Основные задачи включали: установление геолого- гидрогеологических условий водоносного горизонта;

определение гидрогеологических параметров для расчета эксплуатационных запасов; оценку эксплуатационных и упругих (естественных) запасов; обоснование категории разведанных

запасов; оценку воздействия водозабора на окружающую природную среду.

Геолого-гидрогеологическая характеристика

Водоносный горизонт приурочен к верхнемеловым отложениям туронского яруса, представленных чередующимися слоями серых средне- и мелкозернистых песков с прослойками глин.

Породы имеют широкое распространение в пределах района и выходят на дневную поверхность за его пределами.

В пределах водозаборного участка подземные воды напорные. Установленный пьезометрический напор в скважине №001-ИДМФСА — 423,3 м.

Мощность водоносных песков по данным вскрытия скважины — 48,9 м.

Нижним водоупором служат глины туронского возраста.

Скважинные работы и режимные наблюдения

Разведочно-эксплуатационная скважина №001-ИДМФСА оборудована фильтрами в трех интервалах: 416–426 м, 436–466 м, 479–489 м.

За 11 месяцев эксплуатации проводились регулярные измерения дебита, пьезометрического уровня и понижения.

В течение режима наблюдений отмечались нестабильные параметры фильтрации, однако к маю 2022 года, после остановки скважины на техобслуживание, уровни восстановились.

В качестве достоверных приняты значения, зафиксированные 10 мая 2022 г.:

дебит: 30,3 дм³/с (888,9 м³/сут); понижение:

7,12 м; пьезометрический уровень: +16,3 м.

Расчетные гидрогеологические параметры

На основании полевых наблюдений, лабораторных анализов и расчетов установлены следующие значения:

Мощность водоносного горизонта (м): 48,9 м;

Пьезометрический напор (Н): 423,3 м;

Коэффициент фильтрации (К): 5,13 м/сут;

Коэффициент водоотдачи (μ): 0,15 (по формуле Бецинского);

Коэффициент пьезопроводности (a): 1672,38 м²/сут;

Приведённый радиус влияния (Rn): 6134 м;

Допустимое понижение (Sдоп): 423,3 м;

Общая длина фильтра в скважине: 50,0 м (при расчетной требуемой длине 39,0 м).

Подсчет эксплуатационных запасов подземных вод

Подсчет выполнен гидродинамическим методом по формуле Биндемана–Язвина.

Исходные данные:

дебит водозабора — 888,9 м³/сут;
коэффициент фильтрации — 5,13 м/сут;
мощность горизонта — 48,9 м; радиус
влияния — 6134 м; радиус скважины —
0,073 м.

Расчетное понижение на конечный срок эксплуатации:

$S_0 = 6,4$ м, что значительно ниже допустимого значения.

Следовательно, скважина может устойчиво эксплуатироваться в заданных условиях на протяжении 10 000 суток.

Оценка естественных (упругих) запасов

Упругие запасы определены через объем конуса депрессии с радиусом 6134 м и высотой 423,3 м, с учетом коэффициента извлечения 0,3 и водоотдачи 0,15.

Результат: $Q_e = 75\ 016$ м³/сут, что в 84 раза превышает расчетную потребность водозабора (888,9 м³/сут). Это указывает на абсолютную обеспеченность эксплуатационных запасов естественными ресурсами горизонта.

Категория запасов

В соответствии с «Классификацией эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод» (Алматы, 1997 г.), разведанные запасы подземных вод отнесены к категории С1, так как:

определенены в пределах участка с учетом существующей схемы водозабора; расчетный дебит подтвержден фактическими наблюдениями; дана оценка источников питания горизонта; исследовано качество воды;

установлено отсутствие негативного влияния на окружающую природную среду.

Оценка воздействия на окружающую среду

В радиусе 6134 м других скважин или утвержденных водозаборов в туронском горизонте не выявлено.

Используемая вода имеет минерализацию 3,5–4,2 г/дм³, что значительно ниже уровня минерализации грунтовых вод (до 55 г/дм³) на осушенном дне Аральского моря.

Риск вторичного засоления почв отсутствует.

В течение периода наблюдений не зафиксированы оседания поверхности или иные геодинамические изменения.

Выводы:

Геолого-гидрогеологические условия позволяют организовать устойчивый водозабор из напорного туронского горизонта.

Разведанные эксплуатационные запасы составляют 888,9 м³/сут и полностью обеспечены упругими запасами.

Запасы подлежат утверждению в категории С1.

Влияние на окружающую природную среду — минимальное и допустимое.

Проектная скважина №001-ИДМФСА соответствует требованиям, предъявляемым к разведочно-эксплуатационным водозаборам, и рекомендована к вводу в промышленную эксплуатацию.[4]

3 Геологическое строение, гидрогеологические условия района работ

На изучаемом участке осушенного дна Аральского моря и в его окрестностях геологическое строение представлено отложениями, относящимися к четвертичной системе, охватывающей верхнечетвертичный (плейстоценголоценовый) этап геологической истории. В основном, в пределах участка и прилегающих территорий распространены позднечетвертичные морские, дельтовые, аллювиальные и озерно-аллювиальные образования. Эти отложения залегают горизонтально или слабо наклонены, в среднем имеют мощность 15–20 метров, а в некоторых участках достигают до 30 метров.

Верхнечетвертичные отложения преимущественно представлены глинами, супесями, песками, суглинками и алевритами. Их литологический состав изменяется по направлению с юга на север, отражая смену обстановки осадконакопления от более глубоководных морских условий к мелководным прибрежным и дельтовым. В центральной части участка преимущественно развиты песчаные и супесчаные отложения, сменяющиеся по фациальному признаку на алевриты и суглинки на периферии. Также в разрезе наблюдаются прослои органических остатков и включения ракушечника, что указывает на морское происхождение этих осадков.

Нижние горизонты четвертичных отложений часто сложены плотными глинами с прослойями тонкозернистого песка. Такие слои могут выполнять роль водоупоров, ограничивающих распространение подземных вод. Выше этих горизонтов залегают более рыхлые и водоносные песчано-супесчаные толщи, которые представляют собой перспективные водоносные горизонты. Они обладают хорошей фильтрационной способностью, что делает их удобными для организации водозабора.

На прилегающей к участку территории были проведены инженерногеологические и гидрогеологические изыскания, включая бурение скважин, шурфовку, отбор проб и геофизические исследования. Полученные данные подтвердили однородность геологического строения участка, отсутствие

разломов и интенсивных тектонических нарушений. Геологическое строение здесь формировалось в условиях постепенного регресса вод Арктического бассейна, с последующим наступлением и отступлением трансгрессий Аральского моря.

Под четвертичными отложениями повсеместно залегают более древние породы плиоцен-неогенового возраста, которые представлены глинами, алевролитами и песками, как правило, плотными и маловодопроницаемыми. Эти породы также участвуют в формировании водоупорных горизонтов и ограничивают проникновение поверхностных вод в глубинные водоносные слои. Их мощность варьирует от нескольких десятков до сотен метров. В большинстве скважин до этих пород не дошли, так как они лежат ниже проектных глубин бурения.

В целом геологическое строение участка характеризуется простотой, слабой дислоцированностью, преобладанием осадочных пород, высокой степенью однородности четвертичных отложений, что положительно сказывается на условиях проведения буровых и водозаборных работ. Такие геологические условия благоприятны для формирования устойчивых водоносных горизонтов с хорошими эксплуатационными характеристиками.

Если нужно внести правки или продолжить с другим разделом — пришлите его. Мезозой

Меловая система

Аптский ярус и нижне-средне альбский под ярус (K_1ap - al_{1-2});

Верхнее альбский под ярус и сеноманский ярус (K_1al_3 - K_2cm) (Алтыкудукская свита); Туровский

ярус (K_2t);

Сенонский под ярус (K_2sn);

Кайнозой Палеогеновая система Эоцен

Средний эоцен. Тасаранская свита (P_2^2ts);

Верхний эоцен. Чеганская свита (P^3cg)

Олигоцен

Нижний олигоцен (P^1)

Средний олигоцен (P^2)

Четвертичная система

Голоцен (Н)

В тектоническом отношении рассматриваемая территория приурочена к южной части Приаральской тектонической депрессии, которая, в свою очередь, входит в состав Арало-Туранской плиты – крупной платформенной структуры. Эта часть характеризуется спокойным геологическим строением и представляет

собой тектонически устойчивую область, где платформенные движения доминируют над орогенезом.

Согласно геофизическим и геологическим данным, впадина имеет платформенное строение с мощным осадочным чехлом, в основании которого лежат породы фундамента герцинской складчатости, перекрытые толщей осадочных пород мощностью до 8–10 км. Эти отложения относятся к разным геологическим эпохам: начиная от палеозоя и заканчивая четвертичным периодом.

Регион сформировался в условиях поэтапного прогибания земной коры, что способствовало накоплению мощных осадочных толщ. Структурно депрессия представляет собой субширотную впадину, разделённую на отдельные блоки системой разломов. Современный рельеф, включая участки осушенного дна Аральского моря, в значительной степени отражает эти древние тектонические особенности.

Наиболее значимые тектонические элементы — это ряд субширотных и субмеридиональных разломов, играющих важную роль в формировании рельефа и гидрогеологических условий. Некоторые из этих разломов имеют тектоническую активность и в настоящее время, что подтверждается современными геофизическими исследованиями и данными дистанционного зондирования Земли. Они также оказывают влияние на распределение и движение подземных вод.

Общая тектоническая обстановка региона оценивается как относительно стабильная, с медленными вертикальными движениями земной коры. Эти движения в пределах впадины в основном осадочного характера, без резких проявлений тектонической активности. Однако наличие разломных зон требует их учёта при инженерно-геологических изысканиях, так как они могут оказывать влияние на фильтрационные характеристики пород и устойчивость инженерных сооружений.

Таким образом, тектоническое строение района характеризуется платформенным типом, наличием разломных структур и мощным осадочным чехлом. Эти особенности формируют геологическую среду, в которой ведутся гидрогеологические и буровые работы на осушенном дне Аральского моря.[5]

Гидрогеологические исследования на рассматриваемой территории начали активно проводиться после революции, а в послевоенные годы приняли системный характер. Работы велись в рамках государственных съемок в масштабах 1:500000 и 1:200000.

Исследования в Кызыл-Ординской области стартовали в 1927 году, когда А.А. Козырев впервые составил схематическую гидрогеологическую карту, на

которой отразил зоны распространения пресных и соленых вод в глубинных горизонтах.

С 1932 года под руководством А.Е. Гееля проводились комплексные исследования в Приаральских Каракумах, включая территории Больших и Малых Барсуков. На основе значительного объема данных, собранных в течение многих лет, Геель пришел к выводу о существовании в Северном Приаралье единого водоносного горизонта в четвертичных отложениях с направленным потоком грунтовых вод к Аральскому морю. В потоке встречаются соленые линзы, связанные с сорными понижениями. В Больших Барсухах эксплуатация потока осуществлялась через горизонтальную галерею длиной 900 м.

В 1936–1937 годах В.А. Сергеев исследовал Северное Приаралье и выделил четыре комплекса грунтовых вод: равнинно-глинистый, песчаный полупустынный, депрессионный аллювиальный и прибрежно-пустынный. В 1937 году в песках Больших Барсуков пробурили скважину с самоизливом, дающую мало воды, но хорошего качества.

В том же году, по результатам работ Б.А. Петрушевского и А.Л. Яншина, были обнаружены пресные артезианские воды в районах Малые Барсуки и Приаралье. Яншин подверг сомнению существовавшую тогда теорию о едином артезианском бассейне Приаралья. Он доказал, что геологические структуры региона формируют серию отдельных бассейнов с различными условиями и качеством подземных вод.

В 1948 году У.М. Ахмедсафин, основываясь на расчетах, подтвердил высокую поглотительную способность песчаных массивов Приаралья. Он пришел к выводу, что грунтовые воды этих массивов в основном пресные или слабосолоноватые.

Также в 1948 году Н.Э. Зейберлих и Т.С. Ситникова составили сводную гидрогеологическую карту листа L-41. В 1945–1950 годах В.М. Ващенко руководил созданием сводных карт масштаба 1:1000000. В районе Больших Барсуков проводилось бурение для создания водозабора для станции Челкар.

В 1949 году Каспийско-Аральская ГГП на базе полевых и фондовых материалов составила карту масштаба 1:1000000 для восточной части листа L40-XVIII. Авторами выступили А.В. Сотников и Т.С. Ситникова.

С 1950 года гидрогеологические изыскания на территории продолжила Кызыл-Ординская экспедиция. В 1966–1968 годах проводились изыскания в поселках Бииктау, Каскакулан, Акбасты, Каратерень и Акеспе. Исследовались горизонты меловых и четвертичных морских и эоловых отложений. Установлено, что пресные воды в четвертичных отложениях представлены в виде линз, «плавающих» на соленых водах, и доступны в ограниченном объеме. Пресные воды меловых горизонтов выявлены лишь в юго-восточной части региона.

В 1968 году СМУ «Казбурводстрой» пробурило на о. Барсакелмес единственную скважину глубиной около 500 м, оказавшуюся безводной. Из-за отсутствия керна и каротажа определить возраст пород невозможно.

В 1963 году А.Т. Алешенко под редакцией Л.Ф. Колмыкова выпустил карту водоносных горизонтов Казахстана масштаба 1:500000. В этом же году В.И. Дмитровский и М.В. Васильева составили отчет за 1954–1962 годы, в котором описаны условия формирования подземных вод и ресурсная база верхнемеловых горизонтов, а также существующая система водоснабжения.

С 1966 по 1968 годы Приаральская гидрогеологическая экспедиция исследовала водообеспечение поселков Куланды и Акбасты. Были выявлены перспективные участки с пресными водами в верхнеэоценовых отложениях (минерализация до 1 г/дм³). Однако непосредственно под поселками такие воды не найдены.

В 1969–1971 годах в районе Акеспе партия бурила скважины на водоносные горизонты верхнего эоцена и мела, воды которых варьировали по минерализации от 0,6 до 14 г/дм³.

В 1971–1972 годах Приаральская партия провела поисково-разведочные работы. Были обнаружены воды с минерализацией до 1 г/дм³ в неогенчетвертичных отложениях и до 9,6 г/дм³ — в эоценовых.

В 1972 году партия проводила поиски воды для заповедника Барсакельмес. Установлено наличие водоносного горизонта в верхнечетвертичных морских отложениях северной части острова в форме полосы до 20 км длиной и до 2 км шириной. В центре полоса безводна. Грунтовые воды вскрываются на глубинах от 1,2 до 2,5 м, минерализация достигает 10–50 г/дм³ и более. Слабосолоноватая линза с минерализацией до 3 г/дм³ выявлена в восточной части массива, протяженностью 1350 м и мощностью до 4 м. Воды хлоридносульфатные натриевые, температурой 14–15°C, с дебитом 0,06–0,1 дм³/с.

Эксплуатация велась через старый колодец, позже заменённый на новый (глубина 2,05 м, объем воды 1,45 м³). Отбор воды составлял 1,2–2 м³/с, минерализация — 2,7 г/дм³. Уровень линзы был устойчив при снижении уровня моря на 5 м, что свидетельствует об отсутствии гидравлической связи с морем. Меловой горизонт на Барсакелмесе не исследовался, но по другим данным его воды сильно минерализованы (до 14,1 г/дм³).

В 1980 году экспедицией под руководством А.П. Васильева и Н.И. Левина проведены детальные поиски воды на Барсакелмесе. Рекомендовано использовать подземные воды сенонских и туронских меловых отложений (глубина залегания 605 м, дебит до 11,1 дм³/с, минерализация 4,53 г/дм³, температура +41°C). Также рекомендовано использовать слабосолоноватую

линзу для нужд персонала. Статические запасы — 2 м³/сут на 25 лет. Линза к 1980 году уменьшилась в 2 раза по сравнению с 1972 годом.

В 2006 году ТОО АГП «Поисково-съемочная экспедиция» провело съемку масштаба 1:200000 в Приаралье. Работы охватили 8441 км² и включали геоэкологические исследования (отчет: Сергеев Н.Н. и др.).

В 1980–1984 годах Кызыл-Ординская экспедиция вела поиски водоснабжения населенных пунктов в районе Аральского моря. Были утверждены запасы для Акбасты и Жанакурылыса.

В 2012–2013 годах велись разведочные работы на запасы подземных вод для водоснабжения Акбасты. Скважина №3586, пробуренная на глубину 425 м, вскрыла санонский песчаник с минерализацией 9,4 г/дм³, дебит — 4,2 дм³/с. Запасы по категории С1 утверждены в объеме 417,8 м³/сут на 27 лет при условии опреснения воды.

На основании данных геологической, гидрогеологической и инженерногеологической съемки масштаба 1:200 000, в районе работ были установлены различные водоносные горизонты и комплексы, а также водоупорные и водопроницаемые горизонты. Классификация произведена по стратиграфическим признакам, составу пород и условиям формирования подземных вод.

Выделены следующие водоносные горизонты и комплексы:

Современный аллювиальный (aQIV);

Современный морской (mQIV);

Верхнемеловой сенонский (K2sn);

Верхнемеловой туронский (K2t);

Верхнеальб-сеноманский комплекс (K1al3-K2cm); Апт-

нижнесреднеальбский комплекс (K1ap-al1-2).

Водоупорный комплекс:

Средне-верхнеэоценовый – нижне-среднеолигоценовый (P2-3-P1-2).

Водопроницаемый горизонт:

Современный эоловый (vQIV).[8]

Современный аллювиальный горизонт (aQIV) развит в области авандельты Сырдарьи и Куандары. Породы неоднородны: чередуются пылеватые пески, супеси, суглинки и глины. Уровень грунтовых вод залегает на глубине 1,5–2,0 м, мощность горизонта 2–5 м, водообильность низкая – доли литра в секунду. Воды солёные (минерализация 37–38 г/дм³), магниево-натриевые, сульфатнохлоридного типа. Питание — за счёт атмосферных осадков. Из-за высокой минерализации водохозяйственной ценности не имеют.

Современный морской горизонт (mQIV) распространён почти по всей территории. Состоит из сильно засолённых песков с прослойками илов.

Водоносность низкая — дебиты 0,05–0,8 дм³/с при понижении 0,8–1,2 м. Глубина вод — от 0,3 до 15 м. Воды безнапорные или слабонапорные (до 0,8 м). Минерализация — 42,9–62 г/дм³, магниево-натриевые, сульфатно-хлоридные. Ближе к Аралу солёность возрастает. Источник питания — осадки и фильтрация из остатков Аральского моря. Потенциально могут использоваться в бальнеологии. За пределами района, на севере Барсакельмеса, найдены линзы слабосолёных вод (1,3–2,9 г/дм³), предположительно возможны и в других местах.

Верхнемеловой сенонский горизонт (K2sn) встречается повсеместно. Пески с прослойми глин и песчаников. Глубины залегания: от 265 до 605 м. Мощность песчаных прослоев до 40 м. Водоносность высокая: дебиты до 8 дм³/с, пьезометрические уровни выше и ниже земной поверхности. Минерализация от 3,0 до 15,5 г/дм³. Состав — хлоридно-сульфатный, натриево-магниевый. Температура воды — 23–25°C. Горизонт используется для водоснабжения заповедника «Барсакельмес».

Верхнемеловой туронский горизонт (K2t) аналогично распространён повсеместно, вскрывается на глубинах 380–660 м. Водоносные породы — пески мощностью 15–20 м среди глин. Высокий напор (пьезометрический уровень выше земли на 5–15 м), дебиты — до 8 дм³/с. Температура воды до 41°C. Минерализация — 3,6–14,7 г/дм³. По химическому составу схож с сенонским горизонтом

Верхнеальб-сеноманский комплекс (K1al3-K2cm) залегает глубоко (около 800 м). Водоносные прослои песков — маломощные (5–7 м). В районе посёлка Акбастау дебит 15,4 дм³/с при минерализации 9,6 г/дм³. В пределах района — практического значения не имеет из-за глубины и минерализации

Апт-нижнесреднеальбский комплекс (K1ap-al1-2) охватывает акваторию Аральского моря. Представлен песками с прослойми глин и песчаников. Известен уровень подземных вод — 65 м, минерализация — 2,1 г/дм³. Данных недостаточно для оценки ресурса.

Средне-верхнеэоценовый — нижне-среднеолигоценовый водоупорный комплекс (P2-3-P1-2) состоит из различных глин (серых, зелёных, гипсоватых), реже — супесей. Развит повсеместно. Представляет собой региональный водоупор мощностью более 100 м, до 540 м в отдельных точках. Наиболее мощный на Барсакельмесе и Каскакулане.

Современный эоловый водопроницаемый горизонт (vQIV) охватывает до 85 процент территории. Представляет собой слабо связные пески, образовавшиеся после осушения Арала. Мощность 2–10 м, максимум — на бывших отмелях островов. Воды не содержит, то есть безводен.

Формирование подземных вод в пределах осадочного чехла связано с геологической историей региона, что предопределило их состав, минерализацию и другие параметры. Анализ динамики подземных вод, карт минерализации и водного баланса позволил выделить области питания, транзита и разгрузки.

Области питания бывают двух типов: за счёт атмосферных осадков и за счёт их комбинации с поглощением поверхностных вод. Зоны транзита — это районы преимущественного горизонтального (латерального) потока. Зоны разгрузки — участки, где преобладает вертикальная фильтрация, включая испарение и подземное перетекание.

Территория делится на два гидродинамических этажа:

Верхний этаж — зона активного водообмена, охватывает четвертичные отложения. Здесь подземные воды безнапорные или слабонапорные, формируются за счёт инфильтрации осадков и фильтрации из Сырдарьи. Воды — от солёных до рассольных ($42,9\text{--}62,0\text{ г/дм}^3$), сульфатно-хлоридные, натриевомагниевые. Граница — тасаранские глины.

Нижний этаж — включает меловые водоносные комплексы с напорными водами. Здесь скорость движения воды низкая, а водообмен слабый. Минерализация — $3,5\text{--}8,1\text{ г/дм}^3$. С глубиной возрастает за счёт накопления солей. Основной разгрузочный узел — Аральское море, куда сходятся потоки со всех горизонтов.[6]

4 Результаты поисково разведочных работ на участке за 2022 год

4.1 Рекогносцировочные обследования

Перед началом всех работ было проведено гидрогеологическое маршрутное обследование территории площадью 400 км². Для этого использовали топографические карты и спутниковые снимки масштаба 1:200 000 и 1:100 000. По степени сложности гидрогеологического строения район относится ко второй категории.

Во время обследования проводили визуальные осмотры: изучали ландшафт, уточняли карты, искали природные и искусственные выходы подземных вод, водозаборы, а также оценивали состояние окружающей среды.

По итогам осмотра установлено, что вблизи исследуемого участка нет источников, которые могли бы загрязнять подземные воды — таких как склады топлива, химикатов, животноводческие комплексы и другие опасные объекты.

Однако на экологическую ситуацию в районе сильно влияют природные процессы. Из-за снижения уровня Аральского моря многие участки оказались осушенными, где началось образование почв. При этом наблюдаются негативные процессы: засуха, выветривание, засоление, что приводит к ухудшению качества почв и ухудшению экологии в целом.

Район уже давно находится в стадии опустынивания из-за воздействия человека и климата. Также в ходе обследования не было найдено ни природных, ни искусственных выходов подземных вод и водозаборов на изучаемой территории.

В рамках проекта USAID «Восстановление экосистемы на осушенном дне Аральского моря» проведены гидрогеологические изыскания для обеспечения запасов подземных вод и организации системы орошения плантации саксаула на участке 500 га.

4.2 Характеристика видов и объемов выполненных работ

Проведенные работы:

1) Гидрогеологическое обследование:

Осмотр территории 400 км², анализ ландшафта, уточнение карт, выявление возможных источников подземных вод.

Установлено отсутствие загрязняющих объектов, но подтверждено активное опустынивание и засоление почв.

2) Буровые работы:

Пробурена одна разведочно-эксплуатационная скважина глубиной 500 м роторным методом.

Проведена цементация обсадной колонны, установка фильтровой колонны.

Водоносные горизонты выявлены на глубине 416-489 м.

3) Геофизические исследования:

Определены литологический состав пород, минерализация воды и интервалы водопритока.

Применены методы электрокаротажа, радиоактивного каротажа и гаммакаротажа.

4) Опытно-фильтрационные работы:

После бурения скважина показала значительный самоизлив воды с пьезометрическим напором +16,8 м.

Проведены пробные и опытные выпуски, измерены уровни воды, дебиты.

Подтверждено высокое водонасыщение горизонтов, предложен режим эксплуатации без насосного оборудования.

5) Лабораторные исследования:

Отобраны и проанализированы пробы воды на химический состав и радиологическую безопасность.

Выполнены режимные наблюдения за уровнем, температурой и качеством воды.

Выводы: Работы подтвердили наличие значительных запасов пресной воды с высоким дебитом. Разработана методика эксплуатации месторождения с использованием самоизлива, что позволит эффективно орошать плантации саксаула и поддерживать восстановление экосистемы региона.[4]



Рисунок 4.1 – Опытный выпуск (фотографии взяты с отчета за 2022год)



Рисунок 4.2 – Емкость заполнена, окончание опыта



Рисунок 4.3 – Проведение геофизических исследований



Рисунок 4.4 – Буровые работы

4.3 Параметры водоносного горизонта

По качеству подземные воды отложений верхнемелового турона с минерализацией до 4,0г/дм³ без какой-либо водоподготовки пригодны для организации системы орошения плантации саксаула.

Минерализация воды 3,9 г/л. Тип минерализации воды - хлориднонатриевый. Дебит 10.3л/сек. Высота напора 17м. Давление воды 0,18МРа. Температура воды 33градуса.[4]

4.4 Результаты оценки эксплуатационных работ подземных вод

В 2022 году были рассчитаны эксплуатационные запасы подземных вод верхнемелового туронского горизонта.

Условия эксплуатации были следующими: Водоотбор должен быть постоянным, на срок 10 000 суток. Суточная потребность в воде — 888,9 м³/сутки (10,3 л/с).

В процессе работ выявили самоизлив у скважины. В результате проведенных работ были подсчитаны естественные запасы которые составляют 1 850,3 м³/сутки, что в два раза больше, чем требуется (888,9 м³/сутки). Расчётное понижение уровня воды за весь срок составит 12,36 м, что меньше допустимого значения — 17,23 м. Запасы отнесены к категории С1 — разведанные, пригодные для эксплуатации. Качество воды изучено и признано подходящим для орошения.

Глубина залегания водоносного горизонта: 416,0–489,0 м. Мощность горизонта (m): 48,9 м. Коэффициент фильтрации (K): 3,2 м/сут. Коэффициент водопроводимости (Km): 156,88 м²/сут. Коэффициент пьезопроводности (a): 1,9·10⁵ м²/сут. Приведённый радиус влияния (Rn): 65 383,5 м.

5 Виды и объемы проектируемых работ

5.1 Рекогносцировочные исследования территории

Гидрогеологические исследования представляют собой комплекс работ, направленных на изучение условий залегания, режима и качества подземных вод. Основными видами таких работ являются:

Сбор, обработка и анализ фоновых материалов, включая сведения о геологическом строении, гидрогеологических условиях и результатах ранее выполненных изысканий.

Рекогносцировочные обследования — предварительное ознакомление с изучаемой территорией, позволяющее определить общие гидрогеологические условия, выделить водоносные горизонты и сформулировать гипотезы для последующего изучения.

Гидрогеологическая съёмка и составление тематических карт, отражающих пространственное распределение подземных вод, их типы, условия питания, распространения и разгрузки.

Бурение гидрогеологических скважин и горнопроходческие работы — основной метод вскрытия и изучения подземных вод в натурных условиях.

Полевые опытно-фильтрационные исследования, включая откачки, наливы, нагнетательные опыты, направленные на определение фильтрационных характеристик пород и расчёт эксплуатационных ресурсов.

Режимные наблюдения за подземными водами — систематические замеры уровня, температуры, химического состава воды, позволяющие оценить динамику и устойчивость водоносных горизонтов в природных и техногенных условиях.

Моделирование фильтрационных процессов, в том числе численные методы расчёта движения подземных вод, для прогноза изменений гидродинамического режима при эксплуатации водозаборов.

Лабораторные исследования, включающие физико-химический анализ вод, определение свойств пород, фильтрационных и прочностных характеристик.

Выбор видов работ, их объём и последовательность зависят от цели и стадии исследований, масштаба проектирования, а также сложности гидрогеологических условий района.

В отдельных случаях применяются специализированные методы, такие как:

балансово-гидрометрические и гидрологические наблюдения;
изотопные, радиогидрогеологические, палеогидрогеологические, геоботанические и космические методы исследований;
геофизические методы, как регионального масштаба (электроразведка, сейсморазведка и др.), так и каротажные исследования в скважинах.

Полевой этап начинается с рекогносцировки района. В ходе этих работ проводится обследование ключевых геологических разрезов, выявляются основные месторождения подземных вод, осуществляется маршрутное изучение местности. Цель — формирование общего представления о геологическом строении и гидрогеологических условиях.

Особое внимание уделяется: изучению литологии пород, их пористости и трещиноватости; оценке степени обводненности; определению глубин залегания водоносных горизонтов; выявлению зон питания, движения и разгрузки подземных вод.

На основании полученных данных разрабатывается план дальнейших работ, включающий систематические маршрутные исследования, режимные наблюдения, геофизические изыскания и бурение разведочных скважин. После этого проводятся гидродинамические испытания и промысловогеофизические исследования, направленные на уточнение характеристик водоносных горизонтов.

Авторами данной работы был осуществлён выезд на территорию исследования, что позволило провести полевые наблюдения и собрать первичные данные. Эти данные обеспечили практическое подтверждение теоретических предположений и существенно обогатили исследование. Такой подход обеспечивает не только научную, но и прикладную ценность работы, делая её более приближённой к реальным условиям эксплуатации подземных вод.



Рисунок 5.1 – участок разведки, с заложением проектной скважины № 002-ИДМФСА

Так же был обследован участок скважины №001ИДМФСА «рисунок 5.2»



Рисунок 5.2 - участок скважины №001ИДМФСА

5.2 Буровые работы

В рамках реализации проекта предусмотрено проведение комплекса буровых работ, направленных на оценку эксплуатационных запасов подземных вод по промышленным категориям. Для решения поставленных задач запланировано бурение двух разведочно-эксплуатационных скважин — № 002ИДМФСА и № 003-ИДМФСА, глубиной по 500 м каждая. Проведение данных работ позволит детально изучить гидрогеологические условия, установить литолого-стратиграфическую структуру разреза и определить водоносные горизонты, перспективные для дальнейшей эксплуатации.

Бурение скважин и их гидродинамическое опробование являются ключевыми видами гидрогеологических исследований. Этот метод позволяет получить наиболее полную и достоверную информацию о подземных водах, поскольку обеспечивает прямой доступ к водоносным пластам. Эффективность буровых работ обусловлена рядом факторов:

бурение позволяет вскрыть геолого-литологический разрез и уточнить условия залегания водоносных горизонтов;

скважины обеспечивают возможность оценки как качественных, так и количественных характеристик подземных вод — их минерализации, температуры, дебита, гидравлической проводимости и др.;

по данным опытных откачек из скважин можно определить фильтрационные свойства водоносных пород и рассчитать гидрогеологические параметры (коэффициент фильтрации, пьезопроводность и др.);

буровые скважины являются наиболее эффективным способом организации капитажа подземных вод с целью водоснабжения или дренажа. Комплекс буровых работ включает:

определение оптимальной схемы размещения скважин на участке работ с учетом гидрогеологических условий и стадии проектирования;

непосредственное бурение с геологическим описанием керна или шлама по мере проходки;

выполнение каротажных и геофизических исследований в стволах скважин;

предварительное опробование подземных вод с целью определения водообильности и качества вскрытых горизонтов;

обустройство фильтровой колонны с установкой соответствующего оборудования.

Все проектируемые гидрогеологические скважины относятся к категории эксплуатационных и будут использоваться в качестве водозаборных. При необходимости, также рассматривается возможность их применения как дренажных, нагнетательных или поглощающих, в зависимости от целей последующего использования и инженерно-гидрогеологических условий участка.

5.2.1 Методика проведения работ

Участок проектируемых работ расположен в Кзыл-ординской области, Аральском районе, в 42 км (по прямой) юго-западнее с.Каратерен.

Монтаж-демонтаж бурового агрегата включает:

планировку площадки для установки бурового станка; монтаж бурового станка;

копка зумпфов и циркуляционной системы для глинистого раствора; демонтаж бурового станка; засыпку зумпфов и циркуляционной системы для восстановления первоначального вида поверхности участка.

Способ бурения: роторный.

Глубина скважины: 500 м.

Конструкция эксплуатационно-разведочной скважины рассчитана с учетом глубины залегания и мощности водоносного комплекса, необходимого количества воды, литологического разреза, а также положения статического и динамического уровня подземных вод.

Бурение под эксплуатационную колонну (0–200 м) будет осуществляться диаметром 295 мм с последующей обсадкой трубой диаметром 219 мм в интервале +0,5–200 м.

Бурение под фильтровую колонну (200–500 м) будет производиться диаметром 190 мм с обсадкой в интервале 200–500 м трубой диаметром 146 мм.

Фильтр – труба диаметром 146 мм с щелевой перфорацией и проволочной обмоткой, устанавливается в интервале 370–490 м. Окончательные интервалы установки рабочей части фильтровых колонн определяются по данным каротажных работ.

Буровой агрегат 1БА-15В монтируется на спланированной площадке размером 15×15 м. На площадке сооружается циркуляционная система, состоящая из двух зумпов размером 2×2×2 м, стенки которого крепятся досками. Один для приготовления бурового раствора, второй для циркуляционной системы. Оборудуется циркуляционная система канавами 0,45×0,45×15 м. Все земляные работы выполняются вручную в грунтах III категории.

Для очистки глинистого раствора от разбуренной породы (шлама) при буровых работах необходимо соорудить систему, которая состоит из желобов (земляная, деревянная или металлическая) и отстойников.

Желоба обычно имеют прямоугольное сечение размером по ширине 40- 60 см. и по высоте 25-30 см. На дне желобов для лучшего осаждения шлама устраивают перегородки высотой 15 см. на расстоянии 1,5-2 м друг от друга. Уклон (0,015) 1-2 см на 1 м длины желобной системы, которая составляет 20- 25 м. Отстойники и приемные амбары роют в земле и обшивают досками. Размер промежуточных отстойников 1×1×1 м. Емкость приемного амбара должна равняться 1,5-2 объема скважины. Средняя скорость движения жидкости в желобах допускается не более 10 м/с.

В радиусе 16-18 м от центра заложения скважины, с четырех сторон площадки роют ямы размером 1,3×0,5×1,2 м для якорей оттяжек вышки

Для бурового оборудования монтируется специальный деревянный настил, устанавливаются козлы для штанг и подготавливаются подъездные пути к буровой площадке. Всего по проекту предусмотрено произвести 1 монтажемонтаж бурового станка.

5.2.2 Технология проведения буровых работ

Конструкция скважин рассчитана, исходя из глубины залегания и мощности водоносного комплекса, потребного количества воды, литологического разреза, положения статического и динамического уровня подземных вод.

Бурение скважины под эксплуатационную колонну будет вестись трехшарошечным долотом диаметром 295 мм до глубины 200 м и обсаживаться трубами диаметром 219 мм. За трубное пространство технической колонны цементируется от 0 до 20 м.

Бурение под фильтровую колонну, в интервале 200-500 (300 м) будет производиться трехшарошечным долотом диаметром 190 мм и обсаживаться трубами диаметром 146 мм. Фильтр – труба (диаметр 146 мм) с щелевой перфорацией и с проволочной обмоткой оборудуется на колонне труб, в интервалах 370-390, 440-460, 480-490 м. Скважность фильтра минимум 20 процент.

Объем буровых работ на участке разведки приведен в «таблица 6.1»

Таблица 5.1 - Объем буровых работ на участке разведки

№ скважины	Категория пород по буримости				Объем бурения под кондуктор, м	Объем бурения под комбинированную колонну, м	Длина фильтров Ø 219 мм.м	Объем бурения, м глубина
	I	I	V	V	Обсадная труба Ø 219 мм, м	Обсадная труба Ø 190 мм, м		
002-ИДМФСА	Бурение Ø 295 мм под эксплуатационную колонну				200			50
	1	-	1	88	200,5			0
	Бурение Ø 190 мм под комбинированную колонну					300	50	

	3	9	2	1		310		
	2	1	5	82				
003 - ИНДМФСА	Бурение Ø 295 мм под эксплуатационную колонну				<u>200</u>			
2	1	-	1	88	200,5			
	Бурение Ø 190 мм под комбинированную колонну					300		50
	3	9	2	1			310	
								0
								50

В процессе буровых работ необходимо вести наблюдения за режимом бурения и поглощением промывочной жидкости. В качестве промывочной жидкости необходимо применять глинистый раствор удельный вес – 1,15-1,17 г/см³; вязкость – 25-30 сек; водоотдача – 10-15 см³/30 мин; содержание песка - < 4 процент по весу; толщина гл. корки - не более 1-2 см

Расчет количества глины для приготовления глинистого раствора при бурении скважины №002- ИДМФСА, №003 - ИДМФСА приведен в таблице ниже.

Таблица 5.2 – Расчет количества глины для приготовления глинистого раствора

№ сква- жины	Глубина, м	Интервалы бурения, м/ Ø бурения, мм	Норма СН РК 8.02- 05-2011 на 1 п.м. [26]	Расход глины, тонна	
				1	2
002- ИДМФСА	500	0,0-200 /295	0,111		22,2
		200-500 /190	0,049		14,7
		Всего			36,9
		10%			3,69
		0,0-200 /295	0,111		22,2
003- ИДМФСА	500	200-500 /190	0,049		14,7
		Всего			36,9
		10%			3,69
		Итого			81,18

Объем технической воды для приготовления глинистого раствора определяется по формуле

$$V_e = \frac{\pi \cdot D \cdot 2L \cdot K}{4} \quad (5.1)$$

где D² – диаметр скважины, м;

L – длина скважины, м;

K – коэффициент, учитывающий состав грунта (K = 5 – 7).

Таблица 5.3 – Расчет объема технической воды для приготовления глинистого раствора

№ скважин	Глубина, м	Интервалы бурения, м/ Ø бурения мм	Расход воды, м ³
1	2	3	4
002-ИДМФСА	500	0,0-200 /295	81,97
		200-500 /190	51,00
		Всего	132,98
003-ИДМФСА	500	0,0-200 /295	81,97
		200-500 /190	51,00
		Всего	132,98
Итого на 2 п.м.			0,530

При общем объёме буровых работ 1000 м расход воды на 2 п.м. бурения составляет 0,265 м³. Расход трехшарошечных долот при бурении скважин роторным способом с применением бурильных труб диаметром 60,3-73 мм.

5.3 Геофизические исследования

Геофизические каротажные исследования в скважинах будут проводится для литологического расчленения разрезов, определения мощности пластов, степени устойчивости ствола, выделения водоприточных интервалов, оценки естественной радиоактивности пород.

Данные методы будут использоваться в двух разведочноэксплуатационных скважинах:

Гамма-каротаж (ГК)

Измеряет естественную радиоактивность пород. Это поможет понять, какие породы находятся на разных глубинах, и точно определить границы между ними.

Измерения проводят с помощью приборов «Кура-1» и «КСП-ГК-43».

Результаты записываются в масштабе 2,5–5 микрорентген в час на сантиметр. Зонд (прибор) поднимается со скоростью 200–300 м/час.

Все работы проводятся по установленным инструкциям.

Электрокаротаж включает два метода:

КС(кажущееся сопротивление): показывает, насколько хорошо породы проводят электричество. Это важно, потому что водоносные породы обычно проводят ток хуже, чем плотные.

Используется специальный зонд, который записывает одну кривую. Масштаб записи зависит от сопротивления пород (от 2,5 до 2500 Ом·м).

ПС(потенциал естественного поля): фиксирует естественные электрические поля в породах. Этот метод помогает точно находить проницаемые (водоносные) пласти, независимо от солёности воды.

Зонд поднимается со скоростью 400–600 м/час, а результаты записываются с масштабом 2,5 мВ/см.

Кавернometрия:

Данное измерение позволит измерить ширину (диаметр) скважины, чтобы понять, есть ли расширения или сужения ствола. Это поможет оценить, не разрушились ли стенки скважины.

Расходометрия:

Это измерение скорости потока воды в скважине. Поможет определить, из каких пластов поступает вода и сколько.

Камеральная обработка результатов геофизических исследований включает в себя оформление каротажных диаграмм, интерпретацию полученных полевых материалов.

Общий объем геофизических исследований скважины составит – электрокаротаж и гамма-каротаж 300 п.м.

5.4 Опытно фильтрационные работы

Опытно-фильтрационные работы в составе гидрогеологических исследований будут проводится для определения расчетных параметров водоносного горизонта, характеристики граничных условий месторождения, получения данных для прогнозов величины понижения уровня подземных вод.

В скважинах №002-ИДМФСА, 003-ИДМФСА опытные работы включают в себя проведение пробного и опытного выпусков с наблюдением за восстановлением пьезометрического напора после каждого опыта.

Пробный выпуск будет проведен с целью предварительной оценки водообильности водоносных горизонтов и оценки качества вскрываемых вод.

Продолжительность пробного выпуска – 3 бр/см, восстановление уровня после каждого выпуска – 1 бр/см.

Общая продолжительность выпуска для 2-х скв составит: 2 вып. \times 3 бр/см = 6 бр/см.

Общая продолжительность восстановление уровня после каждого выпуска для 2-х скв составит $2 \text{ вос} \times 1 \text{ бр/см} = 2 \text{ бр/см}$.

Всего выпусков с восстановлением $6 + 2 = 8 \text{ бр/см}$.

После завершения пробного выпуска из скважин необходимо отобрать пробы на:

002-ИДМФСА 1 сокращенный химический анализ

003-ИДМФСА 1 сокращенный химический анализ

Опытный выпуск выполняется с целью определения расчётных гидрогеологических параметров продуктивного водоносного комплекса верхнемеловых отложений турона и сенона. Продолжительность выпуска в течении 5 суток, с последующим наблюдением за восстановлением уровня подземных вод не менее 1 суток после каждого опыта.

Продолжительность опытного выпуска – 15 бр/см, восстановление уровня после каждого выпуска – 3 бр/см.

Проектная продолжительность опытного выпуска в 2-х скважинах принята равной 30 бр./см, восстановления – 6 бр/см.

До начала выпуска в скважине измеряется избыточный напор.

Замеры будут проводиться с максимально возможной частотой, в течении первых 20 минут – через каждые 5 минут, последующие 30 минут – каждые 10 минут, в дальнейшем со второго часа выпуска – каждые 20 минут, после в течении 3-4 часов каждые 30 минут, с переходом на часовые и двухчасовые замеры. В зависимости от темпа изменения уровня подземных вод частота замеров будет определяться в процессе проведения опыта.

Методика наблюдения за восстановлением уровня подземных вод аналогична вышеуказанной.

Данные замеров заносятся в журнал проведения опытного выпуска.

В процессе проведения опытно-фильтрационных работ строятся графики зависимости понижения от времени и изменения дебита во времени.

В конце опытного выпуска из скважины необходимо отобрать пробы воды на:

002-ИДМФСА полный химический и радиологический анализ.

003-ИДМФСА полный химический и радиологический анализ.

Дебит будет измеряться объемным способом. Этот метод позволяет определить объем жидкости, который проходит через определенную точку за единицу времени. В качестве тары можно использовать Еврокуб. Для расчета дебита объемным способом используем следующую формулу:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (5.2)$$

где Q – дебит (л/с)
 V – объем жидкости (л)
 T – время (сек)

5.5 Режимные наблюдение

Режимные наблюдения начинаются с того момента, как только утверждается проект работы и проводятся они в существующей скважине 001ИДМФСА. Так как проектируемый водозабор находится в простых гидрогеологических условиях и исследуется один водоносный горизонт, наблюдения в других скважинах не требуются. Режимные наблюдения включают:

Подекадные (раз в 10 дней) замеры уровня и температуры воды в скважине.

Регулярную фиксацию показаний водомерного счетчика не реже одного раза в 10 дней.

Поквартальный отбор проб воды для химического анализа и один контрольный анализ после опытной откачки.

Ежегодный отбор пробы для радиологического анализа.

Все замеры будут вноситься в полевые журналы установленного образца. Первичная документация будет оформляться в полевой книжке на месте, без черновиков.

Наблюдения будут проводиться в соответствии с “Правилами государственного мониторинга недр”. Все лабораторные анализы будут осуществляться в сертифицированных учреждениях.

По результатам наблюдений водопользователь будет предоставлять отчетность в водохозяйственные органы ежеквартально и ежегодно.

Таким образом, весь комплекс режимных наблюдений обеспечит непрерывный контроль за состоянием подземных вод на этапе разведки и создаст основу для дальнейших решений по эксплуатации водозабора.

В процессе проведения режимных наблюдений будет отобрано 5 проб на сокращенный химический анализ. В течении года по одной пробе в квартал и 1 контрольный.

5.6 Топографо-геодезические работы

Топографо-геодезические работы являются важным элементом комплекса гидрогеологических исследований, так как обеспечивают пространственную

привязку объектов бурения, геофизических наблюдений и гидродинамических испытаний. В рамках данного проекта предусмотрено выполнение высотноплановой привязки двух разведочно-эксплуатационных скважин, обозначенных как № 002-ИДМФСА и № 003-ИДМФСА.

Для привязки будет использована система глобального позиционирования (GPS) с привязкой к существующим геодезическим пунктам государственной сети координат. Работы проводятся с применением персональных GPSнавигаторов геодезического класса точности (например, устройств производства Garmin), оснащённых барометрическим высотомером, электронным трёхосевым компасом и функцией регистрации координат в режиме реального времени.

Плановая привязка каждой скважины будет осуществляться по спутниковому сигналу с участием не менее шести спутников одновременно. Такая конфигурация обеспечивает точность позиционирования не хуже 0,5 метра, что соответствует масштабу топографических работ 1:1000. Высотная привязка производится с учетом геоидной модели и уточняется по данным локального нивелирования при необходимости.

В процессе работ будут выполнены следующие операции:
определение координат (широты и долготы) устья каждой скважины;
определение абсолютной высоты устья над уровнем Балтийского моря;
составление топографического эскиза с нанесением элементов рельефа и инфраструктуры;

оформление геодезических абрисов, ведомостей координат и высот;
привязка к опорным геодезическим пунктам, расположенным в пределах 10–15 км от исследуемого участка; создание схемы размещения скважин и вспомогательных объектов (зумпфы, площадки хранения раствора, полевые посты наблюдений и т.д.). Топографическая основа:

Для выполнения работ будет использоваться актуальная топографическая карта масштаба 1:100 000 или более крупная (1:25 000 или 1:10 000), что позволит корректно интегрировать полученные данные в общую геоинформационную модель участка. При необходимости будет проведена оцифровка фрагментов карты и их совмещение с данными GPS-наблюдений в программной среде (например, QGIS, ArcGIS).

Цель и результаты топографо-геодезической привязки:
точная фиксация пространственного положения скважин в системе координат WGS-84 (либо МСК при необходимости); обеспечение согласованности инженерных и геофизических изысканий; создание основы для составления ситуационных и рабочих планов; контроль за соблюдением

проектной схемы размещения объектов; повышение точности при камеральной обработке и моделировании гидрогеологических процессов.

Таким образом, топографо-геодезические работы обеспечивают пространственную согласованность всех элементов проекта и создают фундамент для точного и корректного ведения полевой и камеральной документации.

5.7 Лабораторные работы

В рамках поисково-оценочных гидрогеологических работ предусмотрено проведение комплексного лабораторного анализа проб подземных вод, отобранных из двух проектных скважин (№002-ИДМФСА, №003-ИДМФСА), а также из одной ранее существующей скважины (№001-ИДМФСА). Основная цель лабораторных исследований — определить качественный состав подземных вод, выявить возможные отклонения от нормативных показателей и обеспечить объективную оценку пригодности воды для различных видов водопользования.

В ходе работ будет организован мониторинг химического и радиологического состава воды на разных этапах: в процессе режимных наблюдений, пробных и опытных выпусков. Такой подход позволяет проследить изменения состава воды в динамике, оценить устойчивость параметров и возможное влияние техногенных или природных факторов.

Таблица 5.4 – план анализов

Вид анализов	Режимные наблюдения	Опытный выпуск	Пробный выпуск	Итого
СХА	5	-	2	7
ПХА	-	2	-	2
РА	-	2	-	2

Итого по всем скважинам:

7 проб — на сокращённый химический анализ (включает измерения по основным ионовым компонентам: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , минерализация, рН, жесткость, электропроводность);

2 пробы — на полный химический анализ (расширенный спектр, включая микроэлементы и органические соединения при необходимости);

2 пробы — на радиологический анализ (оценка содержания радона, трития, общего α - и β -излучения и др.).

Методика провидения:

Все пробы будут отбираться с соблюдением методических рекомендаций и стандартов, в частности СН РК 8.02.05-2011 и СанПиН для подземных вод. Образцы воды отбираются в химически нейтральную тару (обычно полиэтиленовую), промываемую исследуемой водой, и при необходимости стабилизируются (например, подкисляются азотной кислотой для металлов). Для радиологических исследований используется специализированная герметичная тара.

Транспортировка проб будет осуществляться в условиях, исключающих изменение температуры, воздействие света и воздуха. Сроки доставки в лабораторию не должны превышать допустимые нормативы (обычно 24–48 часов).

Испытательные лаборатории:

Все анализы будут проводиться в аккредитованных лабораториях, сертифицированных в соответствии с ISO/IEC 17025. Лаборатории должны иметь разрешение на проведение химических и радиологических анализов природных вод и использовать приборы с поверкой (например, ионхроматографы, спектрофотометры, жидкостные сцинтилляционные счетчики и др.).

Оформление и использования лаборатории

Результаты анализов оформляются в виде протоколов с указанием метода, измеренной величины, предела измерений и допустимых значений по санитарным нормам. Полученные данные будут использоваться для: оценки соответствия воды санитарным требованиям и стандартам качества; гидрохимического районирования исследуемого участка; прогноза изменений состава воды при эксплуатации;

уточнения параметров при подсчёте эксплуатационных запасов подземных вод; подготовки заключения о возможности использования воды для питьевого, хозяйственного или технического водоснабжения.

Таким образом, лабораторные исследования играют ключевую роль в комплексной оценке подземных вод и обеспечивают надёжную научную основу для проектных решений по их рациональному использованию и охране.

5.8 Камеральные работы

Камеральные работы представляют собой заключительный этап гидрогеологических изысканий, направленный на комплексную обработку, систематизацию и анализ всех полученных данных. Они обеспечивают научную обоснованность выводов о водоносных горизонтах, расчёт эксплуатационных запасов подземных вод и подготовку проектной документации.

В рамках проекта камеральные работы включают:

Сбор, систематизацию и анализ материалов ранее выполненных разведочных и опытно-эксплуатационных работ на территории проектируемого водозабора и в пределах смежных участков с аналогичными гидрогеологическими условиями;

Оцифровку, корректировку и обновление графических материалов, включая литологические разрезы, топографические схемы, планы размещения скважин и результаты геофизических исследований;

Анализ опыта эксплуатации подземных вод и мониторинговых наблюдений, включая уровень, температуру, дебит, химический состав воды и изменения этих параметров во времени;

Оценку достоверности и согласованности полевых данных, с выявлением аномалий, статистических отклонений и причин расхождений между прогнозными и фактическими значениями;

Интерпретацию материалов геофизических исследований (каротажа, гамма-каротажа, электрокаротажа и др.), выполненных в объеме 300 погонных метров, для уточнения разреза, выделения водоносных и водоупорных слоёв, а также уточнения фильтрационных интервалов;

Камеральную обработку данных опытно-фильтрационных работ, с построением графиков зависимости дебита от времени и уровня восстановления, а также расчетом фильтрационных и пьезометрических характеристик пород;

Подготовку и проведение расчетов эксплуатационных запасов подземных вод в соответствии с требованиями нормативных документов, включая СН РК, методики МГРИ и соответствующие инструкции;

Разработку проектных рекомендаций по режиму эксплуатации водозабора, охране подземных вод от загрязнения и рациональному использованию водных ресурсов;

Оформление итогового технического отчета, включающего текстовую часть, расчетные таблицы, схемы, карты, разрезы, а также цифровые приложения в формате ГИС и таблиц Excel.

В процессе камеральной обработки также выполняется приведение всех данных к единой системе координат, уточнение отметок устьев скважин и построение схем гидродинамических связей между ними.

Итогом камеральных работ является полное гидрогеологическое обоснование эксплуатационной пригодности месторождения, включая:

детальную характеристику вскрытых водоносных горизонтов;
расчетные значения дебитов, напоров, коэффициентов фильтрации;
рекомендации по оптимальному режиму эксплуатации и защите водозабора;
вывод о категории и достоверности оцененных запасов подземных вод.

6 Характеристика и параметры проектируемого водозабора

6.1 Расчетная схема и потребность в воде

Основываясь на результатах поисково-разведочных работ 2022г, данным проектом предлагается расширить водозабор до 5-и скважин. В настоящее время существует одна скважина, расположенная в центре водозабора. По флангам этой скважины запланировано бурение двух разведочных скважин, которые будут использоваться в качестве разведочно-эксплуатационных скважин. Кроме того, после завершения разведочных работ будет пробурено еще две условные эксплуатационные скважины.

Расчетная схема основывается на методе большого колодца.

Метод «большого колодца» — это упрощённый гидродинамический способ расчёта эксплуатационных запасов подземных вод, при котором группу скважин водозабора представляют как один условный «большой колодец» с эквивалентным водоотбором. Его используют, когда:

Скважин много, и удобно объединить их в обобщённую систему. Расчёты ведутся на длительный срок эксплуатации.

Нужно оценить общее понижение уровня воды: S

Метод учитывает тип системы (линейная, площадная, кольцевая), тип водоносного горизонта (напорный, безнапорный, многослойный), граничные условия (река, водоупор и т. д.) и гидрофизические параметры.

Преимущество метода — простота при больших системах. Минус — упрощение реальных условий, особенно для неустановившихся режимов фильтрации.

В рамках проекта планируется осуществить подбор оптимального расположения разведочно-эксплуатационных скважин, варьируя расстояния между ними – 500м, 750м и 1000м. Для каждого из вариантов будет проведен анализ степени понижения уровней в скважинах, что позволит выявить наиболее эффективную конфигурацию водозабора. Одновременно будет рассчитано общая протяженность водозаборной системы, обеспечивающей устойчивое водоотборное воздействие на исследуемом участке. Проектная нагрузка на каждую скважину будет определена с учетом гидродинамического расчета, который будет основываться на работе пяти взаимодействующих скважин в течение 10000 суток и с учетом их взаимовлияния.

Одним из параметров, используемых в расчетных формулах, является радиус большого колодца R_0

$$R_0 = 0,2L \text{ — для линейного ряда скважин; (6.1)}$$

где L – длина ряда при линейной системе, м ;

$$R_0 = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ м}$$

$$R_0 = 0,2 \cdot 750 = 150 \text{ м}$$

$$R_0 = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ м}$$

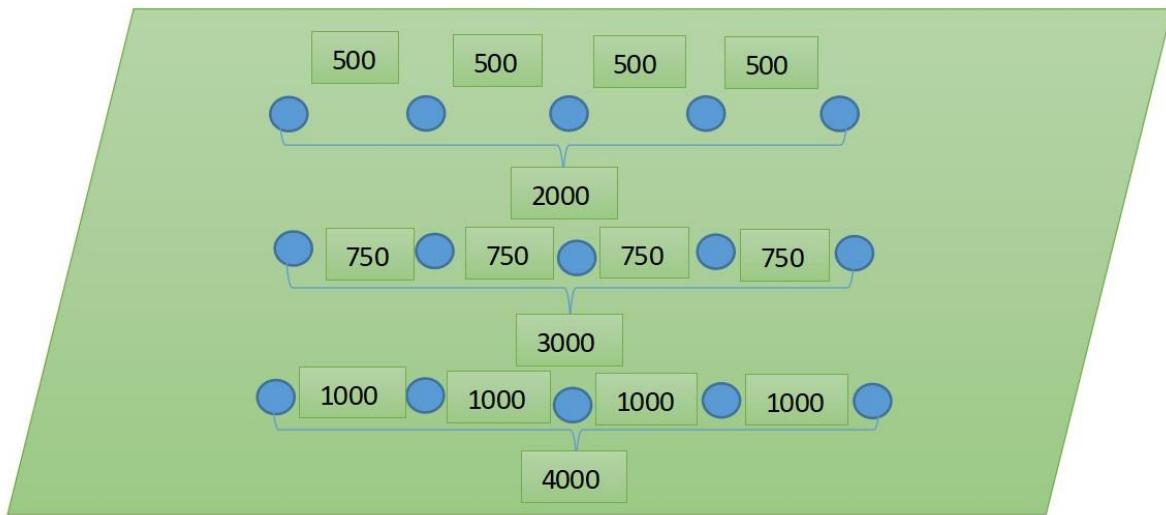


График 6.1 – Варианты расстояние между скважины

Определение значения величины S осуществляется с учетом вида системы, а также граничных условий водоносного горизонта.

В нашем случае если депрессионная воронка водозаборного сооружения не достигнет к концу срока эксплуатации ни одной из границ, пласт считается неограниченным, а определение значения величины S осуществляется по формуле

$$S = \frac{Q_{\text{сум}}}{2\pi K_m} \ln \frac{R_{\text{пп}}}{R_0} \quad (6.2)$$

где K_m – водопроводимость водоносного горизонта, $\text{м}^2 / \text{сут}$;

$Q_{\text{сум}}$ – суммарный дебит скважин, $\text{м}^3/\text{сутки}$;

R_0 – радиус большого колодца, м;

R_n – приведенный радиус влияния, м;

$$s = \frac{1846,1}{2 \cdot 3,14 \cdot 156,88} \ln \frac{65383}{250} = 2,15 \cdot 5,56 = 12 \text{ м}$$

$$s = \frac{2000}{2 \cdot 3,14 \cdot 156,88} \ln \frac{65383}{375} = 2,15 \cdot 5,56 = 12 \text{ м}$$

$$s = \frac{2076}{2 \cdot 3,14 \cdot 156,88} \ln \frac{65383}{500} = 2,15 \cdot 5,56 = 12 \text{ м}$$

В процессе расчета текущих показателей мы зафиксировали значение, равное 12, на позиции S. После выполнения обратного расчета мы определили суммарный дебит, который затем был разделен на 5, что позволило вычислить дебит для каждой отдельной скважины. Результаты этих расчетов представлены в таблице 6.1.

В данной таблице L_{1-2} обозначает протяженность водозабора, а Q — дебит, рассчитанный для каждой скважины. Эти данные позволяют более детально оценить эффективность работы водозаборной системы и выявить возможные зоны для оптимизации.

Таблица 6.1 - Расчётный дебит с учетом расстояния

	$Q_{\text{сум}}$, м ³ /сут	Q , л/с	L_{1-2} , м	S , м
L_1	1846,1	4,26	2000	12
L_2	2000	4,6	3000	
L_3	2076	4,8	4000	

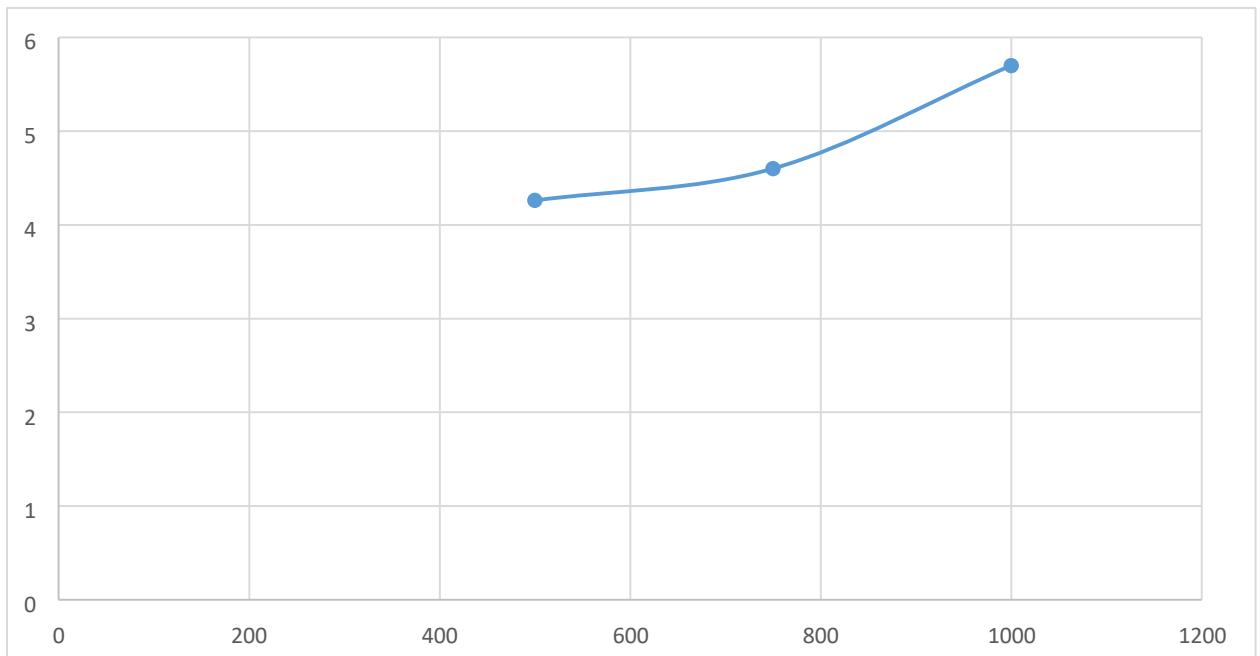


График 6.2 – Зависимости дебита от расстояния между скважинами

С увеличением расстояния между скважинами изменение дебита носит незначительный характер и не превышает 1 л/с. Однако чрезмерное удаление скважин друг от друга может создать сложности при эксплуатации водозабора, затрудняя техническое обслуживание и контроль за его работой. Учитывая эти факторы, оптимальным вариантом является расстояние между скважинами 500 м, при котором обеспечивается стабильный суммарный дебит в размере 4,2 л/с и сохраняется удобство эксплуатации системы.

В ходе нашего анализа эффективности разработки площадей в 1500 гектаров мы рассмотрели различные сценарии с разным количеством скважин: 3, 4 и 5. Каждый из этих вариантов имеет свои преимущества и недостатки, которые влияют на общую производительность и экономическую целесообразность.

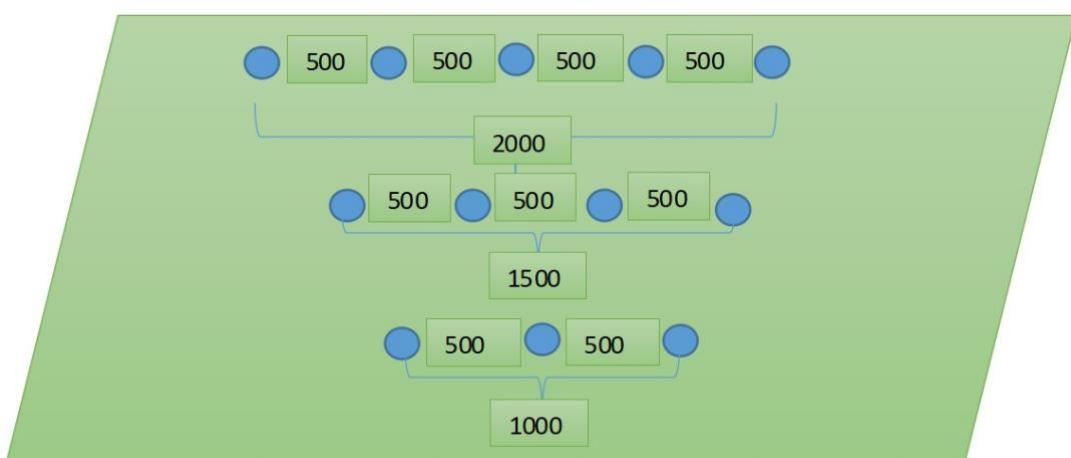


График 6.3 – Варианты количества скважины

При использовании трех скважин мы можем добиться высокой концентрации ресурсов на каждой из них. Это позволяет оптимизировать затраты на бурение и эксплуатацию, а также минимизировать риски, связанные с потенциальными неудачами. Однако, при таком количестве скважин, общая площадь, которую они могут охватить, может быть недостаточной для полного использования всех доступных ресурсов. Это может привести к снижению общей продуктивности и увеличению времени на извлечение полезных ископаемых.

Четыре скважины представляют собой компромиссный вариант, обеспечивающий более равномерное распределение ресурсов по площади. Это позволяет увеличить общий объем добычи за счет более равномерного охвата территории. При этом затраты на бурение и эксплуатацию остаются

приемлемыми. Такой подход также может повысить устойчивость к колебаниям в производительности.

С увеличением числа скважин до пяти мы можем значительно повысить общую производительность и эффективность разработки. Это позволяет охватить большую площадь и использовать доступные ресурсы более эффективно. Однако, стоит учитывать, что увеличение числа скважин также приводит к росту затрат на бурение, эксплуатацию и техническое обслуживание.

Для определения дебита в рамках нашего проекта по разработке площадей в 1500 гектаров мы применили методику, основанную на делении суммарного дебита на количество скважин.

Таблица 6.2 - Расчётный дебит с учетом количества скважин

№	$Q_{\text{сум}}$, м ³ /сут	Q , л/с	L_{1-2} , м
3	1846,1	7,1	1000
4	1846,1	5,32	1500
5	1846,1	4,26	2000

Для нашего проекта по разработке площадей в 1500 гектаров мы выбрали оптимальную стратегию, основанную на установке пяти скважин, каждая из которых имеет дебит 4,26 л/с. Этот подход позволяет нам эффективно использовать ресурсы и обеспечивать устойчивое извлечение подземных вод.

С учетом площади в 1500 гектаров размещение пяти скважин позволяет создать сбалансированную систему, которая не только отвечает требованиям производительности, но и учитывает геологические особенности региона. Каждая скважина будет работать в своем оптимальном режиме, что минимизирует конкуренцию за ресурсы и повышает общую эффективность разработки.

Таким образом, выбор пяти скважин с дебитом 4,26 л/с для разработки площади в 1500 гектаров представляет собой стратегически обоснованное решение. Оно сочетает в себе эффективность, устойчивость и гибкость, что является залогом успешной реализации нашего проекта. Мы уверены, что данная модель позволит нам достичь высоких показателей продуктивности и обеспечить долгосрочную рентабельность разработки.

6.2 Требования к качеству подземных вод

Саксаул — это вид кустарниковых или деревянистых растений, принадлежащих к семейству саксауловых (*Haloxylon*). Эти растения распространены в засушливых и полузасушливых регионах Центральной Азии, в частности в Казахстане, Узбекистане и Туркменистане. Саксаул имеет несколько видов, наиболее известные из которых — *Haloxylon ammodendron* и *Haloxylon persicum*.

Саксаул обладает рядом уникальных адаптаций к суровым условиям пустынь. Его корни могут достигать значительных глубин, что позволяет растению добывать влагу из подземных вод. Листья саксаула мелкие и мясистые, что помогает минимизировать испарение влаги.

Это растение играет важную роль в экосистемах пустынь, обеспечивая укрытие и пищу для многих животных, а также предотвращая эрозию почвы. Древесина саксаула используется местными жителями для строительства, топлива и других нужд.

Так как растение может расти в суровых условиях, основное требование к воде это, минерализация вод не более 4 г/л.

7 Предварительный расчет эксплуатационных запасов подземных вод

7.1 Обоснование режима водоотбора и срок эксплуатации

Непрерывный водоотбор — это постоянная подача воды из скважин, независимо от сезона или времени года. Такой режим позволяет обеспечить стабильное водоснабжение как для хозяйственных нужд (например, полив в вегетационный период), так и для решения экологических задач в межсезонье. Вода отбирается без перерывов, что также может быть необходимо для промышленных процессов или других постоянных потребностей.

При выборе режима работы водозабора было принято следующее решение: В вегетационный период все скважины водозабора будут функционировать в режиме обеспечения полива саксаула, что является приоритетной задачей в рамках восстановления и поддержания растительности. В не вегетационный период, в зимнее время, работа скважин не будет прекращена. Вместо этого добытая вода будет направляться на создание экологически благоприятной среды — формирование искусственных озёр и влажных участков. Эти водоемы станут устойчивыми микро экосистемами, способствующими произрастанию дикой растительности и привлечению животных, тем самым поддерживая биологическое разнообразие и улучшая экологическую обстановку в регионе.

Эксплуатационные запасы подземных вод рассчитаны на продолжительность водоотбора в течение 10 000 суток.

В случае необходимости продления срока эксплуатации и увеличения водоотдачи, будет проводиться переоценка эксплуатационных запасов на основании материалов, полученных в ходе эксплуатации.

Для обеспечения устойчивости водоотбора потребуется организация системы мониторинговых исследований, включающей:

контроль величины водоотбора, наблюдение за динамикой изменения уровней и напоров, регулярный анализ качества подземных вод.

Все указанные мероприятия являются обязательными условиями при ведении водозабора в рамках эксплуатации утверждённых запасов.

7.2 Принимаемые расчеты гидрогеологических работ

$$S = \frac{Q_{\text{сум}}}{2\pi K m} \ln \frac{R_{\text{пр}}}{R_0} \quad (7.1)$$

где $K m$ – водопроводимость водоносного горизонта, $\text{м}^2 / \text{сут}$;

$Q_{\text{сум}}$ – суммарный дебит скважин, $\text{м}^3/\text{сутки}$;

R_0 – радиус большого колодца, м;

R_n – приведенный радиус влияния, м; $S_{\text{доп}}$ – допустимое понижение, м; ν – коэффициент упругой водоотдачи; t – амортизационный срок работы водозабора, сутки.

m – мощность водоносного горизонта, м.

Гидродинамический расчёт осуществляется методом оценки понижения уровня воды к концу срока эксплуатации водозабора. Оптимальный водоотбор подбирается таким образом, чтобы понижение уровня воды сохранялось в режиме самоизлива. Метод заключается в том, что мы не задаёмся конкретным дебитом, а оцениваем потенциальные возможности данного водоносного горизонта при эксплуатации пяти скважин, расположенных на участке длиной 2000 метров.

Расчёт выполняется методом обратной задачи — подбором параметров, при которых сохраняется устойчивый режим работы. С расстоянием в 500м, 750м и 1000м посмотреть сильно ли скажется на окончательный результат.

7.3 Методика и оценка эксплуатационных запасов подземных вод

Гидродинамический расчет методом большого колодца. Этот метод основан на анализе оценки эксплуатационных запасов подземных вод учитываются следующие обстоятельства:

водозабор обычно осуществляется большим количеством скважин, что позволяет эти реальные системы скважин привести к обобщенным («большим колодцам»); всвязи с тем, что эксплуатационные запасы расчитываются на продолжительное время, рассматриваются формулы, применяемые для больших периодов времени после начала откачки.

Одним из параметров, используемых в расчетных формулах является радиус большого колодца R_0

$$R_0 = 0,2L \text{ -- для линейного ряда скважин} \quad (7.2)$$

где L – длина ряда при линейной системе, м ;

$$R_0 = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ м}$$

Определение значения величины S осуществляется с учетом вида системы (однослойные или многослойные водоносные горизонты), а также граничных условий водоносного горизонта (неограниченные, полуограниченные пласти, пласт-полоса, пласти, ограниченные круговым контуром и т.д.).

В нашем случае если депрессионная воронка водозаборного сооружения не достигнет к концу срока эксплуатации ни одной из границ, пласт считается неограниченным, а определение значения величины S осуществляется по формуле [7.1].

Величина приведенного радиуса рассчитывается по формуле:

$$R_{np} = 1,5\sqrt{at}, \quad (7.3)$$

где a - коэффициент пьезопроводности для напорных и напорно-безнапорных пластов или коэффициент уровнепроводности (a_y) для безнапорных пластов, $\text{м}^2/\text{сут}$;

t – расчетный период эксплуатации, сут.

$$R_{np} = 1,5\sqrt{1,9 \cdot 10^5 \cdot 10000} = 65383 \text{ м}$$

Расчеты S по формуле (7.2) можно проводить лишь в том случае, если соблюдаются следующие условия:

$$\frac{at}{R_0^2} \geq 25 \quad - \text{ для линейной системы;}$$

$$\frac{1,9 \cdot 10^5 \cdot 10000}{250^2} \geq 25$$

$$30400 \geq 25$$

Нашем случае условия соблюденный

$$S = \frac{1846,1}{2 \cdot 3,14 \cdot 156,88} \ln \frac{65383}{250} = 2,15 \cdot 5,56 = 12 \text{ м}$$

При суммарном дебите $1846,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ ($21,3 \text{ л/с}$), ожидается понижение уровня подземных вод на 12 метров, что является предельно допустимым значением ($S_{\text{доп}} = 17,34 \text{ м}$) для данной системы. Дебит каждый скважин $368,064 \text{ м}^3/\text{сут}$ ($4,26 \text{ л/с}$). Избыточный напор $5,34 \text{ м}$.

7.4 Выводы и рекомендации

Оптимальное расстояние между скважинами, согласно гидрогеологическим расчётам, составляет 500 метров. Такое размещение является наиболее рациональным, так как обеспечивает стабильный и достаточный дебит скважин, минимизирует взаимное влияние между ними, упрощает проведение технического обслуживания и осмотров, а также снижает риск преждевременного истощения месторождения. Это расстояние позволяет эффективно использовать водозаборный участок и способствует устойчивой эксплуатации подземных вод.

Подводя итоги предварительного расчета эксплуатационных запасов подземных вод можно прийти к выводу что при дебите $21,3 \text{ л/с}$, ожидается понижение уровня подземных вод на 12 метров, что является предельно допустимым значением для данной системы. Однако следует отметить, что дальнейшее увеличение дебита приведет к пропорциональному увеличению понижения уровня подземных вод. Это связано с тем, что при превышении установленных норм эксплуатации водоносного горизонта происходит усиление процессов истощения запасов подземных вод.

Водоотбор должен вестись в пределах заявленного суммарного дебита 1846,1 м³/сут, для чего каждую скважину необходимо зарегулировать на дебит(4,26 л/с).

При дальнейшей эксплуатации водозабора должны быть организованы режимные наблюдения с целью уточнения закономерностей понижения уровня, дебита и установления изменения качества подземных вод в зависимости от водоотбора.

Для замеров уровней воды скважины должны быть оборудованы манометром.

Отбор проб воды из скважин на сокращенный химический анализ в объеме 1,0л необходимо производить ежеквартально в одни и те же декады одного и того же месяца.

Все наблюдения за уровенным режимом и водоотбором по скважинам должны фиксироваться в специальном журнале для ведения первичного учета водопотребления

Контроль дебита (расхода) водозабора должен вестись и фиксироваться по данным прибора учета воды (счетчика) не реже одного раза в десять календарных дней, желательно в одно и то же время.

Так как подземные воды эксплуатируемого горизонта имеют высокую температуру, то перед ее использованием она должна остывать до температуры 16°C - 20°C. С этой целью необходимо строительство искусственного водоеманакопителя или бассейна, где извлекаемые подземные воды будут остывать перед дальнейшим их использованием.

8 Сметная стоимость проектных работ

Смета на проектируемые до разведочных работы на осушенном дне Аральского моря для обеспечения запасами подземных вод и организации

системы орошения плантации саксаула на участке 1500 га в Аральском районе Кызылординской области

Таблица 8.1 - Смета на проектируемые работы по разведке и оценке эксплуатационных запасов подземных вод

№ п/п	Наименование работ и затрат	Полная сметная стоимость, тенге
I	Собственно-геолого - разведочные работы	5 970 000
II	Сопутствующие работы в том числе Полевое довольствие командировочное расходы	83 538 800
	Непредвиденные расходы 10 %	8 950 880
	НДС 12 %	11 815 161
	Всего с учетом НДС	110 274 841

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проекта по гидрогеологическому изучению участка на осушенном дне Аральского моря предусмотрен комплекс всесторонних работ, направленных на выявление и оценку потенциала подземных вод для целей водоснабжения и орошения.

В результате:

Проведена рекогносцировка территории, выбраны места бурения, выполнены предварительные наблюдения за существующими скважинами и отборы проб воды.

Запланировано бурение двух разведочно-эксплуатационных скважин 002003 ИДМСФА глубиной по 500 м, с установкой фильтров в водоносных интервалах. Конструкция скважин рассчитана с учетом гидрогеологических условий.

Будут проведены геофизические каротажные исследования, включающие гамма-каротаж, электрокаротаж, кавернометрию и расходометрию для детальной оценки разреза и выявления водоносных горизонтов.

Осуществятся опытно-фильтрационные работы, включая пробные и опытные выпуски воды, с замерами пьезометрического напора и расчетом гидрогеологических параметров.

Организованы режимные наблюдения по замеру уровня, температуры и дебита подземных вод, с фиксацией данных в журналах и регулярным отбором проб для анализа.

Будут выполняться лабораторные исследования: по 5 проб на сокращённый химический анализ и 1 пробе на радиологический анализ с каждой скважины (всего 12 проб).

В случае превышения минерализации воды свыше 4 г/л, будет предусмотрена система водоподготовки с использованием современных технологий фильтрации.

Также будет проведена топографо-геодезическая привязка двух скважин с использованием GPS-оборудования.

В финале будут выполнены камеральные работы, включающие обработку, анализ и интерпретацию всех собранных данных, а также подготовку материалов для подсчета эксплуатационных запасов подземных вод.

В результате реализации всех предусмотренных работ будет получена достоверная и комплексная информация о состоянии подземных вод на участке. Это обеспечит основу для принятия обоснованных решений по организации устойчивого водозабора и рационального использования водных ресурсов в условиях экологически уязвимой территории Аральского региона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Статья «USAID расширяет проект по восстановлению экосистемы на осушенном дне Арала, выделив Узбекистану 1,6 млн долларов»
- 2 Эколого-географический аспект Аральского кризиса. Часть 1. Развитие Аральской проблемы, ее изучение, оценка и разработка мероприятий
- 3 Бортник В.Н., Кукса В.И., Цыцарин А.Г. Современное состояние и возможное будущее Аральского моря // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1991. № 4. С.62-68. 4 Отчет о результатах работ по объекту «Поисково-разведочные работы на осушенном дне Аральского моря для обеспечения запасами подземных вод и организации системы орошения плантации саксаула на участке 500га по региональному проекту USAID» Водные ресурсы и окружающая среда (WAFE) в Аральском районе Кызылординской области»
- 5 Сергеев Н. Н., Самойлова И. В. , Червоных С.А. и др. Отчет по «Комплексной геологической, гидрогеологической и инженерногеологической съемке масштаба 1:200 000 с геоэкологическими исследованиями листов L-41XIX, XXV, XXXI на площади 8 441 кв. км. (Приаралье)». ТОО АГП «Поисково-съемочная экспедиция» - 2006 г.
- 6 Веселов В.В., Махмутов Т.Т. и др. Справочник Месторождения подземных вод Казахстана. Том I. Западный и Южный Казахстан. Второе издание / РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК», г.Алматы, 2019
- 7 Гидрометеорологические проблемы Приаралья, 1990г.
- 8 Гидрогеология СССР. Том XXXVI, Южный Казахстан. Изд. Недра, 1970г.
- 9 Интернет ресурсы
<https://www.planarium.ru/page/image/id/110748.html>
- 10 Интернет ресурсы
<https://studwood.net/817667/ekologiya/vvedenie#769>
- 11 Веселов В.В., Махмутов Т.Т. и др. Справочник Месторождения подземных вод Казахстана. Том I. Западный и Южный Казахстан. Второе издание / РГП ПХВ «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК», г.Алматы, 2019.
- 12 Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-II

// <http://online.zakon.kz>.

13 Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. Издательство «Недра». Москва – 1984 г.

14 Дубровский В.В., Керченский М.М. и др. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду. Изд. 2, переработанное и дополненное, М., Недра, 1972.

15 Инструкция по организации и ведению режимных наблюдений за уровнем, напором, дебитом, температурой и химическим составом подземных вод в системе Государственного мониторинга подземных вод. Кокшетау, 2006 г.

16 Информационно-правовой бюллетень № 3 (180) от 12 апреля 2011 г. Нормы времени на проведение гидрогеологических исследований (съемочные работы) и мониторинга недр (мониторинг подземных вод) расценки на проведение гидрогеологических работ.

17 Коллектив авторов. Гидрогеология СССР. Том XXXVI, Южный Казахстан. Изд. Недра, 1970.

18 Методические указания по применению классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод. ГКЗ РК, Алматы, 1997.

19 Геологического изучения и мониторинга недр» от 5 мая 2011 года № 124. 24 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан «Об утверждении Правил проведения государственной экспертизы недр и Положения о государственной комиссии по экспертизе недр» от 16 мая 2018 года № 335.

20 СН РК 8.02-05-2011 Сборники сметных норм и расценок на строительные работы. Сборник 4. Скважины. Астана, 2011.

21 Церильсон Б.С. «Стратиграфические схемы меловых, палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений» Алма-Ата 1996 г.

22 Церильсон Б.С. «Стратиграфические схемы меловых, палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений» Алма-Ата 1996 г.

23 Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 год № 400-VI ЗРК

24 СНиП РК 4.01-02-2009. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - Астана, Агентство Республики Казахстан по делам строительства и 100 жилищно-коммунального хозяйства, 2010г.

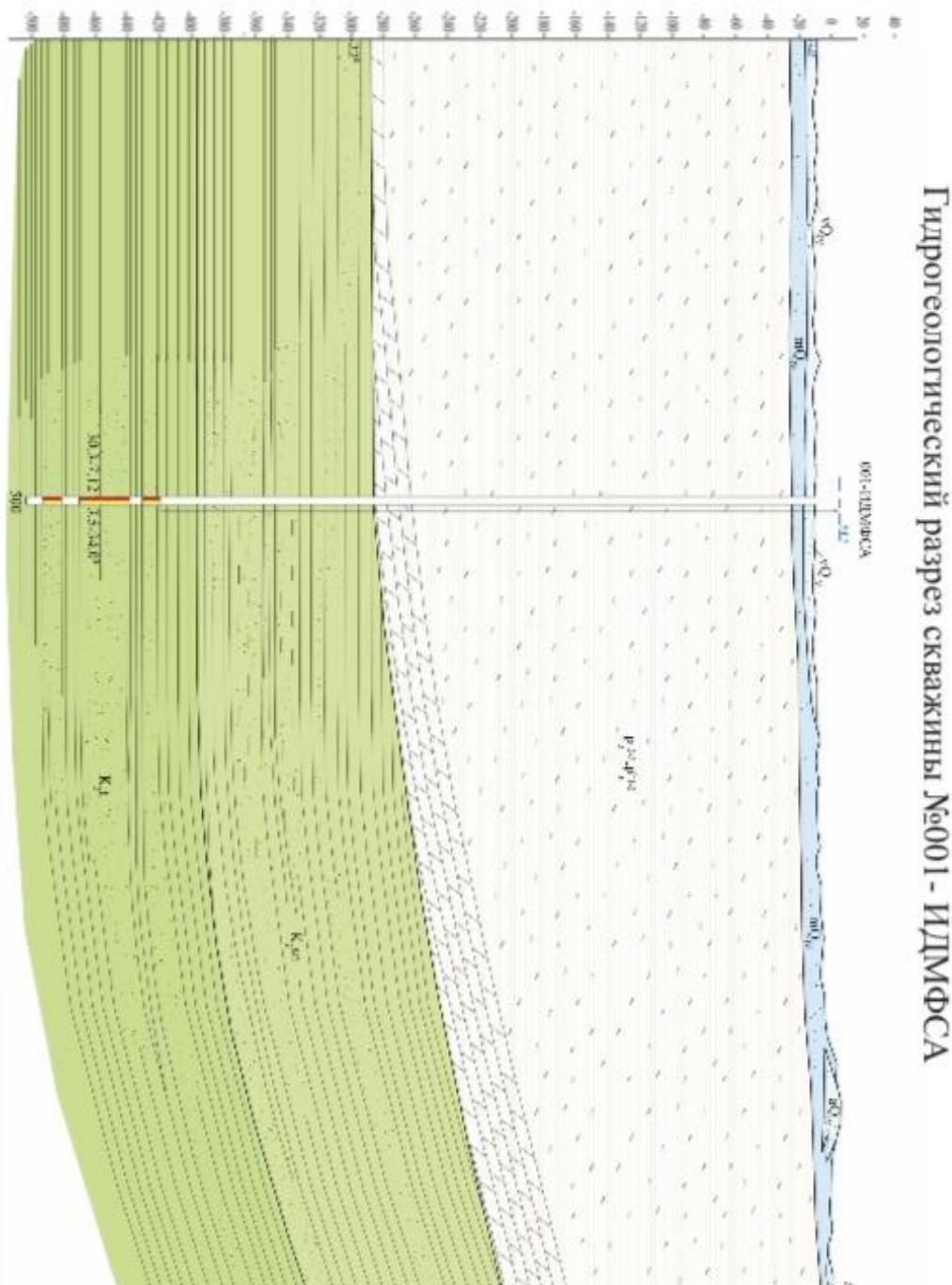
25 Томина Т.К., Хайбуллин А.С., Ажикина Н.Ж. Современное состояние почвенного покрова обсохшего дна Аральского моря восточной части казахстанского Приаралья // Журнал – Почвоведение и агрохимия. – ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, 2008. – С.116-124.

Схема расположения гидрогеологических скважин



ДД-4405/202

Гидрогеологический разрез скважины №001- ИДМФСА



Геолого-технический наряд на бурение проектной скважины
№001- ИДМФСА

Отстойник диаметром 146 мм в интервале 490-500 м проволочного обмоткой в интервалах 370-390 м, 440-460 м, 480-490 м; Фильтр - щелевой диаметром 146 мм с

				ДП- 6В05202			
Должн.	Фамилия	Подпись	Дата	г. Алматы ул. Сатпаева 22	Стадия	Лист	Масштаб
Зав. каф	Фуэлхан Е.С				ДП		
Руководит	Завалей В.А						
Рецензент	Тажиев С			Кызылординская область, Аральский район	КазНИТУ Кафедра ГИнИГ ГНГ		
Нормконтр	Кульдесев Э.М						
Студент	Турсунова И.Т						

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

ВАСИЛЬЕВСКАЯ СОВЕТСКАЯ ЭКОНОМИКА ПРИЧИНОЮ. МИНИСТЕРСТВО ПОДСЧИТАЛО ПОСЛЕДНЮЮ

Воинский сокровищный альбомный горючие. Чрезвычайное прошлое

МЕТОДИЧЕСКИХ ПЛАНИРОВОК В ОБРАЗОВАНИИ СУСПИСИИ
ВОДЫ

и присоединяется к концепции обновления и обновлению, включая обновление земли.

Биотехнічні споруди-акваторіальні – будівля-спріймові монументальні композиції. *Співаки-фігури* є підмінкою історії.

Всероссийский спортивно-технический симпозиум «Паспорта среды толчка ЕНПК».

Бюджетная политика в Российской Федерации: Право, практика, проблемы

ANALYSIS OF INFLUENCE OF PREDATOR-PREY INTERACTIONS ON PLANT COMMUNITIES IN AGRICULTURAL ECOSYSTEMS 27

3.5 V/200

10-30 r/200
55-60 r/200

30-50 r/min 60-65 r/min

卷之三

Химическая книга

Синдромы-андромеды:

• Kondensatoren

• Супермакеты

—Therefore no people

Лексико-диалектические

Голова в складі виконавчих горіхових
помічників

Литературные

ANSWER

JBL-68052012

JUL-6503202

