Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева

УДК 556.3(574)(043) На правах рукописи

МАКЫЖАНОВА АСЫЛ ТЕМИРТАЕВНА

Подземные воды Казахстана и задачи водоснабжения аграрного сектора экономики (состояние, перспективы)

6D075500 – Гидрогеология и инженерная геология

Диссертация на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

Научный консультант: Мухамеджанов Мурат Абикенович, доктор.геол-мин.наук,г.н.с.Института гидрогеологии и геоэкологии, г.Алматы

Зарубежный научный консультант: доктор географических наук, профессор, Сагинтаев Жанай (Jay Sagin), Университета Саскачеван, город Саскатун, Канада

Республика Казахстан
Алматы, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 6
ОПРЕДЕЛЕНИЯ 8
ВВЕДЕНИЕ 11
1.ИНФОРМАЦИОННО – АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН 16
1.1 Роль использования подземных вод в аграрном секторе при реализации государственной программы интегрированного управления водными ресурсами 16
1.2 Краткий обзор современного состояния и исследований в области использования подземных вод для сельскохозяйственного питьевого водоснабжения 18
1.3 Анализ современного состояния использования подземных вод для орошения и перспектив интегрированного использования водных ресурсов в аграрном секторе 20
1.4 Использование подземных вод и методы оценки их естественных ежегодно возобновляемых ресурсов для обводнения пастбищ 25
Выводы по Разделу 1 27
2. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНТЕГРИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ 30
2.1 Природно-климатические условия 31
2.2 Геологическое строение участка исследований 32
2.3 Характеристика гидрогеологических условий участка исследований 33
2.4 Гидрологические условия 34
2.5 Сельско и водохозяйственные условия участка исследований 36
Выводы по Разделу 2 42
3. НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ И ПЕРСПЕКТИВ ИНТЕГРИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ 43
3.1Организация участка исследований 43
3.2 Состав и методика проведения экспериментальных исследований 45
3.2.1 Изучение уровенного и химического режима грунтовых вод 45
3.2.2Определение коэффициентов фильтрации водоносных пород нерасчлененных четвертичных делювиально-пролювиальных отложений методомопытных откачек из скважин 47
3.3 Натурные опытные исследования фильтрационных свойств покровных отложений на экспериментальном участке 50
3.4 Характеристика водно-физических свойств почво-грунтов на экспериментальном участке 51
3.5 Характеристика особенностей формирования гидрохимического режима

подземных вод на участке экспериментальных исследований 54
3.6 Результаты экспериментальных исследований 61
3.7 Организация и проведение почвенно-мелиоративного мониторинга покровных отложений на экспериментальном участке по завершении опытных исследований 64
Выводы по Разделу 3 66
4 ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ НА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОМ УЧАСТКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА Visual MODFLOW PRO 69
4.1 Основные цели и задачи моделирования 69
4.2 Геофильтрационная схематизация области фильтрации 70
4.3 Создание компьютерной модели процесса геофильтрации на экспериментальном участке 73
4.3.1 Математическое представление модели 73
4.3.2. Ввод исходных данных и компьютерное представление модели геофильтрации гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка 74
4.3.3 Идентификация и калибровка геофильтрационной модели гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка 78
4.4 Оценка динамики потока и элементов водного баланса подземных вод экспериментального участка в вегетационный период 2017 года(результаты решения задачи идентификации модели) 82
4.5 Прогноз изменения гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка при использования существующего дренажного стока в качестве дополнительного питания 89
4.6. Выводы по Разделу 4 93
5. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ 94
5.1 Организация и методика проведения исследований наиболее неглубоко залегающих и доступных водоносных комплексов и горизонтов в пределах пастбищных территорий Алматинской области 94
5.2 Характеристика гидрогеологических условий пастбищных территорий области 95
5.3 Прогнозная потребность в питьевой воде животноводческой отрасли на пастбищных угодьях 101
5.4 Выводы по Разделу 5 103
6.ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В КЫЗЫЛ-ОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ 106
6.1 Характеристика гидрогеологических условий пастбищных массивов Кызылординской области 106
6.1.1 Гидрогеологические условия пастбищных массивов горных регионов Кызылординской области 108
6.1.2 Гидрогеологические условия пастбищных массивов предгорной равнины

северо-западной части Каратау 109
6.1.3 Гидрогеологические условия пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины Северных Кызылкумов 110
6.1.4 Гидрогеологические условия пастбищных массивов Присырдарьинской аллювиальной равнины 112
6.1.5 Гидрогеологические условия пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины Приаральских Каракумов 115
6.1.6 Гидрогеологические условия пастбищных массивов равнины Северного Приаралья 116
6.1.7 Гидрогеологические условия пастбищных массивов Тургайской столово-останцовой равнины 117
6.1.8 Гидрогеологические условия пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины Арыскумы 118
6.1.9 Гидрогеологические условия пастбищных массивов Присарысуйской равнины 120
6.2 Водообеспеченность пастбищных массивов Кызылординской области 122
6.3 Гидрогеологическое районирование, стратификация подземных вод 125
6.4 Выводы по Разделу 6 129
7.ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ 131
7.1 Характеристика гидрогеологических условий пастбищных массивов 131
7.1.1 Характеристика гидрогеологических условий горных районов пастбищных массивов 131
7.1.2 Характеристика гидрогеологических условий горных районов пастбищных массивов предгорной равнины северного склона Киргизского Алатау 132
7.1.3 Характеристика гидрогеологических условий горных районов пастбищных массивов предгорной равнины северо-восточного склона Малого Каратау 133
7.1.4 Характеристика гидрогеологических условий горных районов пастбищных массивов предгорной равнины юго-западного склона Чу-Илийских гор 134
7.1.5 Характеристика гидрогеологических условий горных районов пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины песков Муюнкумы 135
7.1.6 Характеристика гидрогеологических условий горных районов пастбищных массивов юго-восточной части плато Бетпак-Дала 135
7.2 Водообеспеченность пастбищных массивов Жамбылской области 137
7.3Выводы к разделу 7 137
8. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ ЮЖНО – КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ 138
8.1 Выводы к разделу 8 140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 142

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 150
ПРИЛОЖЕНИЕ А Паспорты мониторинговых скважин РГУ ГМЦ КВР МСХ РК 157
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Паспорты временных наблюдательных скважин 167
ПРИЛОЖЕНИЕ В Паспорты наблюдательных пьезометров на эколого- мелиоративных площадках 175
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Данные стационарных наблюдений за уровнем грунтовых вод в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований на Шенгельдинском массиве орошения 183
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Данные режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод во временных скважинах, пробуренных в границах репрезентативного участка исследований на Шенгельдинском массиве орошения 187
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Данные режимных наблюдений за динамикой уровня грунтовых вод в наблюдательных пьезометрах в составе эколого-мелиоративных опытных площадок, оборудованных в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований на Шенгельдинском массиве орошения 188
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Результаты сокращенного химического анализа грунтовых вод на репрезентативном участке Шенгельдинского массива в период экспериментальных исследований в 2017 году 189
ПРИЛОЖЕНИЕ И аблица значений коэффициента фильтрации пород зоны аэрации и водовмещающих отложений грунтовых вод на экспериментальном участке исследований 191
ПРИЛОЖЕНИЕ К Значения коэффициентов водоотдачи пород зоны аэрации и водовмещающих отложений грунтовых вод на экспериментальном участке исследований 194
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Значения высоты капиллярного поднятия грунтовых вод в зоне аэрации на экспериментальном участке исследований 195

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

Водный кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 13.06.2013 г.)

Послание Главы государства народу Казахстана «Стратегия «Казахстана 2050 - новый политический курс состоявшегося государства»

Указ Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 года № 922 «Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года»

Указ Президента Республики Казахстан от 4 апреля 2015 года, №786 «О Государственной программе управления водными ресурсами Казахстана и внесении дополнения в Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 957 «Об утверждении Перечня государственных программ».

Концепция развития водного хозяйства Республики Казахстан до 2020 года, 2010

Постановление Правительства Республики Казахстан от 1 сентября 2011 года № 994 « О внесении изменений и дополнений в программу «Акбулак» на 2011-2020 годы»

Программа по развитию агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2013-2020 годы (агробизнес-2020), утвержденная Постановлением Правительства Республики Казахстан от «18» февраля 2013 года, № 151

Земельный кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 27.04.2012 г)

Правила государственного ведения мониторинга и оценки мелиоративного состояния орошаемых земель в Республике Казахстан и информационного банка данных о мелиоративном состоянии земель сельскохозяйственного назначения приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан-Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 25 июля 2016 года № 330

Критерии оценки экологической обстановки территорий (Утверждены Постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 июля 2007 года, № 653)

ГОСТ 21153.0-75 Породы горные. Отбор проб и общие требования к методам физических испытаний.

ГОСТ 17.1.1.04-80 «Охрана природы. Гидросфера. Классификация подземных вод по целям водопользования»

ГОСТ 25893-83 «Средства измерений для гидрогеологических исследований»

ГОСТ 27065-86 «Качество вод. Термины и определения»

ГОСТ 8.010-90 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений»

ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.

ГОСТ 30416-96 «Грунты. Лабораторные испытания»

СНиП II - 02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения

СТ РК 1015-2000 « Вода. Лабораторные оборудование и посуда. Типы, основные параметры и размеры»

ГОСТ 27384-2002 « Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств». Принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 3 от 5 апреля 2002 г.) Дата введения 2004-01-01.

СТ РК 1273-2004 «Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава». Введен впервые

СТРК ИСО 7027-2007 «Качество воды. Определение мутности»

СанПиН 2.1.4. 1074-01 (Россия), ГОСТ 2874-82 (Казахстан) «Санитарные нормы к качеству питьевой воды»

СНРК 1.02-18-2007 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Технические требования к производству работ»

СНиП РК 3.04-01-2008 «Гидромелиоративные системы и сооружения. Гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания»

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, 1978

Указания по ведению мелиоративного кадастра орошаемых земель в Республике Казахстан,2001

Национальный план по интегрированному управлению водными ресурсами и повышению эффективности водопользования Республики Казахстан на 2009–2025 годы. – Астана, 2008.

Государственная программа управления водными ресурсами Казахстана. – Астана, 2014.

Правила проведения агрохимического обследования почв, приказ и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 февраля 2015 года № 4-1/147. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 10 апреля 2015 года № 10686

Нормы времени и расценок на проведение работ в области государственного геологического изучения и мониторинга недр, приказ Заместителя Премьер Министра Республики Казахстан - Министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 5 мая 2011 года № 124. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 2 июня 2011 года № 6990

Указания по полевой документации инженерно-геологических и поисково-разведочных работ,1971

ВНД 33-5.5-05-98 Учет и оценка мелиоративного состояния орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния гидромелиоративных систем

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Аллювий - отложения, формирующиеся постоянными водными потоками в речных долинах.

Влагоемкость грунтов - способность вмещать определенное количество воды. Полная влагоемкость численно равна влажности грунта при полном заполнении всех пор водой. Капиллярная влагоемкость грунта равна влажности грунта при его капиллярном насыщении.

Водный баланс - соотношение между приходом и расходом воды в пределах конкретного района.

Водозабор - инженерное сооружение по захвату подземных вод или воды из реки и водохранилища в водопроводные, оросительные, гидроэнергетические и другие системы.

Водоносный горизонт - однородные или близкие по фациально-литологическому составу и гидрогеологическим свойствам пласты горных пород в пределах гидрогеологических бассейнов. Соответствуют выдержанным по простиранию фациально-литологическим типам отложений отдельных седиментационных ритмов.

Водообеспеченность - степень удовлетворения фактической потребности в воде хозяйства, предприятия, орошаемой площади, отрасли народного хозяйства.

Водоотдача - способность водонасыщенных горных пород отдавать воду путем свободного стока под действием силы тяжести. **Удельная водоотдача** характеризуется количеством воды, которое можно получить из 1 м³ породы.

Водопроницаемость грунтов - это способность водонасыщенных грунтов пропускать сквозь себя воду за счет градиента напора.

Водосборно-сбросная сеть оросительной системы - гидромелиоративная сеть, принимающая и отводящая воду из поливной и оросительной сети

Гидравлический или напорный градиент - отношение разности напоров в двух точках гидростатической поверхности к расстоянию между ними, считая по горизонтали

Гидрогеологические условия - совокупность признаков, характеризующих условия залегания подземных вод; литологический состав и водные свойства водоносных пород, движение, качество и количество подземных вод и особенности их режима в природной обстановке и под влиянием искусственных факторов

Гидромелиоративная система - комплекс взаимодействующих сооружений и технических средств для гидромелиорации земель

Горизонтальный гидромелиоративный дренаж - гидромелиоративный дренаж, дрены которого занимают горизонтальное положение или имеют уклон

Гранулометрический состав - количественное соотношение частиц различной крупности в дисперсных грунтах.

Грунтовые воды - подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, расположенного на первом водоупорном слое. Грунтовые воды имеют свободную водную поверхность.

Делювий - отложения, возникающие в результате накопления смытых со склона дождевыми и талыми снеговыми водами рыхлых продуктов выветривания.

Депрессионная поверхность - пьезометрическая поверхность напорных или свободная поверхность безнапорных вод, снижающаяся к месту их выхода на поверхность земли, к месту перетекания в более глубокие водопроницаемые породы, к пункту откачки (скважина, колодец, шахты и др.)

Естественные ресурсы водоносного горизонта – это его питание в естественных условиях, нашедшее свое отражение в расходе потока подземных вод

Засоленность грунта - содержание в грунте легко- и среднерастворимых солей. К легкорастворимым солям относятся хлориды натрия, кальция и магния, карбонат натрия, сульфаты натрия и магния. К среднерастворимым солям относятся сульфаты кальция (гипс и ангидрит). Засоленность грунтов характеризуется степенью засоленности

Зона аэрации - самая верхняя зона земной оболочки между дневной поверхностью и зеркалом грунтовых вод.

Зона инфильтрации - зона, через которую происходит просачивание (инфильтрация) воды. Соответствует части зоны аэрации.

Зона подпора подземных вод - зона, в пределах которой происходит повышение уровня подземных вод под влиянием их подпора водохранилищем.

Искусственные запасы подземных вод - это их объем в пласте, образовавшийся в результате орошения, подпора водохранилищами, искусственного пополнения пласта.

Капиллярное поднятие воды - поднятие воды в капиллярах (капиллярных порах грунта) вследствие действия поверхностного натяжения при вогнутых менисках поверхности воды.

Коффициент пористости *e* - отношение объема пор к объему твердой фазы, д.е.

Коэффициент водонасыщения S_R д.е., - степень заполнения объема пор водой.

Коэффициент уровнепроводности - величина, характеризующая скорость передачи подпора и изменения уровня подземных вод со свободной поверхностью.

Коэффициет фильтрации (по Дарси) - скорость фильтрации при напорном градиенте, равном единице.

Модуль дренажного стока - количество воды, принимаемое осушительной сетью с единицы площади осушенных земель в единицу времени

Недостаток насыщения - разность между полной влагоемкостью (или пористостью) и естественной влажностью и характеризует способность породы аккумулировать воду.

Обводнение пастбищ - совокупность мероприятий по обеспечению питьевой водой животноводства на безводных и маловодных территориях

Опытная откачка - откачка из скважины, шурфа, колодца или других выработок для определения коэффициента фильтрации пород, установления зависимости дебита от понижения уровня воды, радиуса влияния, развития воронки депрессии во времени, коэффициентов пьезопроводности, уровнепроводности и пр.

Оросительная сеть - гидромелиоративная сеть для подвода воды от водоисточника к поливному участку

Плотность грунта - масса единицы объема грунта с естественной влажностью и ненарушенным сложением, г/см^3 или кг/м^3. Определяется по ГОСТ 5180-84.

Пролювий - отложения временных водных потоков.

Свойства грунтов физико-механические - это те особенности грунтов которые определяют происходящие в них изменения при механическом воздействии на них. Эти свойства проявляются при взаимодействии грунтов с внешними нагрузками.

Состав грунта гранулометрический - количественное содержание в нем первичных, не связанных в агрегаты частиц по фракциям. Гранулометрический состав характеризует грунт, предельно диспергированный, является классификационным признаком.

Степень влажности - коэффициент водонасыщения.

Степень засоленности - характеристика, определяющая количество водорастворимых солей в грунте $D_{sa\,l}$%.

Эксплуатационные запасы - количество подземных вод, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении каптажными сооружениями в течение расчетного срока их эксплуатации.

Эрлифт - устройство для подъема жидкости при помощи сжатого воздуха. Применяется главным образом для подъема воды из скважин на поверхность земли.

ВВЕДЕНИЕ

Подземные воды – важный природный ресурс и его значение для аграрного сектора экономики Казахстана огромно.

На современном этапе эксплуатации оросительных систем, когда водность источников орошения стабильно снижается, особенно в бассейнах трансграничных рек, а инвестиции ограничены, проблему устойчивого развития орошаемого земледелия целесообразно решать, прежде всего, за счет использования финансовых средств на малозатратные мероприятия, которые обеспечат экономию воды и качественное улучшение орошаемых земель.

В сложившейся ситуации для защиты водно-земельных ресурсов и повышения водообеспеченности на орошаемых системах, где из года в год возрастает дефицит водных ресурсов, весьма актуальным является вопрос всестороннего изучения альтернативного варианта интегрированного использования подземных вод, на фоне внедрения экологически безопасных водосберегающих технологий полива.

В связи с этим, выполнение комплекса фундаментальных и прикладных исследований для водообеспечения подземными водами аграрного сектора особенно южных регионов Республики Казахстан, где сосредоточено более 75% орошаемых земель и являющихся базовой основой продовольственной безопасности государства, является весьма ***актуальной и своевременной.***

Кроме того, ***актуальность темы и выбранных в ней приоритетных направлений научных исследований*** обусловлена и тесно связана с деградацией пастбищных и земельных ресурсов в южных регионах аридной зоны Казахстана, которая несет в себе угрозу продовольственной безопасности страны. Основными экономическими последствиями опустынивания и деградации земель является снижение урожайности и объемов растениеводческой продукции; сокращение поголовья скота за счет уменьшения кормовой базы и снижения рентабельности скотоводства. Общие экономические потери Казахстана в результате опустынивания оцениваются компетентными экспертами ПРООН в размере 93 млрд. тенге (700 млн. дол.) [1,с.72-83].

Поэтому, ***основной целью настоящей работы*** является проведение натурных исследований и научного обоснования перспектив водообеспеченности подземными водами для орошения и обводнении пастбищ на базе современных технологий эффективного использования локальных водных ресурсов подземных вод.

Они направлены на реализацию Послания Главы государства народу Казахстана от 14 декабря 2012 года «Стратегия Казахстана 2050» - новый политический курс состоявшегося государства» и Государственной программы развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы:

- научное обоснование методов и технологий создания небольших малозатратных оросительных систем, использующих подземные воды водоносных горизонтов, возникающих при орошении на основе создания физической и разра-

ботки компьютерной моделей на репрезентативных участках реального сельскохозяйственного освоения, с применением современных методов геоинформационно-аналитических технологий;

- научное обоснование восстановления разрушенной водной инфраструктуры пастбищ в разрезе южных областей аридной зоны Республики Казахстан и широкого использования разведанных запасов подземных вод, эффективного использования пастбищеоборота по сезонам года, внедрения систем лиманного орошения для выращивания кормовых трав в местах их отсутствия на основе изучения подземных вод пастбищных массивов.

Научная новизна и значимость исследований

Использование водно-земельных ресурсов на орошаемых землях Республики Казахстан должно выполняться с учетом важности развития мелиорации и эффективных водосберегающих технологий орошения в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, вызванного долгосрочными климатическими изменениями и появлением значительного количества фермерских и крестьянских хозяйств с преобладанием мелкоделяночного сельскохозяйственного производства.

Предварительная оценка показала, что грунтовые воды могут быть использованы как дополнительный источник орошения путем подпора и их подъема с учетом капиллярной каймы до нижнего уровня корневой системы некоторых сельскохозяйственных культур. При этом, подъем уровня грунтовых вод не вызовет негативных процессов вторичного засоления почв. Изначальные экспериментальные и исследовательские работы показали экономическую эффективность реализованного направления в научной программе проведенных исследований [2,с.161-174].

Научная новизна данного направления диссертационной работы основана на экспериментальных исследованиях создания компьютерных и геоинформационных моделей для решения задач, связанных с эффективным использованием водных ресурсов орошаемых земель.

Исследования включали современные методы изучения отдельных составляющих процесса инфильтрации при восполнении подземных вод неглубокого залегания, который характеризуется изменением ряда параметров - скорости фильтрации, гидравлического градиента, проницаемости пород зоны аэрации и т.п. Без определения границ изменения этих параметров, их численных характеристик невозможно построить системную модель процесса, а значит и эффективность проектируемых сооружений для восполнения будет низка.

В современной литературе этот вопрос является дискуссионным и требующим углубленного изучения. Несмотря на имеющиеся разработки до сих пор отсутствуют научно обоснованные методики и технологии создания небольших, малозатратных суб-ирригационных систем, нет научного обоснования параметров, определяющих геофильтрационные и геомиграционные процессы в искусственных водоносных горизонтах, применительно к природным и техногенным условиям Казахстана[3,с.12-56].

Научная новизна и прикладная значимость проведенных гидрогеологических исследований по водообеспечению пастбищных массивов аридной зоны Казахстана заключаются в том, что восстановление разрушенной водной инфраструктуры пастбищ и широкое использование разведанных запасов подземных вод, эффективное использование пастбищеоборота по сезонам года, внедрение системы лиманного орошения для выращивания кормовых трав в местах их отсутствия позволит значительно увеличить экономическую эффективность отгонного животноводства.

При подготовке настоящей диссертационной работы были использованы ***отечественные и зарубежные методы исследований,*** включающие:

- комплекс научных исследований (полевые, экспериментальные, математические, моделирование, ГИС, аналитические), которые позволили достичь целей и задач, поставленных в диссертационной работе, а именно: **разработать** экологически безопасные технологии интегрированного использования поверхностных и грунтовых вод на орошаемых территориях Казахстана, направленные на максимально эффективное использование местных ресурсов подземных вод на основе:

1) разработки концепции исследований геофильтрации и массопереноса в условиях формирования субирригационного режима подземных вод;

2) проведения натурных научных исследований на экспериментальных, представительных участках (полигонах) систем суб–ирригации, обеспечивших получение необходимых параметров, характеризующих исследуемые процессы;

3) разработки и проведения необходимого мониторинга за параметрами, характеризующими изменение исследуемых процессов во времени;

4) анализа гидрогеолого-мелиоративных условий, разработки критериев районирования перспективных регионов для создания суб-ирригационных систем;

5) компьютерного моделирования геофильтрационных и геомиграционных процессов на экспериментальных участках с использованием существующего программного комплекса Visual Modflow;

6) научного обоснования методов и технологий создания суб-ирригационных систем, использующих подземные воды водоносных горизонтов, возникающих при орошении;оценку естественных ежегодно возобновляемых ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод зоны активного водообмена пастбищных территорий и условий обводнения пастбищ Южного Казахстана;

- применение методов дистанционного зондирования для оценки кормозапасов и оценки состояния пастбищных территорий аридной зоны Казахстана.

Выполнение комплекса научных исследований ***позволили впервые:***

- ***разработать*** экологически безопасные методы интегрированного использования оросительных и грунтовых вод на орошаемых землях, не нарушающих природный баланс местных экосистем;

- ***установить*** экологически безопасные пределы использования грунтовых вод на субирригацию и изменения объемов оросительных норм.

- ***дать количественную оценку*** естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод по территории пастбищных массивов в Алматинской,

Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызыл–Ординской областей аридной зоны Республики Казахстан;

- ***выполнить оценку*** кормовых запасов на основе анализа синхронной спутниковой информации по сезонам года (весна,лето,осень);

- ***показать участки*** деградированных зон пастбищ и роста непоедаемых видов из-за перевыпаса скота;

- ***составить Карты*** кормовых запасов и гидрогеологических условий пастбищных массивов в Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызыл–Ординской областей аридной зоны Республики Казахстан.

-***создать, откалибровать и идентифицировать*** геофильтрационную модель гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка с воссозданием режима колебаний УГВ в полном соответствии с фильтрационными параметрами грунтового водоносного горизонта, режимом орошения и размещением сельскохозяйственных культур;

- ***построить*** уточненные карты гидроизогипс, гидродинамические сетки потока подземных вод и глубин залегания УГВ от поверхности земли на характерные периоды времени эксплуатации орошаемых полей на экспериментальном участке;

- ***рассчитать балансы*** потока подземных вод, что позволило детально охарактеризовать и количественно оценить изменение во времени структуры водного баланса потока подземных вод;

- ***рекомендовать*** использование созданной модели в качестве постоянно-действующего математического инструмента при выполнении оперативных эксплуатационных водохозяйственных настроек и управлении гидрологическими, гидрогеолого-мелиоративными, почвенно-мелиоративными процессами, а также для выполнения долгосрочных прогнозов.

Степень внедрения и экономическая эффективность:

Основные положения разработанных рекомендаций по экологически безопасным технологиям интегрированного использования поверхностных и грунтовых вод на орошаемых территориях, направленные на максимально эффективное использование местных ресурсов подземных вод, рассмотрены и одобрены на семинаре, организованному для руководителей фермерских хозяйств Байтерекского сельского округа Акиматом Энбекши-Казахского района Алматинской области по инициативе Общественного фонда «Фермер Казахстана» в рамках реализации Проекта «Оказание поддержки в устойчивом управлении земельными ресурсами в степной и полузасушливой зонах путем продвижения интегрированного территориального планирования и агроэкологических стимулов».

Рекомендации использования созданной модели в дальнейшем в качестве автоматизированного постоянно-действующего математического инструмента будут переданы Комитету по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства в пользование при выполнении оперативных эксплуатационных водохозяйственных настроек, РГУ Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр - при выполнении гидрологического, гидрогеолого-мелиоративного, почвенно-мелиоративного мониторингов, а также при выполнении долгосрочных прогнозов.

Отдельные положения оценки естественных ежегодно возобновляемых ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод зоны активного водообмена пастбищных территорий и условий обводнения пастбищ Южного Казахстана и применение методов дистанционного зондирования для оценки кормозапасов и оценки состояния пастбищных территорий аридной зоны Казахстана были доложены на ряде совещаний работников аграрного сектора республики с участием международных организаций (ЮНЕСКО, ПРООН) и представителей деловых кругов иностранных инвесторов, донорских компаний, работающих в Казахстане в области сельского хозяйства.

Ряд положений в области искусственного восполнения запасов подземных вод, методики и технологии создания небольших, малозатратных установок ИВЗПВ, систем суб-ирригации и искусственных водоносных горизонтов, по оценке естественных ресурсов подземных вод пастбищных массивов применительно к природным и техногенным условиям Казахстана, как выполненных впервые, опубликованы.

Предварительная оценка результатов натурных экспериментальных исследований показала большую перспективу использования грунтовых вод как дополнительный источник орошения путем искусственного подпора и их подъема с учетом капиллярной каймы до нижнего уровня корневой системы и тем самым подпитки некоторых сельскохозяйственных культур в вегетационный период:

Публикации. В результате исследований по теме диссертационной работы было опубликовано, в соавторстве 11 статей, в том числе 2 в международном журнале, входящем в базу данных Scopus, 3 статей в республиканских специализированных изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, а также материалы и тезисы 6 докладов на республиканских и международных конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 8 разделов, заключения, списка литературы из 72 наименований; текст изложен на 156 страницах машинописного текста, содержит 83 рисунков, 19 таблиц и 10 приложений.

1ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

1.1 Роль использования подземных вод в аграрном секторе при реализации государственной программы интегрированного управления водными ресурсами

В Послании Главы государства народу Казахстана «Стратегия «Казахстан – 2050» новый политический курс состоявшегося государства» одним из десяти глобальных вызовов XXI века обозначен прогнозируемый острый дефицит воды и необходимости выработки для этого новой политики в отношении водных ресурсов нашей страны.

В этой связи Правительству было поручено разработать долгосрочную государственную программу по развитию водной отрасли.

Стратегической целью Государственной программы является обеспечение водной безопасности Республики Казахстан путем повышения эффективности управления водными ресурсами[4,с.8-44].

Программа согласуется с задачами Стратегического плана развития Республики Казахстан, государственных программ, программ развития территорий и стратегических планов государственных органов.

Цель программы заключается в обеспечении водной безопасности страны путем повышения эффективности управления водными ресурсами.

Задачи определены по трем основным направлениям:

1) гарантированное обеспечение населения, окружающей среды и отраслей экономики водными ресурсами путем осуществления мер по водосбережению и увеличению объемов располагаемых водных ресурсов.
2) повышение эффективности управления водными ресурсами.
3) обеспечение сохранности водных экологических систем.

Следует отметить, что данная программа является первым программным документом по водным ресурсам, принятая Казахстаном за годы независимости. Программы «Питьевые воды» и «Ақ бұлақ» являются отраслевыми и рассматривают только часть вопроса водообеспечения – питьевого водоснабжения.

В новой государственной программе управления водными ресурсами вопросы водообеспечения рассмотрены комплексно, с учетом целей и задач устойчивого развития и перехода нашей страны к «зеленой» экономике. Так, один из индикаторов программы рассматривает вопросы водообеспечения окружающей среды наряду с водообеспечением населения и отраслей экономики. Это важный фактор обеспечения социально-экономического развития Казахстана по устойчивой и сбалансированной траектории.

Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан планирует к 2040 г. увеличить площадь земель, на которых осуществляется регулярное орошение, с 1,4 до 2,1 млн. га за счет восстановления неиспользуемых орошаемых земель.

Кроме того, планируется активное развитие животноводства. Исходя из анализа культур, выращиваемых на дополнительных площадях, потребление воды сельским хозяйством к 2040 г. увеличится до 21,1 км^3 (в среднем на 1,7% в год).

Каковы же сейчас объемы использования подземных вод в общем водном балансе водозабора в стране на нужды сельского хозяйства? По данным КВР МСХ РК использование подземных вод на орошение земель и обводнение пастбищ в 2014 году составило 0,04км^3/год из 15,45 км^3/год.

В 1990-2003 гг в Казахстане резко сократился отбор подземных вод для орошения земель и обводнения пастбищ. Так, например, за 2003 г. объемы использования подземных вод для этих целей составили лишь 140 тыс. м^3/сут, что соответствовало 1% ранее утвержденных эксплуатационных запасов. Однако, постепенно использование подземных вод в аграрном секторе стало расти. К 2020 году прогнозируется рост использования подземных вод до 430-500 тыс.м^3/сут. С увеличением площади орошаемых земель значительно увеличивается и величина использования подземных вод для полива сельхозкультур. Так, по данным Комитета водных ресурсов Министерства сельского хозяйства РК за период с 2005-2008гг если объемы использования сократились с 12,9 до 8,2 млн.м^3/год, а к 2010 г. наблюдалось увеличение до 11,1 млн.м^3/год, а к 2020г прогнозируется увеличение до 12,4 – 13,5 млн.м^3/год.

Величина использования подземных вод для обводнения пастбищ в период 2005 – 2010 гг. колебалась незначительно и составляла соответственно 56,9 до 54,4 млн.м^3/год. А к 2020 году на обводнение пастбищ использование подземных возрастет до 88,9 млн.м^3/год.

Основными районами орошаемого земледелия за счет подземных вод в Казахстане являются Алматинская, Жамбылская, Южно-Казахстанская, Павлодарская области.

Коренное решение кормовой базы, наряду с обводнением пастбищ позволит Казахстану в короткие сроки стать одним из ведущих государств по производству высококачественной мясной продукции. Улучшение и обводнение пастбищ, создание дополнительной кормовой базы на орошаемых подземными водами площадях и более полное использование существующих лиманных сенокосов открывает перед животноводством большие перспективы, особенно в районах чрезмерного использования пастбищных массивов.

Госпрограммой предлагается комплекс мер, позволяющих не допустить водный дефицит в Казахстане, в которых особое внимание уделено механизму стимулирования рационального использования водных ресурсов. К примеру, в сельском хозяйстве – это пересмотр состава возделываемых сельскохозяйственных культур для сокращения объемов водопотребления, обследование состояния ирригационной инфраструктуры и сельхозугодий, используемых методов орошения и практик ведения сельского хозяйства, восстановление инфраструктуры, внедрение современных технологий обработки почв и методов орошения и пр.

Мировой опыт позволяет сделать следующие основные выводы о механизмах сокращения водного дефицита:

1) водосбережение в сельском хозяйстве является ключом к экономии воды в

большинстве вододефицитных стран;
2) использование оборотного водоснабжения, эффективных систем водоочистки, сокращение потерь в объектах инфраструктуры в промышленности и коммунальном секторе является необходимым условием сокращения объемов будущего водопотребления;
Это может быть достигнуто в том числе:
-доведением доли использования подземных и дренажных вод для целей орошения, обводнения пастбищ до 20% объема водопотребления;
-восстановлением 8798 трубчатых колодцев – с водопойными пунктами для обводнения до 40,6 млн. га пастбищ, 10540 шахтных колодцев для обводнения до 55,5млн.га пастбищ, 2262 каптажных сооружений для обводнения до 11,9млн.га пастбищ.

1.2 Краткий обзор современного состояния и исследований в области использования подземных вод для сельскохозяйственного питьевого водоснабжения

Государственной программой «Ақ бұлақ» на 2011-2020 гг. предусмотрено не только строительство и модернизация водоводов для водоснабжения, а также и обеспечение качественной питьевой водой населенных пунктов. На этой стадии важное значение имеют подземные воды, соответствующие санитарно-эпидемиологическим требованиям, их объем и, конечно же, их экономические показатели[5,с.8-10,6,с.2-12].

Вопрос обеспечения питьевой водой населения страны занимает особое место в ежегодных Посланиях Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева, а также является ключевой частью Указа Президента №922 от 1-го февраля «Стратегия развития Республики Казахстан-2020».

Во исполнение вышеуказанной «Стратегии развития» проводятся геологоразведочные работы для обеспечения запасами подземных вод населенных пунктов южного региона, а также работы по переоценке запасов подземных вод по ранее разведанным месторождениям с истекшими сроками эксплуатации.

В настоящее время переутверждены по высоким промышленным категориям эксплуатационные запасы подземных вод следующих месторождений: Узынагашское месторождение для водоснабжения райцентра с. Узынагаш Жамбылского района, Лепсинское месторождение для водоснабжения райцентра с. Лепсы Сарканского района, Сарыозекское месторождение для водоснабжения райцентра с. Сарыозек Кербулакского района, Нарынколское месторождение для водоснабжения райцентра с. Нарынкол Райымбекского района.

По категории C_1 утверждены эксплуатационные запасы подземных вод по результатам поисково-разведочных работ для обеспечения запасами подземных вод 44-х населенных пунктов.

В настоящее время наблюдается отставание от графика проведения работ по переоценке, разведке и подтверждению запасов подземных вод, а также недоста-

точное выделение финансовых средств на разработку проектно-сметной документации со стороны акиматов. В связи с чем в программу «Ак булак» были внесены корректировки и уменьшены целевые индикаторы с увеличением нагрузки на второй этап реализации. Начаты работы по подтверждению подземных запасов вод только для 216 сел при плане в 480 сельских населенных пунктов. Наблюдается дальнейший рост отставания поисково-разведочных работ, что ставит под угрозу срыва достижение плановых показателей программы в целом.

В Балкаш-Алакольском бассейне возникла сложная ситуация с переоценкой эксплуатационных запасов подземных вод. Из 14 месторождений Алматинской области закончился срок эксплуатации по Иссыкскому, Николаевскому, Каскеленскому, Кегенскому, Восточно-Талгарскому, Уштобинскому, Узунбулакскому, Чубарскому месторождениям, используемым для водоснабжения городов Талгара, Капшагая, Иссыка, Каскелена, Уштобе, по Талгарскому, используемому для водоснабжения Алматы, Чиликскому, месторождениям.

В 2014 году закончились сроки эксплуатации Алматинского, Боралдайского, Горного Гиганта, Аксенгирского месторождений.

Основная проблема, касающаяся подземных вод, - это переоценка запасов, которые утверждены 25-30 лет назад, и срок их вышел. Если не принять меры, то к 2020 году на территории Алматинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областей не останется ни одного месторождения с утвержденными запасами, предупреждают эксперты.

В целом, сельское хозяйство республики продолжает испытывать глубокий кризис. Только в последние годы наблюдаются признаки некоторой стабилизации основных показателей сельскохозяйственного производства. Особенно резкий спад объемов производства произошел в животноводстве. Соответственно изменился и уровень водопотребления в животноводстве, особенно в части потребления подземных вод, которое сократилось по сравнению с уровнем 1989–1991 г.г. не менее, чем на порядок. В хозяйствах населения (личные подворья) и крестьянских (фермерских) хозяйствах подземные воды используются с помощью шахтных колодцев и простейших каптажных сооружений глубиной до 20 м, а обычно – до 3-5 м. Подземные воды используются только для собственных нужд, а объем изъятой из недр воды не превышает 50 $м^3$ /сутки. В соответствии со статьей 66, пункт 6 Водного кодекса Республики Казахстан для личных подворий и фермерских хозяйств не требуется лицензий и разрешений на специальное водопользование. Таким образом, основное водопотребление подземных вод для нужд животноводства оказалось вне государственного учета и контроля.

Кроме того, в Казахстане имеются населенные пункты численностью от 500 до 1500 жителей, где отсутствует питьевая вода гарантированного качества, но они не включены в программу из-за экономической нецелесообразности строительства дорогостоящих глубоких эксплуатационных водозаборных скважин [7,с.3-9;8,с.35-40]. В том числе многие из них расположены в перспективных регионах для создания искусственных запасов подземных вод и располагающих необходимыми емкостями и рельефом, удобными для магазинирования поверхностного стока.

Вопросы комбинированного использования поверхностных и подземных вод и их искусственного восполнения неоднократно поднимаются учеными, специалистами, однако до настоящего времени на территории южных регионов Казахстана не спроектировано, не построено и не эксплуатируется ни одного водозаборного сооружения искусственного восполнения запасов подземных вод.

1.3 Анализ современного состояния использования подземных вод для орошения и перспектив интегрированного использования водных ресурсов в аграрном секторе

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов в вегетативный период вопросы рационального и эффективного использования орошаемых земель должны стать приоритетом водной политики.

В период реформирования экономики с плановой на рыночную, инвестиции в водное хозяйство практически не производились, что в результате привело к интенсивному износу оросительных и дренажных систем и ухудшению эколого-мелиоративного состояния земель.

В итоге, около 700тыс. гектар орошаемых земель были исключены из оборота орошаемого землепользования. Следует отметить, что более 50% износа оросительных и дренажных систем наблюдается в Южных областях страны (Алматинская, Жамбылская, Кызылординская и ЮКО), а в Павлодарской, Западно-Казахстанской и Атырауской областях этот показатель достигает 100 %[10,с10-244].

Прямым результатом неудовлетворительного технического состояния каналов является высокая потеря воды при транспортировке. Проведенный мониторинг показывает, что КПД систем водообеспечения не превышает 0,45-0,5. Это означает, что в настоящее время 50-55% воды из каналов не доходит на поля(например: в Жамбылской области расходуется более 1,35 млрд. $м^3$ воды на 154,2 тыс. га. (в 2015году), из всех имеющихся поверхностных водных ресурсов - 3,95 млрд.$м^3$.

Серьезной проблемой является состояние и использование скважин вертикального дренажа, 98% которых требуют восстановления. Из-за необеспеченности дренажем при подъеме минерализованных грунтовых вод земли подвергается заболачиванию и вторичному засолению.

Низкая стоимость воды дестимулирует сельхозтоваропроизводителей внедрять сберегающие технологии, а также проводить реконструкцию систем орошения для недопущения ее потерь. Примитивные технологии полива на более чем 90% площади приводят к развитию ирригационной эрозии, засолению почв и другим негативным процессам. Низкие тарифы не дают возможности притоку новых инвестиций.

Для того, чтобы определить концептуальные подходы к восстановлению и вовлечению этих земель в оборот, нужно понимать, что реконструкция и ремонт водохозяйственных систем это довольно капиталоемкое мероприятие.

По предварительным подсчетам на восстановление выбывших из оборота зе-

мель площадью 0,7млн. га, а также реконструкцию и ремонт гидромелиоративных систем на используемых 1,4 млн. га орошаемых земель в ценах 2013 года требуется порядка 1,5 трлн. тенге.

То есть, выделяя средства на ремонт из государственного бюджета в текущих объемах, мы будем ремонтировать водохозяйственные сооружения и ирригационные системы порядка 50-70 лет. С учетом износа и выбытия этих сооружений, при таком подходе в среднесрочной перспективе имеется риск не сохранить и существующие объемы орошаемого земледелия.

В то же время, ввиду ограниченных возможностей бюджета, финансирование всех этих работ только за счет государственных средств не представляется возможным.

На сегодняшний день в республике зарегистрировано порядка 457 сельскохозяйственных производственных кооперативов (далее СПК), которые обслуживают более 715 тыс. га земель или более 33 % от орошаемого фонда республики.

В перспективе (к уровню 2020 г)по данным КВР МСХ РК и Института «Казгипроводхоз» на нужды регулярного орошения из всех источников планируется рост объема забора оросительных вод с 11337 млн. $м^3$ до 12376 млн. $м^3$, или в 1,09 раза; лиманного орошения - с 301,9 млн. $м^3$ до 1180,0 млн. $м^3$, или в 3,9 раза.

В общем объеме забора воды на орошение доля подземных, сточных и коллекторно-дренажных вод ожидается в пределах 1 %. При определении объемов водопотребления учтены мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов, повышению КПД систем, включающие: реконструкцию оросительных систем, совершенствование технологии и техники полива.

Одним из основных показателей использования воды в орошении является удельное потребление воды на гектар поливаемой площади.

Нормы орошения сельскохозяйственных культур, для расчета перспективного водопотребления, приняты в соответствии с «Рекомендациями по определению оросительных норм сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Казахстана», разработанными РГКП КазНИИВХ в 1989 и 2001 гг.

Средневзвешенная оросительная норма колеблется от 2,3 - 4,2 тыс. $м^3$/га в северных, центральных и западных областях республики, до 7-8 тыс. $м^3$/га на юге республики (в бассейнах Сырдарьи и Балхаш-Алакольском). Высокая водоемкость орошаемого земледелия в указанных бассейнах предопределена аридными условиями, засоленностью почв, высокой минерализацией поливной воды. Некоторое снижение оросительных норм, по сравнению с современным уровнем, объясняется последовательным увеличением КПД оросительных систем за счет их реконструкции.

Однако, несмотря на очевидную экономическую целесообразность сельскохозяйственного освоения земельных массивов на базе подземных вод, а также имеющиеся значительные научные наработки по этому вопросу, оазисное орошение должного развития в республике не получило по различным причинам в основном организационного, экономического и политического характера, присущим ушедшей системе[11,с.2-220].

Так, имеющаяся в то время тенденция к осуществлению широкомасштабных

гигантских проектов освоения огромных земельных массивов на базе высокодебитных источников с применением широкозахватной дождевальной техники, требующей больших объемов планировочных работ, полностью противоречила требованиям, предъявляемым оазисным сельскохозяйственным производством, особенно в условиях песчаных пустынь юга Казахстана. Здесь планировочные работы приводили к уничтожению годами формировавшегося тонкого гумусного слоя, развитию ветровой эрозии и, в конечном счете, выводу из строя осваиваемых земель. Большедебитные источники и широкозахватная дождевальная техника, требующие больших затрат дорогостоящей энергии, значительно увеличивали стоимость и без того дорогой оросительной подземной воды [12,с.225-227].

Наиболее характерным и обобщающим объектом неэффективного использования большедебитных источников подземных вод и широкозахватной дождевальной техники является реализованный Проект комплексной реконструкции орошаемых земель в СПК «Жоламан» в Алматинской области.

Проект комплексной реконструкции орошаемых земель в СПК «Жоламан» в Алматинской области является составной частью проекта усовершенствования ирригационных и дренажных систем (ПУИД) в Республике Казахстан, реализация которого осуществлена в соответствии с Соглашением о Займе № 4041KZ от 25 июня 1996 года между Правительством Республики Казахстан и Международным Банком развития и реконструкции (МБРР). Целью проекта является внедрение новых технологий в планирование, строительство и эксплуатацию ирригационных систем, эффективное использование земельных и водных ресурсов, создание современной инфраструктуры ирригационной системы[13,с.4-18].

На землях Кербулакского массива реконструкция началась в апреле 2001 года и была закончена в сентябре 2002 года. Общая площадь реконструкции составила 2942 га, из них нетто 2905 га.

Из введенных в эксплуатацию орошаемых земель были использованы 2905 га площади.

Источником орошения земель Кербулакского массива является подземные воды. Подземная вода из водозаборных скважин в количестве 65 штук, оборудованных погружными электронасосами марки ЭЦВ -10-63-110, ЭЦВ-10-120-100, выкачивается на поверхность и по асбестоцементным трубам подается в резервуар – бассейн суточного регулирования (БСР). Для аккумуляции воды и прогрева до нужной температуры на массиве построено 12 резервуаров, оборудованных трансформаторными подстанциями КТП -250 кВт. От резервуара вода перекачивается передвижными электрическими станциями СНПЭ и СПС (31комплект) по полимерным трубам диаметром 200 и 250 мм, общей протяженностью 27790 м, - к дождевальным машинам «Фрегат» - ДМУ- БНМ -463-72, марки «Hobas».

Для обеспечения электроэнергией построены линии электропередач ВЛ - 10кв протяженностью 3506 км.

В 2004 году из введенных в эксплуатацию земель 2905га были использованы и политы все 2905 га.

В настоящее время отмечается крайне критическая ситуация на объекте «Жоламан» Здесь, в течение 15- летней эксплуатации из 12-ти построенных БСР, в рабочем состоянии находятся всего 5 шт. На 7-ти БСР разукомплектованы трансформаторные подстанции и передвижные электрические насосные станции, ложе бассейнов заилены, откосы подвержены процессам разрушения. Это происходит по причине длительного неиспользования БСР. Это в свою очередь связано с тем, что в последние годы повышены тарифы за электроэнергию в несколько раз, из -за чего большинство фермерских и крестьянских хозяйств отказываются возделывать сельскохозяйственные культуры на поливе. По этой причине во многих хозяйствах большинство дождевальных машин находится на полевых станах хозяйств, а оборудование законсервировано.

Из 5-ми действующих БСР только один (БСР №3) в течение года наполнялся 3 раза, воды которого использовались как для орошения, так и водопоя скота.

Подача поливной воды производилась на орошение многолетних трав с 20 мая по 5 июля. Из общей площади, использованной под посевы, были политы всего 90га, количество гектарополивов составило 270га. Общий водозабор не превышал 324тыс.м^3 (в 2012г.- 7837018м^3), при удельной водоподаче 1200м^2 (2697,7 м^3).

Научно обосновано, что орошаемое сельскохозяйственное производство на базе подземных вод, оправдывает себя лишь при освоении отдельных небольших участков, при условии применения водосберегающих, мобильных, простых в эксплуатации оросительных систем, способов и техники полива, не требующих большедебитных источников и значительных напоров.

В настоящее время, когда приоритеты отданы частному предпринимательству, развитию фермерских и крестьянских хозяйств, есть все предпосылки для должного развития в Казахстане оазисного орошения. На сегодняшний день общая площадь земель, орошаемых подземными водами в республике, едва составляет 40 тыс. га, в то время как в Индии подземными водами орошается 7 млн. га, а в США свыше 3 млн. [14,с.17-20;15,с.122-126;16,с.433-435;17,с.12-240].

Рассматривая подземный сток южных регионов Казахстана, как достаточно мощный резерв поливной воды, представляется весьма целесообразным провести комплексные гидрогеологические и почвенно-мелиоративные исследования для оценки возможностей организации здесь оазисного орошения на базе подземных вод путем районирования территории по гидрогеологическим и почвенно-мелиоративным критериям.

При этом предполагается осуществить сбор имеющихся материалов и провести исследования по выявлению запасов подземных вод, условий их формирования, изучению гидрогеологических параметров, возможностей рационального извлечения подземных вод на поверхность орошаемых массивов, установлению рациональных конструкций скважин и водоподъемных установок. Одновременно должны вестись все необходимые почвенно-мелиоративные исследования для выявления перспективных для орошения подземными водами площадей, оптимальных с экономической и экологической точек зрения размеров участков,

разработки рациональных приемов оазисного орошения, необходимых мелиоративных и экологических мероприятий по улучшению и сохранению осваиваемых земель. При этом широко должны использоваться современные методы изучения составляющих водного баланса осваиваемых земельных массивов, в полной мере отвечающие требованиям сегодняшнего дня.

Результатом этой научной работы должна стать карта-схема использования подземных вод для орошения аридных территорий Южного Казахстана, составленная на основании анализа гидрогеологических, почвенно-мелиоративных и климатических условий рассматриваемых регионов. Эта карта-схема даст возможность выявить наиболее перспективные для создания участков оазисного орошения районы и послужит основанием для планирования детальных комплексных гидрогеолого-мелиоративных исследований в целях разработки научно обоснованных рекомендаций по использованию подземных вод для орошения в каждом рассматриваемом районе.

Запасы пресных подземных вод, не связанных с речным стоком, в ряде регионов очень ограничены и их необходимо использовать исключительно для обеспечения населения питьевой водой. Повторное же использование для полива коллекторно-дренажных вод на массивах орошения лишь создает иллюзию экономии водных ресурсов. Дренаж орошаемых земель в сочетании с промывным режимом и повторное использование коллекторно-дренажных вод для полива по существу являются взаимоисключающими мероприятиями, которые стали причиной засоления и разрушения орошаемых почв. Повторное использование дренажных вод не только свело на нет эффективность дренажа и промывного режима, но и превратило его в основную причину деградации природной системы в целом. Образовалась устойчивая обратная положительная связь: чем больше интенсивность промывного режима, тем больше объем дренажного стока, тем больше солей поступает в источники орошения и накапливается в орошаемых почвах и т.д. Кроме того, следует иметь в виду, что создание промывного режима интенсивностью ≥30 % от оросительной нормы нетто неизбежно сопровождается снижением плодородия и продуктивности орошаемых почв и загрязнением грунтовых вод азотом и ядохимикатами.

1.4 Использование подземных вод и методы оценки их естественных ежегодно возобновляемых ресурсов для обводнения пастбищ

Обширные земельные массивы пустынь и полупустынь Казахстана, занимающие около 60% всей территории республики и используемые в основном в качестве естественных осенне-зимних пастбищ для отгонного животноводства, в большинстве своем могут быть превращены в ценные высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья с развитым орошаемым земледелием на базе имеющихся здесь огромных запасов подземных вод [18,с.122-126;19,с.157-161; 20,с.118-127,с.203-219;21,с.23-29;22,с.12-227;23,с.149-153;24,с.361-365;5,с.123-134;26,с.45-47;27,с.45-49;28,с.78-81;29,с.357-362;30,с.146-148].

Так, по данным Института гидрогеологии и гидрофизики АН РК в песчаных

пустынях Южного Казахстана (Каракум, Кызылкум, Муюнкум, Арыскум, Сары-Ишикотрау), широкое распространение имеют грунтовые воды четвертичных аллювиально-озерно-эоловых отложений мощностью от 20 до 250 м. Глубина залегания - от 3-10 до 30 - 50 м. Минерализация - от 0,5 до 3 г/дм^3. Производительность скважин от 1,0-5,0 до 21-30 дм^3/с. Модуль прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод изменяется в центральной части песков Сары-Иншикотрау и Муюнкумов и в восточной части Кызылкумов от 250-450 до 50-150 м^3/сут.

Подземные воды здесь сосредоточены также в крупных артезианских бассейнах на глубине 100- 500 м. Приурочены они к песчаным отложениям в основном палеогенового и мелового возраста мощностью от 20 до 200 м. Воды эти самонапорные, часто самоизливающиеся. Производительность скважин от 3,5 до 69,4 дм^3/с. Модуль прогнозных региональных эксплуатационных ресурсов подземных вод изменяется от 450-250 до 75-50 м^3/сут. Например, в пустыне Муюнкум - наиболее перспективной для организации орошаемого земледелия, или так называемого оазисного орошения аридной территории Южного Казахстана - площадью около 5 млн. га вековые запасы грунтовых вод ежегодно возобновляются за счет инфильтрации зимне-осенних осадков, фильтрации воды из рек Талас, Курагата, Чу, а также за счет подземного стока из предгорных районов. Количество ежегодно возобновляемых ресурсов составляет около 17 м^3/с. При нормальном и повсеместном использовании только в дневные часы и вегетационные периоды эксплуатационные ресурсы могут быть доведены до 160 м^3/с.

Здесь также широко распространены напорные артезианские воды на площади, примерно 50-60 тыс. га. Наиболее рациональными источниками оазисного орошения являются артезианские самоизливающиеся скважины. Только на территории Сузакского района пробурено свыше 100 самоизливающихся скважин с дебитом от 5-10 до 80 дм^3/с. К сожалению, эти скважины за исключением 4-5% используются, как правило, только для водопоя скота, на что идет менее 0,5% изливающейся воды. Остальная ее часть бесполезно теряется в песках, вызывая затопление прилегающих к скважинам, площадей, а иногда их засоление.

Другим, не менее перспективным для организации оазисного орошения регионом, является северная часть пустыни Кызылкум, расположенная в юго-восточной части Туранской платформы на территории Кызылординской области. Своеобразие мезорельефа почв, растительности, залегания грунтовых вод обусловливает выделение в пределах региона нескольких природных районов: песчаных массивов, такырных и такыровидных равнин. Именно в этом регионе обнаружены следы древнего орошения, относящиеся к III-V векам до нашей эры. Об этом свидетельствуют следы каналов и гидротехнических сооружений в Тогускен-Яныкургаиском районе, обнаруженные при раскопках в окрестностях городищ Бабиш-Муола и Ширак. Они свидетельствуют о довольно высоком уровне ирригации в 1V-V веках до нашей эры. При этом орошались небольшие “кочующие''участки из протоков, отходящих от Инкардарьи. В дальнейшем после потери связи между Инкардарьей и Сырдарьей, орошение развивалось вдоль

русла Жанадарьи, где на большой территории были обнаружены древние ирригационная сооружения водохранилищ, магистральных и распределительных каналов, мелкой оросительной сети, относящиеся ко второй половине тысячелетия до нашей эры. Кстати, в предгорных частях Туркестана к 1260 году до нашей эры жители 70 поколений выращивали пшеницу, рис и траву мусу (люцерну), разводили виноградники, причем все посевы и сады орошались искусственно. До прибытия арабов земледельческая культура была распространена от Амударьи до Чуйской долины включительно.

Вековые ресурсы пресных и слабоминерализированных грунтовых вод северных Кызылкумов составляют 2-3 млрд, кубометров (на площади 6400 км^2). При нормальном их использовании в дневное время можно получать воду до 12 м/с. Для эксплуатации грунтовых вод эоловых песков рекомендуется проходка шахтных колодцев глубиной 15-20 м и трубчатых - глубиной 30-50 м.

Вековые запасы пресных и солоноватых напорных вод Кызылкумского артезианского бассейна составляет 7,5-8 млрд, кубометров (на площади 110 тыс. км^2). При эксплуатации напорных вод в течение 100 лет можно получать при нормальном использовании в дневные часы до 200 м^3/с. Глубина скважин при этом будет составлять 250-300 м.

Таким образом, если подвести итог, то можно с сожалением констатировать, что в настоящее время из имеющихся 188,8 млн.га пастбищ 111,2 млн.га значатся обводненными. Причем обводненной эта площадь числится на протяжении более 10 последних лет. Указанные данные, по-видимому, не соответствуют действительности, т.к. значительные площади пастбищ находятся в стадии деградации и опустынивания.

В последние годы (2009-2017гг) Институтом гидрогеологии и геоэкологии им.У.М.Ахмедсафина в рамках программы фундаментальных исследований (ПФИ) проводятся исследования пастбищных территорий Южного Казахстана с целью оценки на их территории естественных ежегодно возобновляемы ресурсов и запасов подземных вод с минерализацией до 1, 1-3 и до 5дм^3/л. [31, с.34-56;32, с.41-52;33, с.32-41].

В этих исследованиях активное участие принимала автор диссертационной работы, результаты которых составили три обстоятельных раздела настоящей диссертации.

Аналогичные работы по остальной территории страны должны быть продолжены, что позволит в будущем ориентировать обводнение пастбищных угодий на использовании в первую очередь за счет легко доступных подземных вод первых от поверхности водоносных горизонтов. Восстановление водной инфраструктуры за счет широкого использования подземных вод позволит увеличить площади пастбищ с достаточной кормовой продуктивностью для содержания на них мясного и молочного скота.

Изучение подземных вод пастбищных массивов, оценка их кормовых запасов, использование доброкачественных неглубоко залегающих естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод и разработка мер по улучшению экологического состояния пастбищ – главная задача, которую необходимо

решать в первую очередь [30, с.146-148].

В отличии от других экологических зон Казахстана южные пастбищные угодья и пустынные районы по климатическим условиям, могут использоваться круглый год.

Недостаток воды является основным ограничительным фактором в пастбищном землепользовании Южного Казахстана. Ввиду сезонного и непостоянного выпадения осадков скотники в значительной мере зависят от искусственных сооружений - скважин, водоемов или водопроводной воды. Ряд пустынных районов (Таукум, Кызылкум, Бетпакдала, Прибалхашье) вообще лишены естественных водных источников.

Ранее в целом 147 млн.га (или 80%) территорий пастбищ было обводнено искусственными сооружениями, каптирующими подземные воды. Так, общая пастбищная территория в Кызылординской области с искусственными сооружениями водоснабжения составляла 13,4 млн. га или 95,5% территории выпаса.

Поскольку большая часть предыдущих водных сооружений нефункциональна, крупные участки потенциально выпасной земли недоиспользуются, в связи с нехваткой питьевой воды для скота и диких животных, то в таких условиях постановка задачи по расширению использования ресурсной базы подземных вод для обводнения пастбищных территорий республики актуальна и экономически своевременна.

Среди первоочередных задач, которые значатся в плане работ по указанным двум направлениям являются описание гидрогеологических условий и распределение подземных вод в пределах пастбищных массивов.

1.5 Выводы по Разделу 1

Значительная роль в водообеспечении аграрного сектора экономики республики принадлежит подземным водам.

Научное обоснование водообеспеченности территорий сельскохозяйственного освоения подземными водами на базе современных технологий эффективного использования подземных вод и исследования направлены на реализацию Послания Главы государства народу Казахстана от 14 декабря 2012 года «Стратегия Казахстана 2050» - новый политический курс состоявшегося государства» и Государственной программы развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы.

Использование водно-земельных ресурсов на орошаемых землях Республики Казахстан должно выполняться с учетом важности развития мелиорации и эффективных водосберегающих технологий орошения в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, вызванного долгосрочными климатическими изменениями и появлением значительного количества фермерских и крестьянских хозяйств с преобладанием мелкоделяночного сельскохозяйственного производства.

При решении поставленных в диссертационной работе задач по научному

обоснованию методов и технологий создания небольших малозатратных суб-ирригационных систем, использующих подземные воды водоносных горизонтов, возникающих при орошении, были использованы экспериментальные участки на территории сельскохозяйственного освоения, а также современные методы компьютерного моделирования и геоинформационно-аналитической технологии.

В результате многолетней эксплуатации в течение более чем 25-30 лет на большинстве массивов орошения в Южном Казахстане сформировался квазистационарный ирригационно-грунтовый гидрологический режим первого от поверхности водоносного горизонта подземных вод.

Предварительная оценка показала, что грунтовые воды могут быть использованы как дополнительный источник орошения путем подпора и их подъема с учетом капиллярной каймы до нижнего уровня корневой системы районированных сельскохозяйственных культур. При этом, подъем уровня грунтовых вод не вызвал негативных процессов вторичного засоления почв. Изначальные экспериментальные и исследовательские работы показали экономическую эффективность предлагаемого направления.

Обобщение фондовых, отчетных материалов и опубликованных научных трудов позволили определить в качестве наиболее приемлемого орошаемого массива, где имеются все оптимальные условия для проведения масштабных натурных исследований, Шенгельдинский массив орошения, где из года в год возрастает дефицит водных ресурсов и есть предпосылки и реальные перспективы применения субирригационного режима для полива сельскохозяйственных культур,

Пространственные границы распространения преобладающих глубин залегания уровня грунтовых вод в вегетационные периоды и их динамика в многолетнем разрезе, использованы при определении возможности и перспективы применения субирригационного режима для полива сельскохозяйственных культур.

В настоящее время, когда приоритеты отданы частному предпринимательству, развитию фермерских и крестьянских хозяйств, есть все предпосылки для должного развития в Казахстане оазисного орошения и является главной задачей, которую необходимо решать в первую очередь.

Поэтому, второе направление исследований диссертационной работы и их результаты посвящены изучению подземных вод пастбищных массивов, оценке их кормовых запасов, использованию доброкачественных неглубоко залегающих естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод и разработке мер по улучшению экологического состояния пастбищ.

Рассматривая подземный сток южных регионов Казахстана, как достаточно мощный резерв поливной воды, представляется весьма целесообразным провести комплексные гидрогеологические и почвенно-мелиоративные исследования для оценки возможностей организации здесь оазисного орошения на базе подземных вод путем районирования территории по гидрогеологическим и почвенномелиоративным критериям.

Результаты полевых и научных исследований для выявления перспективных для орошения подземными водами площадей, оптимальных с экономической и

экологической точек зрения размеров участков, разработки рациональных приемов оазисного орошения, необходимых мелиоративных и экологических мероприятий по улучшению и сохранению осваиваемых земель в разрезе южных областей Казахстана, изложены в Разделах 5,6,7и8 диссертационной работы с составленными картами водообеспеченности аридных территорий Южного Казахстана и выполненными прогнозами потребности в питьевой воде животноводческой отрасли на пастбищных угодьях.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНТЕГРИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Участок экспериментальных исследований является частью сельскохозяйственной территории, носящей обобщенное название Шенгельдинский массив и входит в административный район г. Капшагай Алматинской области (рисунок 2.1).

Он располагается вдоль северного побережья Капшагайского водохранилища, образованного на р.Иле плотиной возле города Капшагай, в 300 км выше устья реки и приемника ее вод - оз.Балкаш.

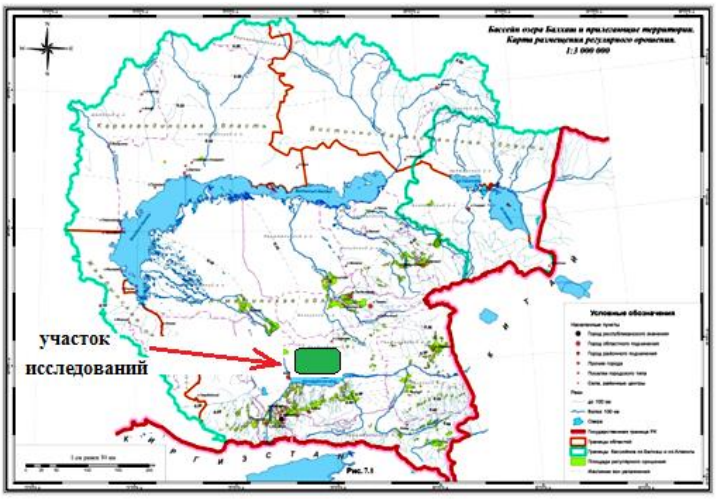


Рисунок 2.1 – Расположение участка исследований на карте размещения орошаемых массивов в Иле-Балкашском водном бассейне

Массив обслуживается поселком Шенгельды, расположенным вблизи центра северной границы и сообщающимся с ним дорогой с асфальтовым покрытием. Пос.Шенгельды связан с г.Капшагаем (45 км) и г.Алматы (92 км) асфальтированным шоссе; ближайшая железнодорожная станция Коскудук находится в 12 км.

В настоящее время сложилась критическая ситуация по Капшагайскому водохранилищу, которое обеспечивает питьевое водоснабжение города Капшагай и орошаемые земли Шенгельдинского массива[34,с.2-45].

Бассейн реки Иле составляет 80 % суммарного поверхностного стока озера Балкаш. Основная стокообразующая часть бассейна реки Иле расположена на территории КНР, где водосбор имеет достаточно развитую гидрографическую сеть. Позиция Китая по трансграничным рекам обусловлена в первую очередь планами превращения Синьцзян-Уйгурского автономного района в региональный и торговый центр в Центральной Азии с дальнейшим распространением влияния и на Ближний Восток. Значительно реже развита гидрографическая сеть в

среднем и нижнем течении р. Иле (территория РК), где большие пространства полностью лишены поверхностного стока.

Приток реки Иле полностью зависит от сопредельного государства. Дальнейший, постоянно увеличивающийся водозабор китайской стороной и ухудшение качества воды в реке может привести к экологической катастрофе в Балкаш-Алакольском бассейне.

Так, с 12 мая 2014 года приточность реки Иле резко начала уменьшаться с 291 м^3/с до 90 м^3/с. При уровне Капшагайского водохранилища – 476,89 м, объем составляет – 15740 млн.м^3, снижение уровня с начала вегетации на 1 м 13 см и в объеме 1420 млн.м^3, понижение уровня водохранилища в среднем 3 см в день. В течение года отмечалось продолжающееся уменьшение стока реки до 150м^3/с при среднегодовом расходе 480м^3/с. Из-за чего уровень Капшагайского водохранилища в 2014 году снизился до критической отметки и НПГ составил 474,82, а объем наполнения уменьшился до 13,33 кубокилометра (Рисунок 2.2). Для сравнения, в 2005 году НПГ составлял 477,4 при объеме наполнения в 16.34 кубокилометр при стоке 735 м^3/с и среднем расходе - 585 м^3/с.

Рисунок 2.2 - Фото автора – Обнажение пород прибрежной полосы Капшагайского водохранилища при снижении НПГ до критической отметки

За весь многолетний период наблюдений такого уменьшения стока не было. При сохранении данного режима работы водохранилища критический уровень может и уже привел к проблемам подачи питьевого водоснабжения, работе Капшагайской ГЭС и насосных станций на Шенгельдинском массиве орошения. В сложившейся ситуации для защиты водно-земельных ресурсов и повышения водообеспеченности на орошаемых системах Шенгельдинского массива, где из года в год возрастает дефицит водных ресурсов, весьма актуальным является вопрос всестороннего изучения альтернативного варианта интегрированного использования подземных вод, на фоне внедрения экологически безопасных водосберегающих технологий полива.

2.1 Природно-климатические условия

Шенгельдинский массив расположен в жаркой, сухой зоне, переходной от

пустынной к пустынно-степной. На территории массива преобладает резкоконтинентальный климат с жарким и сухим летом и холодной малоснежной зимой. Абсолютный максимум температуры воздуха отмечается обычно в июле и достигает $+43^0$С, абсолютный минимум наблюдается в январе до -40^0С. Количество выпадающих осадков в течение года изменяется от 200 до 400 мм. Из них на вегетационный период приходится 130-180 мм, которые выпадают в основном в весенне-летний период.

Устойчивый переход температуры через $+10^0$С отмечается в первой половине апреля и в середине сентября, продолжительность этого периода составляет 180-200 дней. Сумма активных температур за это время изменяется, от 3700 до 3850^0С. На территории массива среднегодовая скорость ветра составляет 2,2 м/с с преобладанием ветров северо-восточного направления. В течение года отмечается в среднем 25 дней со скоростью ветра свыше 15 м/с.

Испарение с открытой водной поверхности -890 - 970 мм (в вегетационный период – 700-775мм). В условиях засушливого климата большое значение имеет испарение с поверхности земли. По средним многолетним данным оно составляет 450-500 мм за период с апреля по сентябрь, что в 2 раза превышает количество выпадающих за это время осадков.

2.2 Геологическое строение участка исследований

Шенгельдинский массив орошения расположен в пределах Илийской межгорной впадины. В геоморфологическом отношении территория объекта относится к предгорной наклонной равнине. Поверхность участка в незначительной степени осложнена небольшими, с севера на юг понижениями с относительной глубиной не более 0,3-0,5 м. Территория имеет общий уклон (в пределах 0,007-0,01) в направлении к Капшагайскому водохранилищу. Поперечный уклон от центра (линия центрального трубопровода от насосной станции № 2) к краям участка составляет 0,003-0,007.

Наклонная равнина сложена мощной толщей мезокайназойских пород, которая характеризуется дифференциацией обломочного материала по мере удаления от горных массивов, являющихся источником сноса.

Кайназойские отложения представлены разнообразными фациально-генетическими комплексами палеогена, неогена и четвертичного возраста, мощность которых достигает 200 м. Палеоген-неогеновые отложения сложены пестроцветными глинами, песками, конгломератами и песчанниками. Верхнюю часть этих отложений занимают глины Илийской свиты.

Четвертичные отложения представлены делювиально-пролювиальными отложениями. С поверхности залегают преимущественно слабозащебненные супеси и легкие суглинки, преобладающей мощностью 0,5-1,0 м, реже 1-2 м, на локальном участке в северной части - до 2-6 м.

Нижняя часть разреза четвертичных отложений представлена дресвяно-гравийно-шебнистыми грунтами с песчано-супесчаным заполнителем. Мощность слоя крупнообломочных грунтов составляет в основном 3-8 м.

Общая мощность четвертичных отложений колеблется от 3 до 11 м, увеличиваясь к югу в сторону Капшагайского водохранилища.

Четвертичный чехол несогласно залегает на отложениях илийской свиты неогена, представленных плотными глинами, прослоями конгломератов и песчаников на глинисто-карбонатном цементе и являющихся региональным водоупором.

2.3 Характеристика гидрогеологических условий участка исследований

В гидрогеологическом отношении территория относится к центральной части Илийского артезианского бассейна, в котором выделяются шесть гидрогеологических этажей [35,с.44-126].

Воды, залегающие в водоносных горизонтах структурных этажей, относятся к напорным водам. Наиболее водоемкими являются песчаные отложения верхнего мела и грубообломочные осадки верхнеплиоценового и четвертичного возраста.

Для целей мелиорации значительный интерес представляют верхние водоносные горизонты в отложениях неогена Илийской свиты и подземные воды в четвертичных отложениях, которые залегают близко к поверхности земли.

Водоносный горизонт в отложениях средне-верхнечетвертичного и современного возраста имеет мощность от 5 до 16 м, который сверху перекрыт чехлом связанных супесчано-суглинистых осадков, мощностью от 0,5 до 1,5 м. Горизонт безнапорный с общим уклоном в сторону Капшагайского водохранилища (Рисунок 2.3). Глубина залегания подземных вод на массиве изменяется от 2,2 до 10 м. Годовая амплитуда колебания уровня воды, до строительства ирригационной системы, составляла 0,4 -0,6 м, с минимальными уровнями в осенне-зимний период и максимальными в весенне-летний. Значения коэффициента фильтрации и водоотдачи для покровных суглинков и супесей составляют соответственно 0,22 м/сут и 0,08 и для гравийных грунтов с песчаным заполнителем 2,9 м/сут и 0,16 соответственно. Водопроводимость водоносного горизонта, в связи с его малой мощностью, очень низкая и изменяется от 5 до 30 м/сут.

Основным источниками питания водоносного горизонта подземных вод являются инфильтрация поливных вод в период орошения и в меньшей степени - фильтрация атмосферных осадков. Искусственное увлажнение территории при орошении восполняет ресурсы данного водоносного горизонта. В виду того, что практически полив осуществляется по полосам и бороздам и мощность покровной супесчанно-суглинистой толщи редко превышает 2,0 м, то большая часть поливной воды (60-75 %) расходуется на пополнение запасов подземных вод. Разгрузка водоносного горизонта происходит подземным стоком в Капшагайское водохранилище. Не исключено, что нижняя часть горизонта питает подземные воды неогеновых отложений. В южной части участка, вдоль побережья Капшагайского водохранилища, наблюдаются выходы подземных вод в виде мочажин и болот. Здесь же обильно представлены растения гидрофиты в виде тростника.

Ниже четвертичных отложений залегают породы неогенового возраста,

представленные плотными глинами с прослоями конгломератов и песчаников на глинисто-карбонатном цементе. Вода содержится в прослоях и линзах среди преобладающих глинистых отложений. В виду того, что подземная вода имеет спорадическое распространение, неогеновые осадки принимаются за региональный водоупор.

Наиболее водоемкими являются песчаные отложения верхнего мела и грубообломочные осадки верхнеплиоценового и четвертичного возраста.

Водоносный горизонт в отложениях Илийской свиты (N_2^{2-3} il) имеет спорадическое (невыдержанное по площади) распространение, отложения с дресвой, залегающие в виде линз и прослоев в глинах. Воды в основном напорные, с пьезометрическими уровнями, установившимися на отметке от 3,2 до 7,0 м выше поверхности земли. Расходы воды на самоизливе изменяются от 1,2 до 12,6 л/с. Питание горизонта происходит за счет подтока нижележащих трещинных вод, а также инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод.

2.4 Гидрологические условия

Основной водной артерией региона является река Иле, которая берет начало в Китае. В пределах Казахстана она имеет протяженность 815 км и служит местным базисом стока многочисленных притоков и дренирования подземных вод. Питание реки смешанное - за счет таяния ледников, выпадения атмосферных осадков и притока подземных вод. Объем среднегодового стока достигает 17,8 км^3.

По химическому составу вода р.Иле гидрокарбонатно-кальциевая с минерализацией 0.3-0.5 г/дм^3 и водородным показателем pH 8-8.5. В составе катионов наблюдается соотношение Ca>Na>Mg. Закономерно, что минерализация воды понижается летом (июнь-август), в период интенсивного таяния ледников и поступления более пресных вод и повышения зимой (январь-февраль).

После строительства на р. Иле в 1970 году Капшагайской гидроэлектростанции, речной сток был зарегулирован. Площадь зеркала искусственного водохранилища в настоящее время составляет 1850 км^2, при длине 187 км и средней ширине 10-12 км (максимальная 22 км). Объем водохранилища в зависимости от наполнения изменяется 15,9-17,6 км^3.

Вода в водохранилище характеризуется как пресная, с минерализацией в пределах 0,37-0,44 г/дм^3 и в химическом составе преобладают анионы гидрокарбонатов и кальция (таблица 2.3). Вода Капчагайского водохранилища используемая для орошения по своим качественным показателям соответствует требованиям для орошения сельхозкультур, но для рыбохозяйственных целей отмечается превышение содержания ряда ингредиентов по предельно-допустимым концентрациям (ПДК).

Таблица 2.3 - Характеристика химического состава поверхностных вод

Ингредиенты		Единица измерения	Содержание	ПДК рыбохозяйственная
Название	Символ			
1	2	3	4	5
Водородный показатель	pH	един.	7.40	6.5-8.5
Гидрокарбонаты	HCO_3	мг/дм^3	155.7	1000
Карбонат	CO_3	-"-	3	100
Хлориды	Cl	-"-	29	300
Сульфаты	SO_4	-"-	70.7	100
Магний	Mg	-"-	12	40
Кальций	Ca	-"-	36	180
Натрий+Калий	Na+K	-"-	42.7	120
Минерализация	M	г/дм^3	463	1000
Жёсткость общая	Ca+Mg	мг-экв	3.40	<7
Азот аммонийный	NH_4	мг/дм^3	0.035	0.39
Азот нитритный	NO_2	-"-	0.0015	0.02
Азот нитратный	NO_3	-"-	2.0	9.1
Фосфаты	PO_4	-"-	0.15	3.5
Железо общее	Fe	мг/дм^3	0.047	0.10
Медь	Cu	-"-	0.009	+0.001 к фону
Цинк	Zn	-"-	0.011	0.01
Никель	Ni	-"-	0.005	0.01
Свинец	Pb	-"-	0.005	0.10
Марганец	Mn	-"-	0	0.01
Молибден	Mb	-"-	0.004	+0.001 к фону
Мышьяк	As	-"-	0.0025	0.05
Фосфор общий	P	-"-	0.05	--
Кобальт	Co	мг/дм^3	0.0025	0.01
Хром общий	Cr	-"-	0.002	0.02
Кадмий	Cd	-"-	0.0003	0.005
Ртуть	Hg	-"-	0.0002	0.0005
Ванадий	V	-"-	0	0.001

Коллекторно-дренажная система на участке исследований построена на площади 240га в северо-восточной части объекта (рисунок 2.4). Горизонтальный закрытый дренаж выполнен из полиэтиленовых труб диаметром 110-150 мм, уложенных на глубине 2,3-2,8 м.

Расстояния между дренами от 150-200 до 300-350 метров, общей длиной 10895м. Для контроля за работой дренажа имеются смотровые колодцы [36, с.4-24]. Дренажные воды в накопитель начинают поступать в конце июня и до конца года. Общий объем дренажных вод составляет от 700 до 1500 тыс.м^3 в зависимости от водности года, коэффициентов использования земли под посевы сельскохозяйственных культур и режима орошения. В значительной степени зависит от гидрологического режима работы и НПГ Капшагайского водохранилища, определяющих величину вегетационных колебаний уровня грунтовых вод и их стока в область региональной разгрузки.

Сбор дренажных вод осуществляется в перфорированные асбоцементные

трубы диаметром 200-400мм закрытого коллектора общей длиной 3985м. Глубина их заложения составляет 2,5-3,2м. Отвод коллекторно- дренажных вод производится в открытый коллектор К-2 и по нему - в пруд-накопитель (рисунок 2.5).

Рядом с коллектором насосной станции №2 расположен коллектор К-3, осуществляющий сбор дренажного стока с орошаемых земель насосной станции №3, расход которого изменяется от 4,2 до 17л/с в течение вегетационного периода, и объем стока по нашим расчетам составил 330 тыс $м^3$.

Химический состав дренажных вод в прямой степени зависит о качества поливной воды, степени засоленности почв, через которую происходит фильтрация, времени фильтрации, химического состава подземных вод, с которыми происходит смешение и других второстепенных факторов и условий.

Наиболее высокая минерализация дренажных вод отмечалась в пруде-накопителе, где она достигала 2,8 г/$дм^3$, тогда как в головной части коллектора она составляет 1,1 г/$дм^3$. Химический состав коллекторно-дренажных вод заметно изменяется по сезонам года. Наибольшая концентрация солей и других ингредиентов наблюдается в зимний период, в это время их значения в 1,5-3,0 раза превышали летние значения (таблица 2.4).

2.5 Сельско и водохозяйственные условия участка исследований

Площадь орошаемых земель Шенгельдинского массива составляет14108,1га. В сельскохозяйственном производстве использовалось 7710,2га или 54,6% от общей площади. Не использовалось 6397,9га орошаемых земель. Из них 1108,2га, подвешенных к насосной станции №6 по причине ее разукомплектованности, 1100,0га, подвешенных к НС №5, принадлежащих АО «Казовощпром», 600,0га, подвешенных к НС №7 (земли относились в прошлом году к ТОО «Алем транс Строй Kz» в отчетном году к ТОО «Капшагай Су Сервис»). По другим хозяйственно-финансовым причинам также не использовалось 3589,73га.

В структуре посевных площадей преобладали соя, лук и зерновые-колосовые культуры. Посевами сои было засеяно 1952,0га (25%), лука репчатого – 1791,5га (23%), зерновыми – 1154,0га (15%), сахарной свеклы − 639,8га (8%), многолетними травами – 812,0га (11%) (рисунок 2.6).

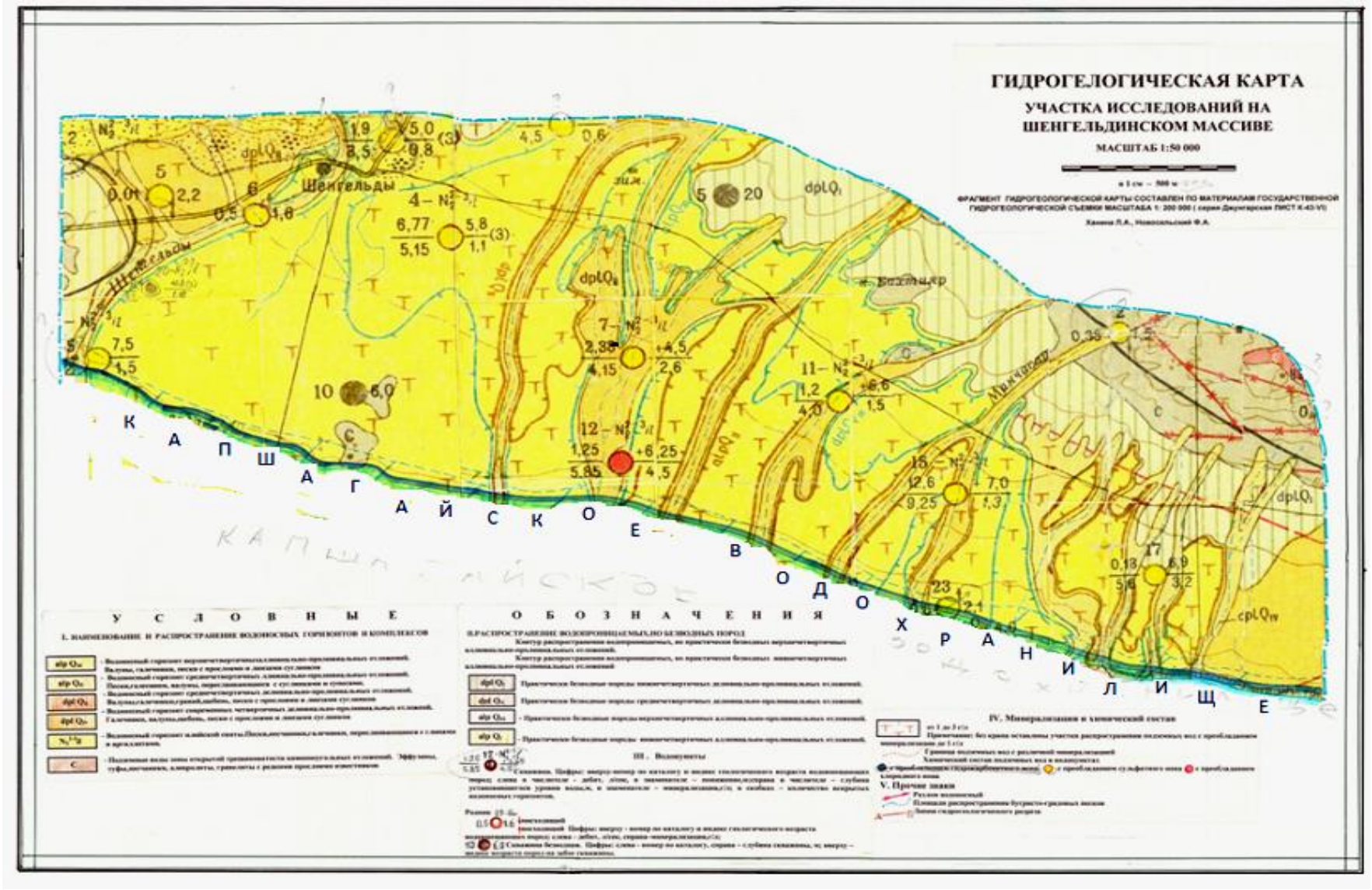


Рисунок 2.3– Гидрогеологическая карта участка экспериментальных исследований

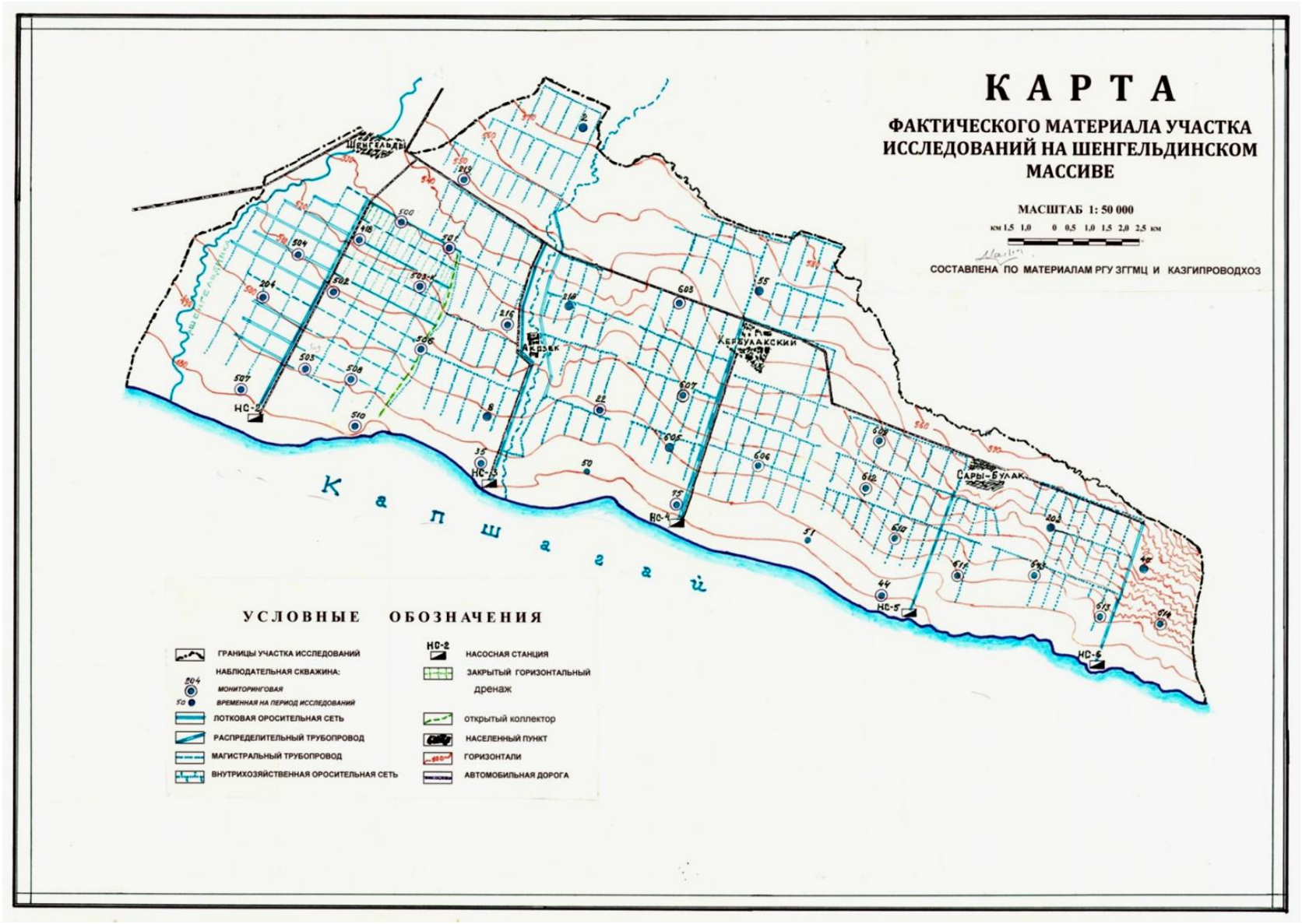


Рисунок 2.4 - Карта фактического материала участка экспериментальных исследований

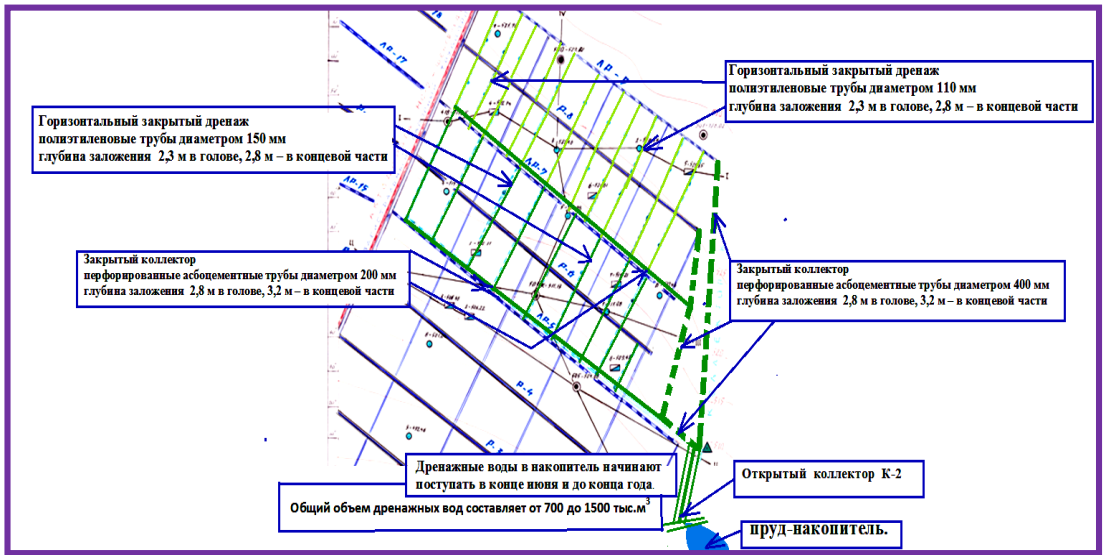


Рисунок 2.5 – Блок схема расположения и параметры горизонтальной закрытой коллекторно-дренажной сети и открытых коллекторов

Таблица 2.4 -Характеристика химического состава дренажных вод

Ингредиент		Единица измерения	Содержание	ПДК рыбохозяйственная
Название	Символ			
1	2	3	4	5
Водородный показатель	pH	---	8.0	6.5-8.5
Гидрокарбонаты	HCO_3	мг/л	282.4	1000
Карбонат	CO_3	-"-	24	100
Хлориды	CL	-"-	122.2	300
Сульфаты	SO_4	-"-	789.6	100
Магний	Mg	-"-	43.3	40
Кальций	Ca	-"-	181.4	180
Натрий+Калий	Na+K	-"-	320.8	120
Минерализация	M	-"-	1799.5	1000
Жёсткость общая	Ca+M	-"-	12.6	<7
Азот аммонийный	NH_4	-"-	1.27	0.39
Азот нитритный	NO_2	-"-	0.65	0.02
Азот нитратный	NO_3	-"-	19.9	9.1
Фосфаты	PO_4	-"-	0.1	3.5
Железо общее	Fe	-"-	0.38	0.10
Медь	Cu	-"-	0.0068	+0.004 к фону
Цинк	Zn	-"-	0.0102	0.01
Никель	Ni	-"-	<0.005	0.01
Свинец	Pb	-"-	0.007	0.1
Марганец	Mn	-"-	<0.02	0.01
Молибден	Mb	-"-	0.005	+0.0012 к фону
Мышьяк	As	мг/л	<0.0025	0.05
Кобальт	Co	-"-	<0.0025	0.01
Хром общий	Cr	-"-	0.002	0.02
Кадмий	Cd	-"-	<0.0003	0.005
Ртуть	Hg	-"-	0	0.0005
Фтор	F	-"-	0.76	<0.75

Бром	Br	-"-	3.70	---
Йод	J	-"-	0.05	---
Бор	B	-"-	0.30	10.0

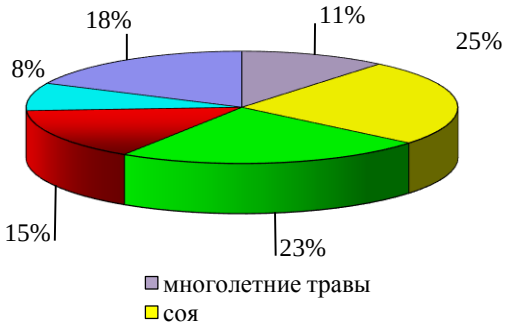


Рисунок 2.6 - Структура размещения сельскохозяйственных культур на Шенгельдинском массиве орошения в 2017г.

Вода из водохранилища поступает самотеком по трубам, диаметром 1000 мм, в аванкамеры насосных станций.

Насосная станция оснащена 6-тью насосами, из которых 4 - основных производительностью 665-825л/си 2 - вспомогательных производительностью 350-484л/с, откуда насосами закачивается в напорные трубопроводы.

Подача воды в распределительную сеть осуществляется по напорным трубопроводам, изготовленных из стальных и асбоцементных труб, диаметром от 800 до 1200 мм. а затем распределяется по железобетонной лотковой сети на поля. Распределительная сеть построена из параболических лотков ЛР-60 и ЛР-80 с пропускной способностью до 0,45 $м^3/с$.

Распределительная сеть оборудована затворами с ручным водоподъемником и гидрантами с задвижкой диаметром 150мм, посредством которых поливная вода подается во временные оросители. Через каждые 730-780 м лотки оборудованы водовыпусками, с которых вода подается в выводные борозды и далее в поливные борозды и полосы.

Водохранилище является базисом стока для предгорной зоны, откуда привносятся многочисленными притоками и временными водотоками отходы промышленных объектов и обработки сельскохозяйственных полей. Хотя в последние годы в сельском хозяйстве этой зоны практически перестали применять химические удобрения, пестициды и гербициды остаточные их формы отмечались, особенно в весенне-летний период в южной части водохранилища.

В апреле, июле и сентябре текущего года, отбирались пробы из аванкамеры насосной станции № 2 на определение полного химического анализа, содержание микроэлементов Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Cd, Al, Co, Hg, содержание гербицидов группы ДДТ, ДДЕ, ГХЦГ, нефтепродуктов, а также на бактериологическое загрязнение.

Минерализация оросительной воды изменяется незначительно от 443 мг/дм^3 в весенний период до 346 мг/ дм^3, с последующим повышением в сентябре до 431 мг/дм^3. В химическом составе преобладают гидрокарбонаты и сульфаты из анионов, а из катионов кальций и магний.

По микроэлементному составу установлено, что в поливной воде содержание меди превышает нормы от 3 до 8 раз, в зависимости от сезона года. Так в начале поливного сезона содержание меди составляло 0.0087 мг/дм^3, а затем уменьшилось до 0.003 мг/дм^3. Такая же картина наблюдается по нефтепродуктам: максимальное содержание наблюдается в мае с последующим уменьшением. Возможно это связано с паводковым периодом и их привносом, за счет интенсивного стока при таянии ледников и выпадения большого количества осадков.

По результатам бактериологического анализа вода Капшагайского водохранилища по исследованным показателям приемлема для зон рекреации и полива сельскохозяйственных культур

Для полива сельскохозяйственных культур забирается ежегодно от 3100 до 3300млн.м^3 оросительной воды, а объем водоподачи изменяется от 2600 до 2800млн.м^3. При этом фактические потери поливной воды на оросительных системах ежегодно составляют не менее 500млн.м^3.

Основными причинами нарушений технологии полива и неэффективного использования воды являлось:

- имевшие место нетехнологические сбросы поливной воды на некоторых участках, из-за которых вода практически не доходила на нижележащие поля;
- желание водопотребителей получить чистую воду непосредственно из гидрантов;
- длина поливных борозд достигает от 450 до 500 метров, что не обеспечивает добегание воды до конца полей;
- переувлажнение почвы в начале до середины полей, из-за длительного времени полива, что приводило к недостатку воды в концевых частях полей.

Выводы по разделу 2

Объектом исследований являются поверхностные воды речного стока р.Иле, Капшагайское водохранилище и грунтовые воды на Шенгельдинском орошаемом массиве в Алматинской области.

Проведенные исследования позволили дать количественную и качественную характеристики о возможной перспективе их совместного использования с поверхностными водами в качестве альтернативного источника орошения в современных условиях мелкоделяночного производства и под воздействием многолетней антропогенной нагрузки.

Результаты изучения гидрохимического режима грунтовых вод по построенным картам гидроизогипс, глубин залегания и минерализации и графиков колебания уровней грунтовых вод показали:

- в течение более чем 15-летнего срока эксплуатации, формирование купола ирригационно-грунтовых вод в поливной период в пределах Шенгельдинского массива наиболее интенсивно протекает в его юго-восточной части на орошаемых землях насосной станции №2 с построенным закрытым горизонтальным дренажом;
- глубины залегания уровня грунтовых вод к середине вегетации зачастую составляют значения близкие к оптимальным для использования в качестве эффективного альтернативного источника для подпитки корневой системы таких сельскохозяйственных культур как соя, сахарная свекла и особенно кормовых культур, в частности люцерны.

3 НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ И ПЕРСПЕКТИВ ИНТЕГРИРОВАННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

3.1 Организация участка исследований

Для натурных исследований условий и перспектив интегрированного использования подземных вод для орошения сельскохозяйственных культур в выводах раздела II аргументировано дано гидрогеологическое обоснование выбора репрезентативного участка, расположенного на инженерно-подготовленных орошаемых землях, обслуживаемых насосной станцией №2.

В связи с тем, что на территории участка научных исследований магистральная и внутрихозяйственная оросительная сеть представлена напорными закрытыми водоводами и лотковыми распределительными каналами, границы определены как по естественным, так и искусственным водоразделам [36,с.4-24]. Западная граница участка проходит вдоль магистрального напорного трубопровода от побережья Капшагайского водохранилища на юге до лоткового распределителя (ЛР-9) на севере. Северная граница экспериментального участка проходит вдоль ЛР-9 до дренажного коллектора К-2 на востоке. Восточная граница протягивается с севера вдоль дренажного коллектора К-2, пруда-накопителя и далее до побережья Капшагайского водохранилища. Для учета влияния уровней воды в Капшагайском водохранилище на подземные воды южная граница проходит по линии уреза воды в водохранилище (рисунок 3.1)

Для детального изучения характеристик подземных вод верхнего безнапорного водоносного горизонта при сложившемся в 2017 году режиме орошения и размещении сельскохозяйственных культур, потребовалось создание оптимальной сети наблюдательных скважин.

Руководствуясь нормативно-методическими указаниями по размещению, количеству и конструкциям наблюдательных скважин при ведении мониторинга гидрохимического режима грунтовых вод на орошаемых землях [37,с.2-12;38,с.2-48] и для получения кондиционного картографического материала масштаба 1:10 000, на участке дополнительно пробурены и оборудованы временные мониторинговые скважины (приложение Б.3) в количестве 9 пунктов и в составе эколого-мелиоративных площадок по изучению водно-физических свойств пород зоны аэрации скважины-пьезометры (приложение В.3) в количестве 8 штук.

В качестве обсадной колонны использовался инертный материал (полихлорвинил) для исключения дополнительного загрязнения. Все скважины имеют планово-высотную топографическую привязку в координатной сетке и в абсолютных значениях Балтийской системы.

При этом, были использованы мониторинговые скважины режимной сети РГУ Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (далее РГУ ЗГГМЦ – Рисунок 3.2, приложение А.3)

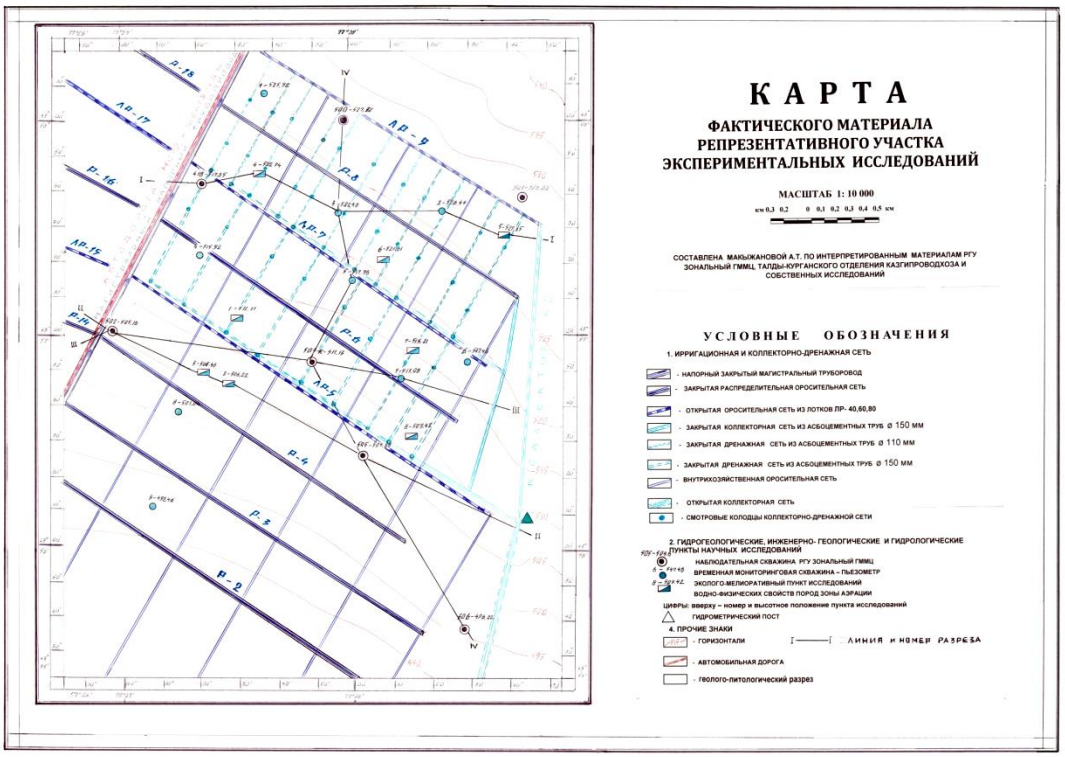
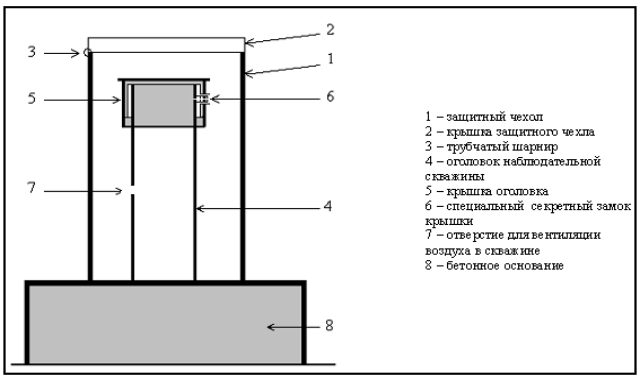


Рисунок 3.1 - Карта фактического материала репрезентативного участка экспериментальных исследований

Рисунок 3.2 Фото автора- Внешний вид конструкции мониторинговой скважины РГУ ЗГГМЦ



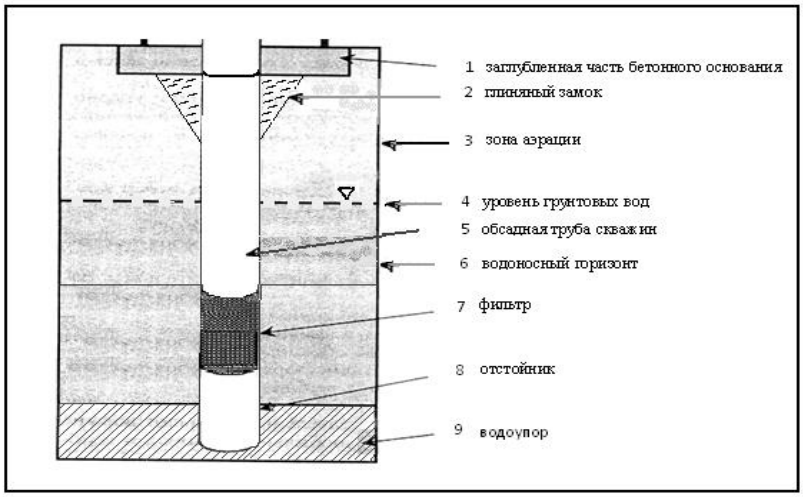


Рисунок 3.3 – Элементы конструкций наземной и подземной частей мониториноговых скважин

Для изучения водно-физических и физико-механических свойств покровных отложений зоны аэрации на участке экспериментальных исследований были оборудованы эколого-мелиоративные площадки, укомплектованные наблюдательными пьезометрами, инфильтрометрами и влагомерами (рисунок 3.4).

Рисунок.3.4 фото автора – Состав и размещение приборов и оборудования на опытно-экспериментальной площадке № 2 участка исследований водно-физических свойств почво-грунтов и гидрохимического режима грунтовых вод при искусственно созданной суб-ирригации для вегетации сои

3.2 Состав и методика проведения экспериментальных исследований

3.2.1 Изучение уровенного и химического режима грунтовых вод

Наблюдения за уровнем грунтовых вод и отбор проб на определение полного химического состава и степени их загрязнения биогенными веществами, пестицидами, гербицидами, нефтепродуктами и микроэлементами производился по существующим и специально пробуренным на экспериментальном участке и оборудованным скважинам.

Измерение уровня подземных вод в скважинах выполнялось электро уровнемером с точностью измерения в пределах 1-2 см(рисунок 3.5, 3.6).

Рисунок 3.5 – фото автора – Замер уровня грунтовых вод в мониторинговой скважине №503-К

Рисунок 3.6 – фото автора – Выполнение мониторинга гидрохимического режима грунтовых вод в наблюдательной скважине на площадке №2 участка исследований с посевом сои

Результаты наблюдений заносились в журнал наблюдений, где высчитывалась истинная глубина подземных вод и ее абсолютная отметка (приложения Г.3, Д.3, Е.3).

Отбор проб воды на стандартный анализ осуществлялся в мае, в августе и октябре –месяцах, т.е в начале, ближе к концу вегетации и в период открытия заслонки на коллекторе К-2 для изучения гидрохимического режима подземных вод в зависимости от условий орошения. Перед отбором проб грунтовых вод производилась откачка из расчета двойного опорожнения объема столба воды в скважине с помощью ручной желонки и последующего восстановления уровня за 1-2 дня до отбора проб.

Сокращенные химические анализы грунтовых вод выполнялись в комплексной аккредитованной лаборатории ЗГГМЦ (рисунок 3.7) и оформлялись в сводную ведомость (приложение Ж.3) по установленной стандартной форме.

Рисунок 3.7 – Фото автора – Подготовка растворов для выполнения стандартного химического анализа грунтовых вод

Наблюдения за уровнем воды в скважинах РГУ ЗГГМЦ проводились с января по апрель и с сентября по декабрь - ежемесячно, а с мая по август – ежедекадно; во временных скважинах и скважинах –пьезометрах: в апреле - в первую и третью декады, в мае и октябре - ежедекадно и с июня по сентябрь – четыре раза в месяц.

3.2.2 Определение коэффициентов фильтрации водоносных пород нерасчлененных четвертичных делювиально-пролювиальных отложений методом опытных откачек из скважин

Преобладающим в практике гидрогеологических исследований являются полевые опытно-фильтрационные работы, к которым относятся откачки из скважин, шурфов, колодцев, горных выработок, наливы и нагнетания в скважины, наливы в шурфы, экспресс-методы.

Учитывая важность определения основных гидрогеологических параметров грунтового водоносного горизонта (коэффициентов фильтрации, водопроводимости, уровнепроводности, водоотдачи, приведенного радиуса влияния), оценки взаимосвязи подземных и поверхностных вод, возможного взаимодействия смежных водоносных горизонтов, опытные откачки были проведены во всех одиночных наблюдательных скважинах, совершенных по вскрытию водоносного горизонта в большинстве своем с незатопленным фильтром [39,с.16-54].

Пользуясь наличием на участке исследований гидрохимического куста РГУ ЗГГМЦ, состоящего из четырех разноглубинных скважин, здесь была выполнена кустовая опытная откачка, где в качестве возмущающей была избрана мониторинговая скважина № 503К с одним лучом, состоящим из 2-х наблюдательных скважин №503К-2 и 503К-3 расположенных соответственно на расстоянии 12 и 28 метров от центральной (рисунок 3. 8).

Рисунок 3.8, Фото автора – Плановая и высотная привязка центральной скважины №503 перед проведением кустовой откачки(на заднем плане – наблюдательные скважины №№503К-2 и 503К-3)

Примечательно, что обе наблюдательные скважины не имеют фильтра и работают как пьезометры дном, вскрывающие водонасыщенные дресвяно-щебнистые отложения соответственно с песчаным и суглинистым заполнителем.

Опытную кустовую откачку проводили с постоянным дебитом (рисунок 3.9). Во время откачки допускалось отклонение дебита от среднего не более чем на 10 %.

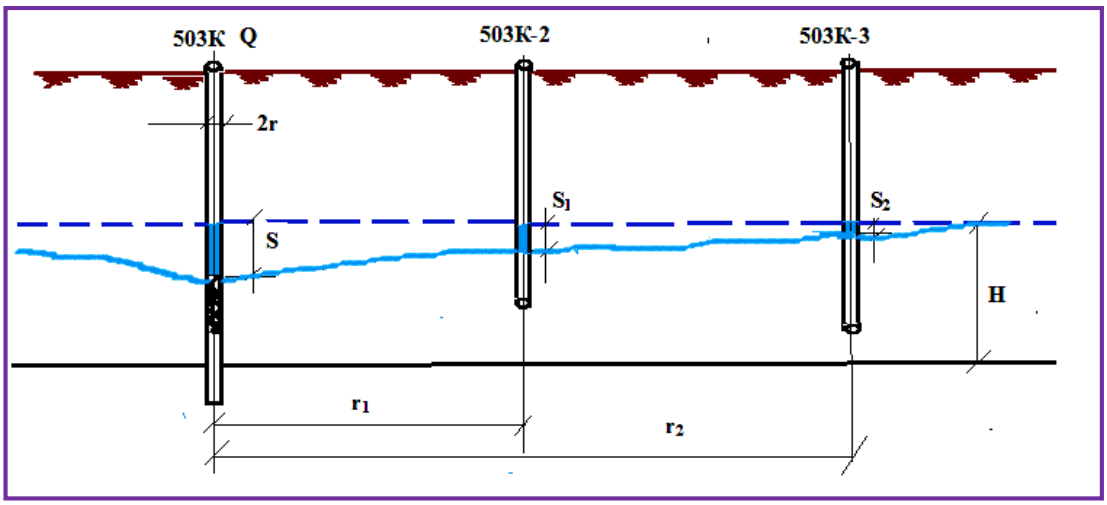


Рисунок 3.9 – Схема к определению гидрогеологических параметров при откачке из грунтового водоносного горизонта на гидрохимическом кусте

Продолжительность опытной кустовой откачки принималась равной $t = 4tk$ (tk – время наступления квазистационарного режима в дальней наблюдательной скважине)

$$t_k = \frac{r^2}{0{,}4 \cdot \alpha},$$

где а – коэффициент уровнепроводности, м^2/сут; r – расстояние до наблюдательной скважины 503К-3,м.

При проведении опытных кустовых откачек в условиях стационарного режима, т. е. при отсутствии изменений расхода и уровня во времени (установившаяся фильтрация), их продолжительность была принята такой, чтобы время стабилизации уровня при постоянном расходе составляло не менее одной трети от общей продолжительности опыта.

Частота замеров уровня подземных вод в скважинах определялась в зависимости от темпов его снижения и должна была обеспечить представительный материал для дальнейших расчетов:

- в первые 2 часа после начала откачки - через 5–10 мин;
- в последующие 12 часов после начала откачки - через 0,5–1,0 часа;
- далее до конца откачки - через 2–3 часа.

В процессе восстановления уровня после завершения откачки, наблюдения велись по следующей схеме:

- первые 15–20 мин после начала восстановления - через 1–2 мин;
- в течение последующих 1–2 ч - через 2–10 мин;

- затем через 1 ч на весь период наблюдений.

Измерения расхода воды проводились объемным методом, при каждом замере дублировались не менее 3-х раз. Разница в значениях времени, необходимого для наполнения мерной емкости, не превышала 2 %. Для расчета расхода принималось среднее время по трем показаниям секундомера.

Располагая данными о постоянном дебите и установившемся понижении в процессе кустовой откачки с двумя наблюдательными скважинами, коэффициент фильтрации определялся по формулам:

Для центральной скважины

$$K = 0.732Q\frac{lg\frac{R_n}{r_c}}{(2H - S_0)\cdot S_0};$$

для центральной и наблюдательной скважин

$$K = 0.732\cdot Q\frac{lg\frac{r_1}{r_c}}{(2H - S_0 - S_1)(S_0 - S_1)};$$

для двух наблюдательных скважин

$$K = 0.732\cdot Q\frac{lg\frac{r_2}{r_1}}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)};$$

где Q –дебит центральной скважины, м³/сут;

rc – радиус центральной скважины, м;

$r1, r2$ – расстояния от центральной скважины до первой и второй наблюдательных скважин, м;

H – мощность грунтового водоносного горизонта; м;

$So, S1, S2$ – понижения уровней в центральной, первой и второй наблюдательных скважинах, м;

Rn – приведенный радиус влияния, м.

Приведенный радиус влияния (*Rn*) определялся по данным кустовой откачки при наличии двух наблюдательных скважин для грунтовых вод по формуле:

$$lg\,R_n = \frac{(2H - S_1)S_1\cdot lg\,r_2 - (2H - S_2)S_2\cdot lg\,r_1}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)}.$$

*Коэффициент водоотдачи (*м*)* определялся по эмпирической формуле Бецинского при известном значении коэффициента фильтрации.

$$\mu = 0{,}117\cdot\sqrt[7]{K}.$$

Коэффициент водоотдачи можно определить также анализируя гидрограф опытной откачки, по методу, предложенному доцентом Н.Ф.Фединым

$$\mu = \frac{A}{V},$$

где A – объем воды, извлеченный из скважины за время откачки, м^3;

V – объем депрессионной воронки, м^3.

По результатам откачки была составлена соответствующая документация.

Опытные одиночные откачки из скважин с одним понижением уровня проводились во всех остальных наблюдательных скважинах по общепринятой методике.

В процессе откачки замеры расхода и уровня воды проводились первые 2 ч - через 10 мин и далее до конца откачки – через один час.

После остановки опыта проводились замеры восстановления уровня воды в скважине со следующими интервалами: первые 15 мин – через 1 мин, далее в течение 1 ч – через 5 мин, затем – через 1 ч до полного восстановления уровня (последние 5–6 ч уровень подземных вод должен быть неизменным).

Каждое измерение расхода воды объемным способом производилось не менее 3-х раз. Разница в значениях времени, необходимого для наполнения емкости, не должна была превышать 2 %. Для расчета расхода принималось среднее время по трем показаниям секундомера**.**

По завершении откачки осуществлялись наблюдения за *восстановлением динамического уровня*, по результатам которого определяются параметры водоносного горизонта.

Обработка результатов наблюдений за восстановлением уровня осуществляется с учетом продолжительности откачки при обязательном условии постоянства дебита.

3.3 Натурные опытные исследования фильтрационных свойств покровных отложений по генетическим горизонтам на экспериментальном участке

Натурные опытные исследования инфильтрации воды в шурф является одним из распространенных и хорошо разработанных методом оценки фильтрационных свойств пород зоны аэрации в области питания водоносных горизонтов, при геоэкологических исследованиях для оценки возможной миграции загрязняющих компонентов и др. [40,с.38-44;41,с.35-40;42,с.48-54; 43,с.98-106;44,с.12-154;45,с.8-94;46,с.15-204].

Во время опыта ведется наблюдение за ходом инфильтрации воды из шурфа в условиях постоянного уровня воды в процессе опытных исследований.

Натурные опытные исследования фильтрационных свойств покровных отложений на экспериментальном участке проводились по генетическим горизонтам, представленных на эколого-мелиоративных площадках № 1- в интервале 0,6-1,9 м супесью тяжелой, желто-серого цвета,с включением до 5% мелких дресвы и щебня, мощностью 1,3м; №2 - в интервале 0,5-1,2м супесью, тя-

желой, желто-серого цвета, средней плотности, мощностью 0,7м; №3 - в интервале 0,9-2,7 м супесью тяжелой, желто-серого цвета,с включением до 5% мелких дресвы и щебня, мощностью 1,8м; №7 - в интервале 0,5-1,3м суглинком легким, серым, с мелким щебнем и дресвой до 10%, мощностью 0,8м; №8 - в интервале 0,0-0,7 м супесью, тяжелой, серого цвета, средней плотности мощностью 0,7м.

Учитывая относительно слабую водопроницаемость покровных отложений на участке исследований, опыты проводились с использованием метода Нестерова.

В данном случае при установившемся расходе воды градиент инфильтруемого потока из внутреннего цилиндра приравнивается к единице, а скорость фильтрации - к коэффициенту фильтрации.

Исследования включали:

- проходку и документацию шурфа;
- зачистку дна шурфа, в которое аккуратно вдавливались концентрические кольца (на 5–6 см)
- заполнение дна мелким гравием;
- одновременное заполнение обоих цилиндров водой на 0,1 м от дна;

В течение опыта уровень воды в обоих цилиндрах поддерживался строго одинаковым, для чего использовались отдельно для каждого цилиндра баки с автоматическими регуляторами.

Замеры расхода воды производились с интервалом 10-20 мин.

Для определения глубины промачивания по окончании опыта в центре шурфа бурилась почвенным буром скважина глубиной до подошвы зоны аэрации с отбором образцов породы на влажность.

По окончании исследований строились графики изменения расхода во времени.

Коэффициент фильтрации вычислялся по формуле:

$$K = \frac{Q \cdot l}{\omega(h_K + z + l)}$$

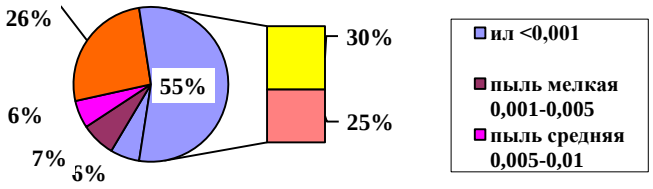
где Q - установившийся фильтрационный расход через внутреннее кольцо; l - глубина просачивания воды; z - слой воды в кольце; w - площадь поперечного сечения фильтрующейся воды.

3.4 Характеристика водно-физических свойств почво-грунтов на экспериментальном участке

В процессе полевых, камеральных и лабораторных исследований были определены следующие показатели водно-физических свойств почв: гранулометрический состав почв по Качинскому, естественная влажность, предельная полевая влагоемкость (ППВ), удельный вес, плотность почв по генетическим горизонтам, пористость, запас влаги при ППВ и естественной влажности, расчетная поливная норма, коэффициент фильтрации.

Гранулометрический состав покровных отложений на объекте по классификации Качинского, преимущественно, супесчаный и легкосуглинистый. Среди фракций преобладает крупнопылеватая (лессовидная) фракция (0,05-0,01 мм),которая достигает максимума в пахотном горизонте 18-39%. Второй является мелкопесчаная фракция (0,05-0,25 мм). Содержание фракций гранулометрического состава показано на рисунке 3.10.

Содержание илистой фракции (<0,001мм) невелико 3,5-6,1%. При этом отмечается некоторое ее накопление в горизонтах B_2 и BC. Вероятно, это связано с вымыванием ила в нижнюю часть профиля при орошении. Следует отметить, что почвы на массиве отличаются скелетностью, которая лимитирует водоудерживающую способность, фильтрационные свойства и определяет пригодность использования почв под посевы сельхозкультур. Скелетность определяется содержанием в почвах фракций размером от 1 до 20 мм (хрящ, щебень, дресва, галька, гравий).



.

Рисунок 3.10– Номограмма содержания основных фракций в гранулометрическом составе супесчаных среднескелетных покровных отложений

По величине содержания этих фракций почвы объекта исследований относятся, в основном, к среднескелетным и реже сильноскелетным. При этом отмечается закономерность, что чем меньше мощность мелкоземистой толщи, тем выше степень скелетности

Естественная влажность соответствует валовому содержанию влаги в почве в данный момент и является очень динамичным показателем. При возделывании сельхозкультур имеет значение, чтобы естественная влажность соответствовала наиболее оптимальному уровню содержанию влаги для развития культур. Поэтому необходимо осуществлять контроль за содержанием влаги в почвах. Естественная влажность определялась в полевых условиях весовым методом.

Рисунок 3.11 – фото автора – Послойный отбор проб почво-грунтов с ненарушенной структурой из зоны аэрации для лабораторных исследований объемной влажности на опытно-экспериментальной площадке № 1

Предельная полевая влагоемкость (ППВ) – соответствует наибольшему количеству влаги удерживаемому почвой в подвешенном состоянии. ППВ имеет очень большое значение, так как по ее величине определяются поливные и промывные нормы, водоотдачу, запасы влаги, дефицит и другие параметры. ППВ связана с гранулометрическим составом почв, структурой, емкостью поглощения, содержанием органического вещества.

Плотность почвы определяется как отношение массы почвы ненарушенного сложения высушенной при температуре 105-130^0 к единице объема. Это одна из важнейших физических характеристик, влияющих на водный, тепловой, воздушный режимы.

В соответствии со шкалой оценки величин плотности почв (Качинский) результаты определений показывают, что почвы имеют среднюю и сильную степени уплотнения почв в пахотных горизонтах - 1,21 – 1,39 г/см^3. Если рассматривать изменение плотности в сезонной динамике, то к концу поливного периода плотность возрастает примерно на 15-20% по сравнению с предполивным периодом. Вниз по профилю плотность почв резко возрастает. В горизонтах B_1 и BC ее значения достигают 1,45-1,52 г/см^3 и по сравнению с целинными почвами, орошаемые имеют плотность выше на 0,1-0,2 г/см^3.

Удельный вес зависит от минерального состава и содержания в почве органических веществ и равен массе твердой фазы сухой почвы, содержащейся в единице объема. Для почв объекта его значения варьируют в пределах 2,60-2,70 г/см^3. Эти цифры указывают на то, что почвы обеднены органическим веществом и содержат большое количество минеральных веществ.

Пористость (скважность) почв соответствует отношению суммарного объема пор или пустот к объему почвы и выражается в процентах. Пористость определяет такие свойства почв, как влагоемкость, фильтрацию, водоподъемную способность, аэрацию и др. Особо значение пористость имеет для орошаемых почв, обуславливая глубину и скорость просачивания поливной воды, капиллярный подъем грунтовых вод и процессы испарения. Величина пористости находится в корреляционной связи с гранулометрическим составом. Чем больше содержание тонких фракций, тем выше пористость. Структурные

почвы обладают значительной большей пористостью, по сравнению с бесструктурными. Супесчаные разновидности на массиве имеют пористость 41-45%, суглинистые – 48-52%.

Водопроницаемость почв – способность почв впитывать в себя воду. Процесс водопроницаемости имеет две фазы: фазу впитывания и фазу фильтрации. В первой фазе происходит последовательное заполнение водой свободных пор под влиянием сил тяжести, напора воды и менисковых сил, возникающих на границе смачивания. Скорость этого процесса сильно изменяется во времени. На второй фазе водопроницаемости (фильтрации) движение воды происходит в порах, заполненных водой, только под влиянием градиента напора, оно мало изменяется во времени. Скорость впитывания и фильтрации зависят от гранулометрического и химического состава, структуры, плотности, пористости, влажности.

На сероземах легкосуглинистых фаза впитывания продолжалась в первые три часа наблюдений, коэффициент фильтрации за это время снизился с 0,52 до 0,12 мм/мин. В течение дальнейших наблюдений (на фазе фильтрации) он практически оставался на одном уровне –0,09 – 0,11 мм/мин. Тогда как на сероземах супесчаных фаза впитывания продолжалась дольше, фактически 6-7 часов. И только к восьмому часу наблюдений коэффициент фильтрации стабилизировался на значении 0,17 мм/мин.

Следует отметить, что для исследуемой территории в течение поливного периода происходит постепенное снижение водопроницаемости, и концу поливного периода коэффициент фильтрации снижается в среднем на 20%, по сравнению с предполивным периодом. Это происходит вследствие слабой водопрочности и бесструктурности почв.

Согласно шкале оценке водопроницаемости почвогрунтов (по Долгову), основная часть земель объекта имеет, в основном, хорошую водопроницаемость.

Анализ результатов исследований водно-физических свойств покровных отложений на участке экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что по предварительным данным основные водно-физические свойства почв могут служить исходными данными для создания постоянно действующей модели.

3.5 Характеристика особенностей формирования гидрохимического режима подземных вод на участке экспериментальных исследований

Для целей мелиорации значительный интерес представляют верхние водоносные горизонты в отложениях неогена Илийской свиты и подземные воды в четвертичных отложениях, которые залегают близко к поверхности земли.

Основным источниками питания водоносного горизонта подземных вод являются инфильтрация поливных вод в период орошения и в меньшей степени - фильтрация атмосферных осадков. В виду того, что практически полив осуществляется по полосам и бороздам, то большая часть поливной воды (60-

75 %) расходуется на пополнение подземных вод.

Разгрузка водоносного горизонта происходит подземным стоком в Капшагайское водохранилище. Не исключено, что нижняя часть горизонта питает подземные воды неогеновых отложений.

Ниже четвертичных отложений залегают породы неогенового возраста, представленные плотными глинами с прослоями конгломератов и песчаников на глинисто-карбонатном цементе. Вода содержится в прослоях и линзах среди преобладающих глинистых отложений. В виду того, что подземная вода имеет спорадическое распространение, неогеновые осадки принимаются за региональный водоупор.

Уровенный режим грунтовых вод на орошаемых землях Шенгельдинского массива, тесно связан с режимом орошения, фильтрационными свойствами покровной толщи и зоны насыщения, естественной и искусственной дренированностью территории, а также, как показали наблюдения 2004-2017 годов[47,с.4-12] и с уровнем Капшагайского водохранилища, являющегося региональной областью разгрузки подземных вод. В условиях полупустынного климата и близкого залегания уровня грунтовых вод не менее важным фактором являются процессы испарения и транспирации.

До строительства ирригационной системы и освоения массива, здесь сохранялся относительно стабильный режим, при котором грунтовые воды залегали на глубинах от 2,2 до 6-8 м. После ввода орошаемых земель в эксплуатацию в течение 5-7 лет среднегодовые значения подъема уровней составляли 20 см в год и отмечался подъем уровней, который был тесно связан с ротацией сельхозкультур и техникой полива. К середине 90-х годов преобладание посевов лука потребовало значительного увеличения объемов воды, когда была почти полностью проигнорирована ротация сельхозкультур в структуре севооборотов. В результате, уровни грунтовых вод начали подниматься более интенсивно со скоростью 20-30 см в год и достигли 1,7 – 4,5 м от поверхности земли. В начале 2000-х годов, в связи с уменьшением посевов сельскохозяйственных культур и снижением забора воды на орошение, подъем уровней грунтовых вод прекратился и начался процесс спада уровней, но с неравномерным характером.

В последние годы происходят обратные процессы в гидродинамике подземных вод, обусловленные значительным повышением коэффициента использования земель, объемов водоподачи и разнообразием возделываемых сельскохозяйственных культур.

Таким образом, гидродинамическая обстановка в пределах изучаемого участка не является сложной: грунтовые воды движутся, в основном с северо-востока на юго-запад в сторону Капшагайского водохранилища, являющегося региональной областью разгрузки. (Рисунок 3.12).

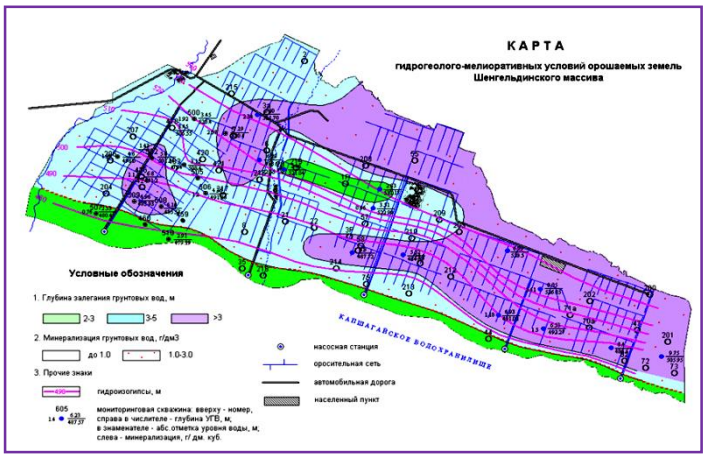


Рисунок 3.12 - Карта гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемых земель Шенгельдинского массива

Пространственные границы распространения преобладающих глубин залегания уровня грунтовых вод в вегетационные периоды и их динамика в многолетнем разрезе, использованы нами при определении возможности и перспективы применения субирригационного режима для полива сельскохозяйственных культур, которые четко прослеживаются на составленном графике(Рисунок 3.13).

Как отмечено в выводах раздела II и в подразделе 3.2 настоящей работы для натурных исследований условий и перспектив интегрированного использования подземных вод для орошения сельскохозяйственных культур аргументировано дано гидрогеологическое обоснование выбора репрезентативного участка, расположенного на инженерно-подготовленных орошаемых землях, обслуживаемых насосной станцией №2 с построенным закрытым дренажом.

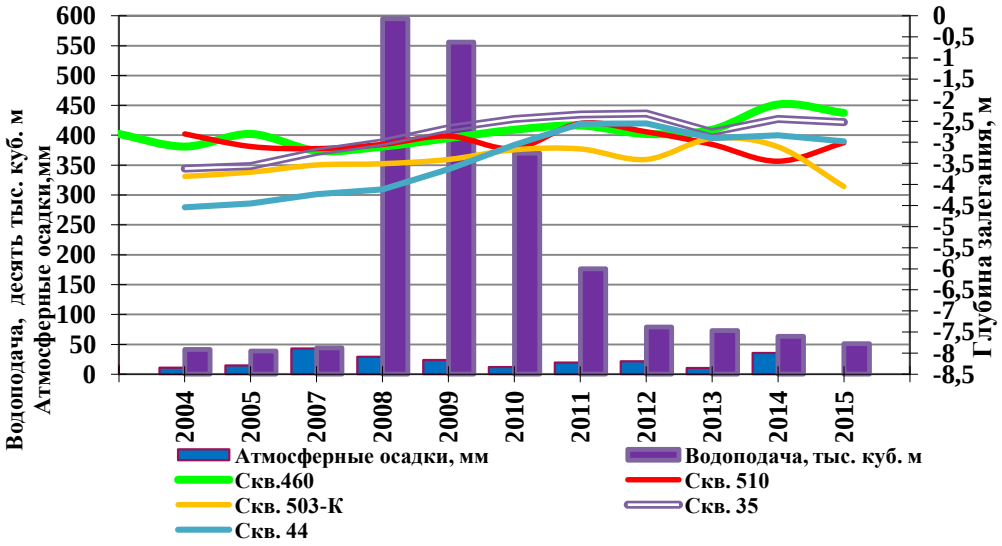


Рисунок 3.13 - Динамика средневзвешенных вегетационных значений уровня грунтовых вод, водоподачи и атмосферных осадков на Шенгельдинском массиве орошения за период с 2004 по 2015 годы

Детальное изучение уровенного и химического режима подземных вод верхнего безнапорного водоносного горизонта с учетом его подпора при рекомендованном режиме орошения и размещении сельскохозяйственных культур, осуществлялось по существующим и специально пробуренным на экспериментальном участке и оборудованным скважинам (рисунок 3.14.3,3.15).

Рисунок 3.14 - Замеры уровня грунтовых вод во временной наблюдательной скважине на эколого-мелиоративной площадке №2 в вегетационный период (25 июля 2017 года) при подпоре грунтовых вод и поливе посевов сои через борозду

Рисунок 3.15 - Замеры уровня грунтовых вод в мониторинговой скважине РГУ ЗГГМЦ в после вегетационный период (третья декада сентября)

Повсеместно в пределах репрезентативного участка под четвертичными отложениями несогласно залегают породы илийской свиты неогена, представленные плотными глинами, прослоями конгломератов и песчаников на глинисто-карбонатном цементе и являющиеся относительным региональным водоупором (рисунок 3.16).

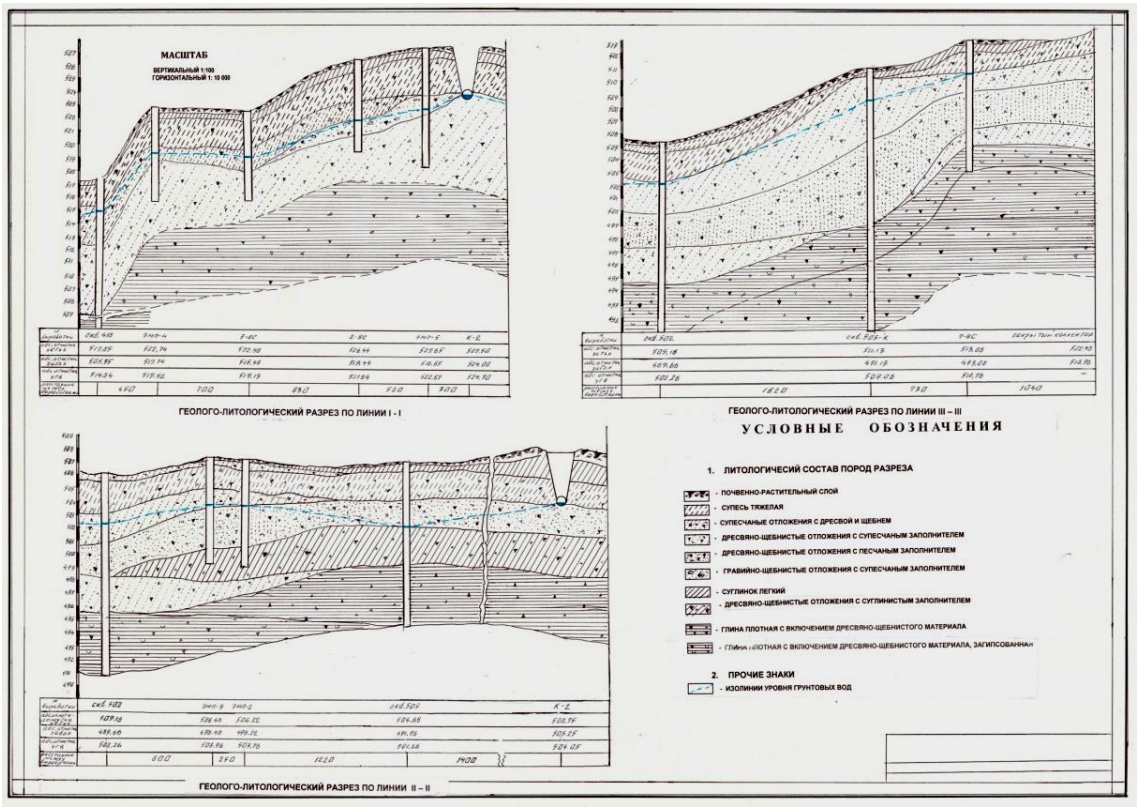
По результатам проведенных режимных наблюдений были построены карты гидроизогипс, глубин залегания уровня и минерализации грунтовых вод, используя инструментальные возможности программного комплекса Mapinfo, которые для учета влияния естественных водоразделов и повышения уровня детализации продублированы методом интерполяции.

Карты построены на начало (рисунок 3.17), середину вегетации (рисунок 3.18) и на дату практического завершения поливного периода (рисунок 3.19)

на временной отрезок решения будущей задачи идентификации модели с 15 апреля по 15 ноября 2017 года (180 дней).

До начала вегетационного периода и интенсивных поливов гидрогеолого-мелиоративные условия экспериментального участка характеризовались глубоким залеганием УГВ от 4 до 6м и даже до 8 м у восточной границы. Лишь в районе пруда – накопителя, расположенного в пониженном участке рельефа, и в юго-западной области модели, граничащей с побережьем Капшагайского водохранилища, на расстоянии до 2.5-3 км к северу от побережья, УГВ приближались к дневной поверхности до глубины 2.5-1.5м.

В середине вегетационного периода (15 июля 2017г) на общую картину потока грунтовых вод начинает накладываться влияние фильтрационных потерь поливных вод (рисунок 3.18). Относительно равномерный гидродинамический уклон потока начинает изменяться. Начинает проявляться влияние дрен в верхней части дренажной системы, на что указывает изменение направлений векторов потока на карте. Аномальные зоны, описанные выше, сохраняются.



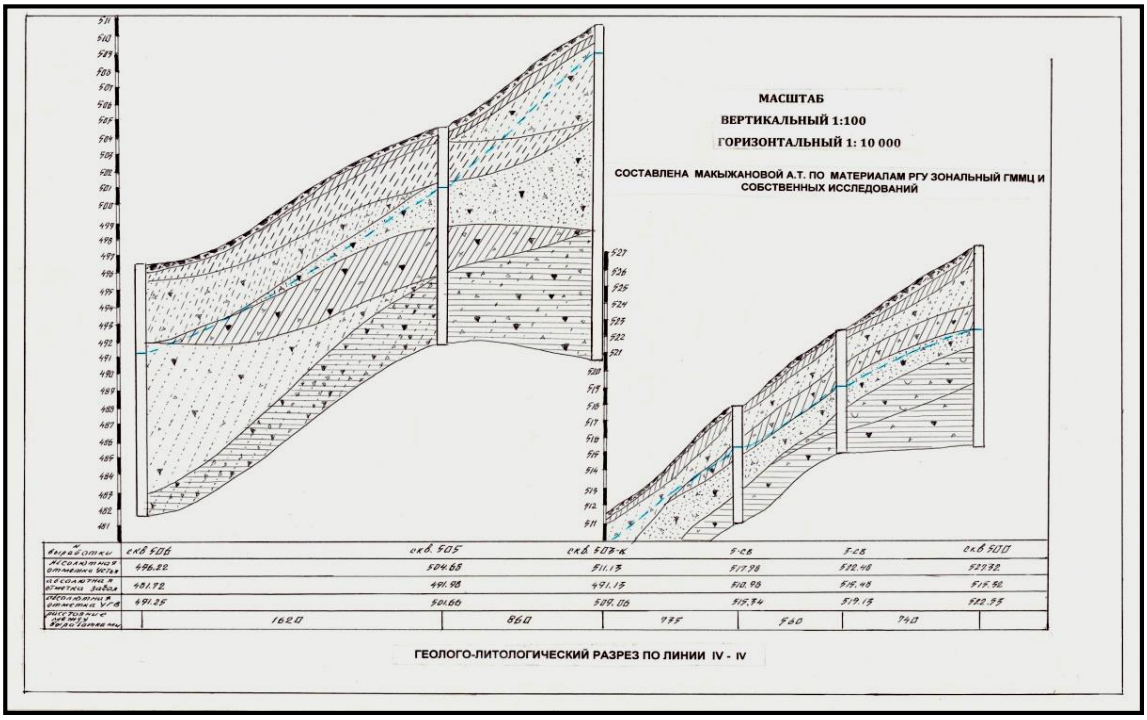


Рисунок 3.16 – Геолого-литологические разрезы покровных отложений и нерасчлененных средне и верхнечетвертичного возраста делювиально-пролювиальных пород водоносного горизонта

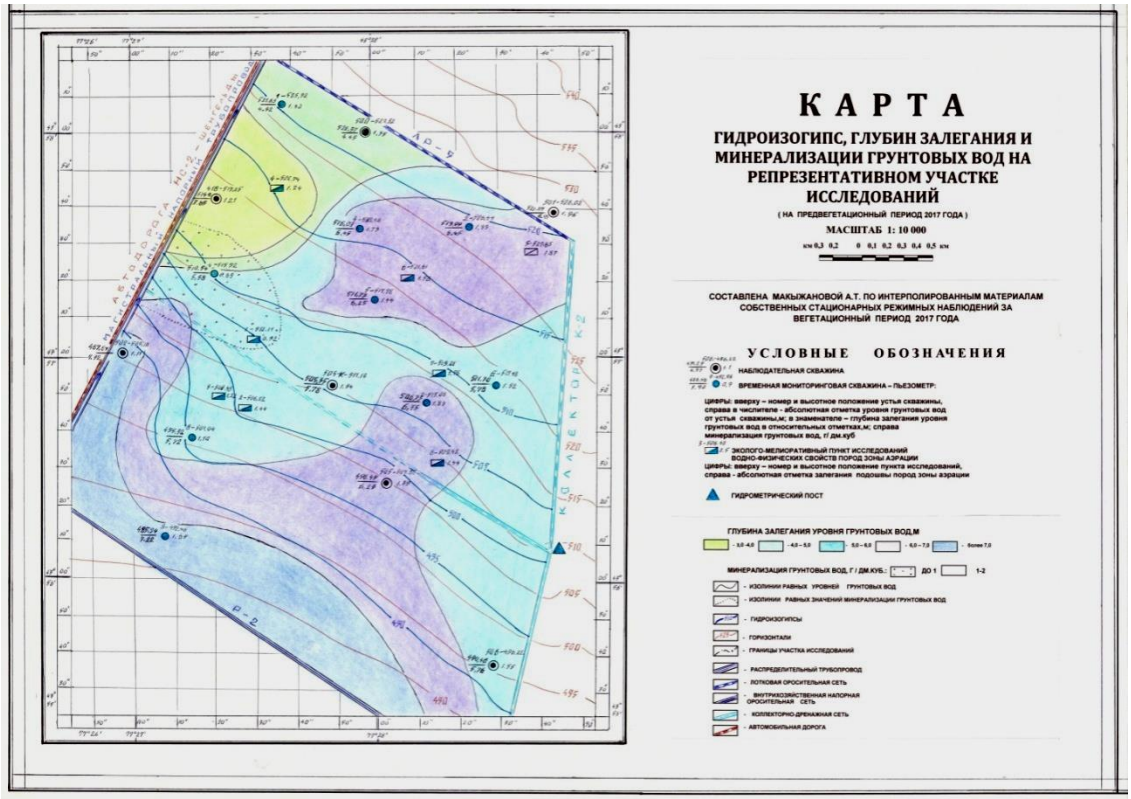


Рисунок 3.17 - Карта гидроизогипс, глубин залегания уровня и минера-

лизации грунтовых вод на репрезентативном участке исследований (на предполивной период 2017 года)

Глубина залегания УГВ к середине вегетационного периода существенно уменьшилась и составляла в среднем 3-5м от поверхности земли. При этом, подъем УГВ осуществлялся неравномерно в зависимости от интенсивности полива различных культур. Максимальный подъем УГВ отмечался на полях, засаженных сахарной свеклой и луком, где уровень подземных вод поднялся до глубины 2.5 - 3.5 м от поверхности земли.

По-прежнему, отмечается влияние инфильтрации поливных вод на грунтовые воды, что объясняется наличием некоторого временного запаздывания (лага) между временем подачи воды на полив и поступлением её на поверхность грунтовых вод. Отчетливо видно влияние дрен на направление потока грунтовых вод, в том числе и в южной части дренажной системы. Расположение аномальных зон концентрации потока остается прежним.

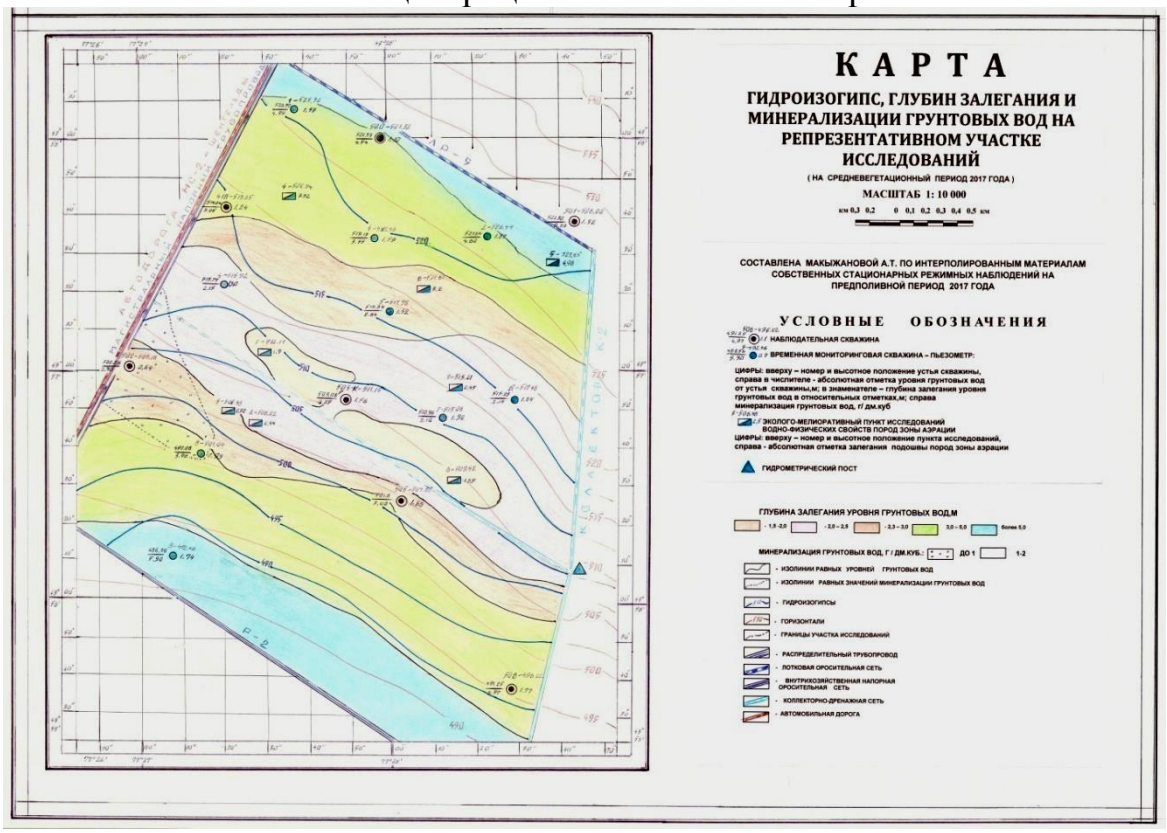


Рисунок 3.18 - Карта гидроизогипс, глубин залегания уровня и минерализации грунтовых вод на репрезентативном участке исследований (на середину вегетационного периода 2017 года)

В результате фильтрационных потерь оросительных вод к концу вегетационного периода на площади экспериментального участка, глубина залегания УГВ существенно уменьшилась и колебалась от 2 до 3.5-4.0м (рисунок 3.19). Лишь на северном участке восточной границы вдоль дренажного коллектора К-2 глубина УГВ составляла от 6 до 8 м. Минимальные глубины залегания УГВ от 1.5 до 3м отмечались на полях, где выращивалась сахарная

свекла, соя и многолетние травы.

Общее направление потока подземных вод совпадает с уклоном рельефа в юго-юго-западном направлении в сторону Капшагайского водохранилища. Однако, ирригация нарушает равномерность гидравлического уклона потока подземных вод, что четко проявляется в различные её периоды. В начале вегетационного периода (конец апреля –начало мая) величина гидравлического уклона практически не меняется, постепенно возрастая по мере приближения к побережью Капшагайского водохранилища.

Влияние дренажа не проявляется. Лишь в непосредственной близости от основного дренажного коллектора К-2 поток подземных вод направляется в его сторону.

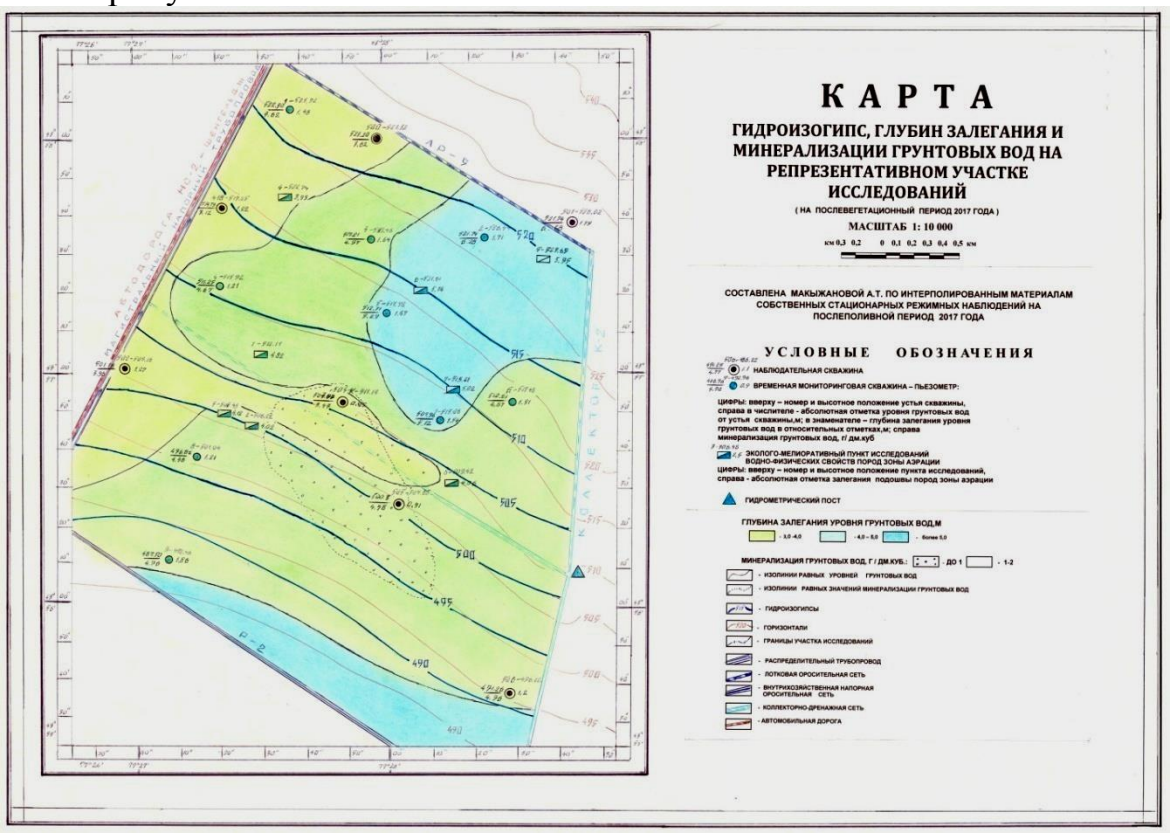


Рисунок 3.19 - Карта гидроизогипс, глубин залегания уровня и минерализации грунтовых вод на репрезентативном участке исследований (на послеполивной период 2017 года)

3.6 Результаты экспериментальных исследований

Для подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта, представленного нерасчлененными средне и верхнечетвертичного возраста делювиально-пролювиальными отложениями, характерен сложившийся за многие годы эксплуатации гидромелиоративных систем на Шенгельдинском массиве, типичный квазистационарный ирригационно-грунтовый режим, в том числе и на репрезентативном участке.

Формирование купола ирригационно-грунтовых вод в поливной период, когда более 60% ирригационных вод идет на пополнение запасов подземных вод и их естественный подъем с интенсивностью в зависимости от мощности

водоносного горизонта, фильтрационных свойств покровных отложений и водовмещающих пород, естественной и искусственной дренированности орошаемой территории, может быть использовано в качестве эффективного альтернативного источника для подпитки корневой системы таких сельскохозяйственных культур как соя, сахарная свекла и особенно кормовых культур, в частности люцерны.

Это было научно доказано и практически опробировано на опытных эколого-мелиоративных площадках экспериментального участка исследований, по согласованию с местными органами эксплуатации насосной станции №2, сельскохозяйственными производственными кооперативами, осуществляющими услуги по подаче воды в точки водовыдела и сельскими товаропроизводителями.

Здесь в середине вегетационного периода было частично перекрыто сопрягающее сооружение закрытого дренажа с открытым коллектором К-2, тем самым создав подпор грунтовых вод (рисунок 3.20).

Рисунок 3.20 – Фото автора – Осуществление контроля за техническим состоянием и режимом работы коллекторно-дренажной сети на устьевом сооружении коллектора К-2 до и после перекрытия

Предварительная оценка результатов натурных экспериментальных исследований для создания математической модели на Шенгельдинском массиве орошения в Алматинской области показала большую перспективу использования грунтовых вод как дополнительный источник орошения.

Так, на поле, занятом посевами сои (рисунок 3.21), отмечены следующие позитивные результаты:

- экономия поливной воды на один гектар составила порядка 22 % (при плановой оросительной норме для сои – 10526 м^3/га фактически израсходовано 8246 м ^{3}/ га) за счет перехода с 1 августа на поверхностный полив через борозду и с 5 по 10 сентября через две борозды, когда подъем УГВ достиг оптимальных отметок и создал условия для подпитки корневой системы сои. В пересчете на посевную площадь только одного поля, отведенную под сою, экономия составила 72960 м ^{3}/ га, которой можно было бы произвести полив дополнительно порядка 10 гектар;

-создание искусственной подпитки корневой системы сои слабоминерали-

зованными грунтовыми водами, обогащенными при вертикальной инфильтрации минеральными и другими полезными ингредиентами для роста сои, способствовали увеличению ее урожайности до 14,5 центнера с гектара или по сравнению с традиционным режимом орошения в 2015 году на 37%, в 2016 году – на 36% (рисунок 3.22).

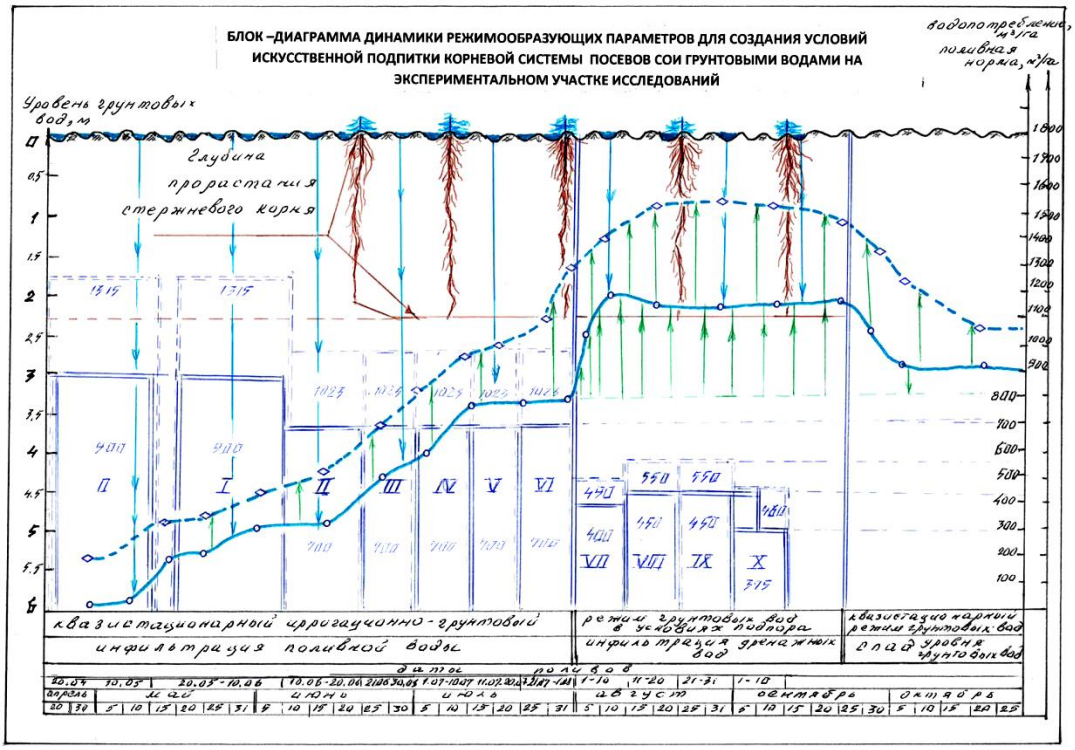


Рисунок 3.21- Блок-диаграмма режимообразующих параметров для создания условия искусственной подпитки корневой системы сои грунтовыми водами на экспериментальном участке

Рисунок 3.22 – Фото автора - Состояние посевов сои в 2016 году при бороздковом поливе (слева) и на репрезентативном участке в условиях дополнительной подпитки грунтовыми водами

На поле, занятом посевами сахарной свеклы (рисунок 3.23) получены следующие результаты эффективного применения субирригационного режима

подземных вод на репрезентативном участке:

- экономия поливной воды на один гектар составила порядка 18 % (при плановой оросительной норме для сахарной свеклы – 7456 м^3/га фактически израсходовано 6134 м ^{3}/ га) за счет перехода с 1 августа на поверхностный полив через борозду и с 5 по 10 сентября через две борозды, когда подъем УГВ достиг оптимальных отметок и создал условия для подпитки корневой системы сои. В пересчете на посевную площадь только одного поля, отведенную под сою, экономия составила 47592 м ^{3}/ га, которой можно было бы произвести полив дополнительно порядка 6,5 гектара;

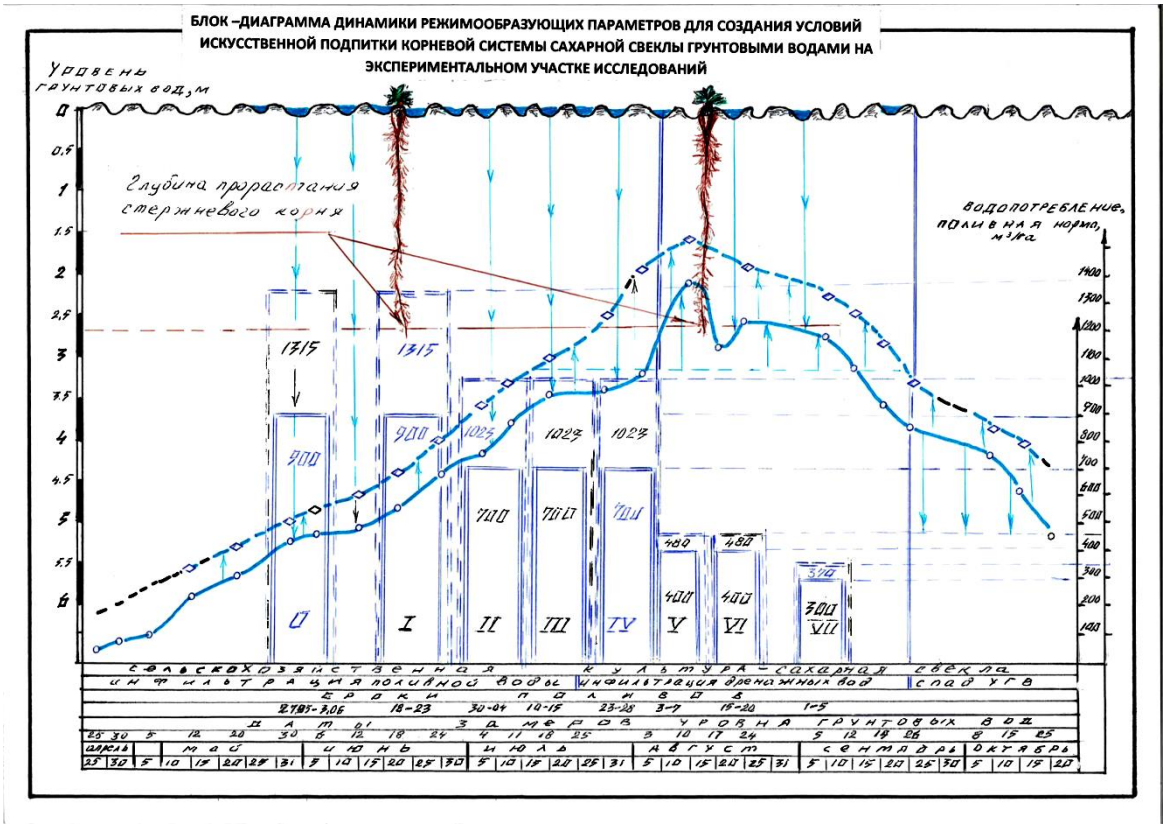


Рисунок 3.23-Блок-диаграмма режимообразующих параметров для создания условия искусственной подпитки корневой системы сахарной свеклы грунтовыми водами на экспериментальном участке

-создание искусственной подпитки корневой системы сахарной свеклы слабоминерализованными грунтовыми водами, обогащенными при вертикальной инфильтрации минеральными и другими полезными ингредиентами для роста сахарной свеклы , способствовали увеличению ее урожайности до 314,5 центнера с гектара или по сравнению с традиционным режимом орошения в 2015 году на 12%, в 2016 году – на 14%.

3.7 Организация и проведение почвенно-мелиоративного мониторинга покровных отложений на экспериментальном участке по завершении опытных исследований

Засоление почв – очень динамичный показатель и зависит от многих

факторов, таких как ирригационные, климатические, гидрологические, гидрогеологические и др. Запасы солей в профиле почв, качественный состав солей, площади засоленных земель могут меняться как по годам, так и в течение одного сезона.

Масштаб почвенно-солевой съемки зависит от их целевого назначения, размеров обследуемых площадей, степени неоднородности и комплексности почвенного покрова [37, с.2-12;48, с.3-52;49, с.13-28].

По материалам рекогносцировочных маршрутов было определено количество и густота почвенных выработок на участке исследований.

Каждый выделенный контур на карте засоленности должен быть охарактеризован выработкой, но в случае большого количества однотипных мелких контуров, допускается их выборочная характеристика с экстраполяцией полученных результатов на другие контура. По сложности почвенного покрова массив относится к 1- ой категории – с однородным почвенным покровом, где почвенные комплексы занимают менее 15% площади, а площадь засоленных и заболоченных земель составляет менее 5%.

Поэтому, с учетом вышеизложенного, почвенно-солевая съемка выполнена в масштабе 1:10000, а в процессе выполнения полевых работ было заложено 25 почвенных выработок. Отбор проб производился с глубин 0-10см, 10-30см и 30-50, местами 50-100см (рисунок 3.24).

Рисунок 3.24- Выделение генетических типов почв в шурфе (слева), привязка точек и отбор проб грунтов на химический анализ (справа)

По результатам почвенно-мелиоративных работ с использованием результатов обследований прошлых лет была составлена карта засоления мелкоземистого слоя 0-100см почв (рисунок 3.25).

На участке преобладают незасоленные и двумя небольшими контурами слабозасоленные почвы на общей площади 42га (6,1% от общей площади съемки).

По сравнению с результатами последней почвенно-солевой съемки, выполненной на массиве в многолетнем разрезе, общая площадь засоленных земель практически не изменилась, но сохранились тенденции в изменении солевого режима.

На землях, которые интенсивно используются под выращивание сельхозкультур, происходит сокращение запасов солей в профиле, особенно в

верхних горизонтах.

Среди типов химизма засоления на массиве преобладают сульфатный и хлоридно-сульфатный по анионам и кальциево-натриевый по катионам. Во всех горизонтах среди анионов преобладает сульфат-ион, среди катионов – кальций.

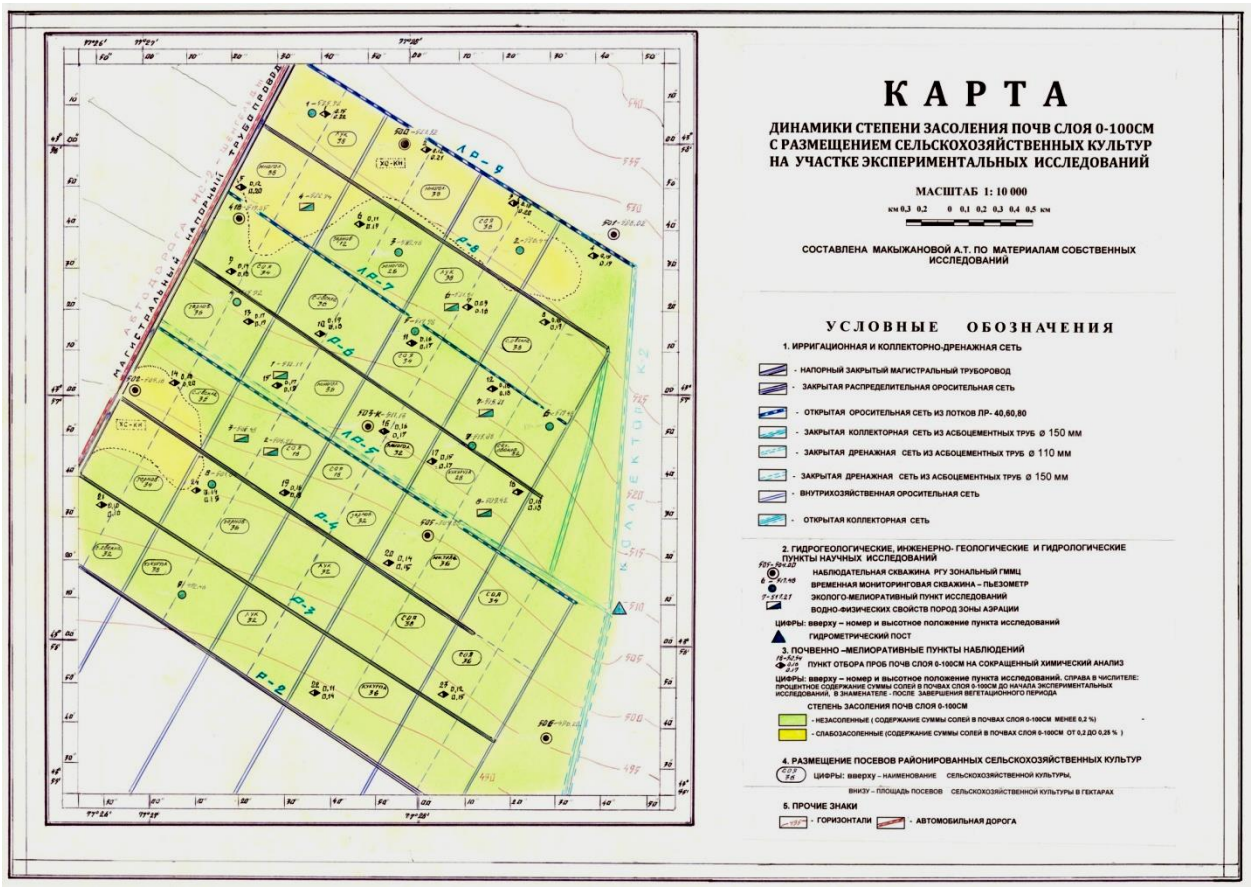


Рисунок 3.25- Карта динамики степени засоления почв слоя 0-100см с размещением сельскохозяйственных культур на участке экспериментальных исследований

Выводы по разделу 3

Для натурных исследований условий и перспектив интегрированного использования подземных вод для орошения сельскохозяйственных культур в выводах раздела II аргументировано дано гидрогеологическое обоснование выбора репрезентативного участка, расположенного на инженерно-подготовленных орошаемых землях, обслуживаемых насосной станцией №2.

Для детального изучения гидродинамических и водно-балансовых характеристик подземных вод верхнего безнапорного водоносного горизонта с учетом основных гидрогеолого-мелиоративных условий участка исследований при сложившемся в 2017 году режиме орошения и размещении сельскохозяйственных культур, потребовалось создание оптимальной сети наблюдательных скважин.

Наблюдения за уровнем воды в скважинах РГУ ЗГГМЦ проводились с ян-

варя по апрель и с сентября по декабрь - ежемесячно, а с мая по август - ежедекадно; во временных скважинах и скважинах -пьезометрах: в апреле - в первую и третью декады, в мае и октябре - ежедекадно и с июня по сентябрь - четыре раза в месяц.

Отбор проб воды на стандартный анализ осуществлялся в мае, в августе и октябре –месяцах, т.е в начале, ближе к концу вегетации и в период открытия заслонки на коллекторе К-2 для изучения гидрохимического режима подземных вод в зависимости от условий орошения.

Сокращенные химические анализы грунтовых вод выполнялись в комплексной аккредитованной лаборатории РГУ ЗГГМЦ.

Учитывая важность определения основных гидрогеологических параметров грунтового водоносного горизонта (коэффициентов фильтрации, водопроводимости, уровнепроводности, водоотдачи, приведенного радиуса влияния), оценки взаимосвязи подземных и поверхностных вод, возможного взаимодействия смежных водоносных горизонтов, опытные откачки были проведены во всех одиночных наблюдательных скважинах, совершенных по вскрытию водоносного горизонта в большинстве своем с незатопленным фильтром.

Натурные опытные исследования фильтрационных свойств покровных отложений на экспериментальном участке проводились по генетическим горизонтам, представленных на эколого-мелиоративных площадках. В процессе полевых, камеральных и лабораторных исследований были определены следующие показатели водно-физических свойств почв: гранулометрический состав почв по Качинскому, естественная влажность, предельная полевая влагоемкость (ППВ), удельный вес, плотность почв по генетическим горизонтам, пористость, запас влаги при ППВ и естественной влажности, расчетная поливная норма, коэффициент фильтрации.

Анализ результатов исследований водно-физических свойств покровных отложений на участке экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что они могут служить исходными данными для создания постоянно действующей модели.

По результатам проведенных режимных наблюдений были построены карты гидроизогипс, глубин залегания уровня и минерализации грунтовых вод, используя инструментальные возможности программного комплекса Mapinfo, которые для учета влияния естественных водоразделов и повышения уровня детализации продублированы методом интерполяции.

Формирование купола ирригационно-грунтовых вод в поливной период, когда более 60% ирригационных вод идет на пополнение запасов подземных вод и их естественный подъем с интенсивностью в зависимости от мощности водоносного горизонта, фильтрационных свойств покровных отложений и водовмещающих пород, естественной и искусственной дренированности орошаемой территории, может быть использовано в качестве эффективного альтернативного источника для подпитки корневой системы таких сельскохозяйственных культур как соя, сахарная свекла и особенно кормовых культур, в частности люцерны.

Это было научно доказано и практически опробировано на опытных эколого-мелиоративных площадках экспериментального участка исследований.

В результате натурных экспериментальных исследований получена достоверная и полная информация исходных данных, использованных как основа для создания математической модели:

1) карты фактического материала, карты гидроизогипс и отметок подошвы водоносного горизонта четвертичных делювиально-пролювиальных отложений и карты размещения сельхозкультур в 2017 году;

2) литолого-технические разрезы картировочных и режимных скважин, расположенных в границах участка;

3) данные по значениям коэффициента фильтрации, водоотдачи и пористости водоносного горизонтов, полученных по результатам опытно-фильтрационных работ, выполненных в разное время на участке;

4) данные режимных наблюдений за уровнем подземных вод по сети наблюдательных скважин за период с апреля по ноябрь 2017 года;

5) информация по режиму орошения сельскохозяйственных культур и расчеты водно-солевого баланса за 2017 г;

6) гидрограф отметок уровня воды в Капшагайском водохранилище за 2016-2017 годы;

7) данные по системе подземного дренажа на экспериментальном участке.

4 ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ НА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОМ УЧАСТКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА Visual MODFLOW

4.1Основные цели и задачи моделирования

Основной целью моделирования с использованием программного комплекса "Visual MODFLOW Pro" являлось уточнение гидродинамических и водно-балансовых характеристик экспериментального участка при сложившихся в 2017 году условиях орошения и размещения сельскохозяйственных культур, а также прогноз возможных их изменений при повторном использовании дренажного стока из существующей системы подземного дренажа [50,с.178-183;51,с.119-130;52,с.1-12;53,с.1-16;54,с.283-287; 55,с.55-61].

В процессе моделирования решались следующие задачи:

1) создание и калибровка численной модели фильтрации подземных вод верхнего безнапорного водоносного горизонта с учетом основных гидрогеолого-мелиоративных условий участка исследований;

2) оценка изменения балансовых составляющих потока подземных вод в течение вегетационного периода 2017;

3) прогнозная оценка изменений глубины залегания уровня грунтовых вод, а также балансовых составляющих потока подземных вод, в условиях дополнительного использования дренажного стока, относительно существующего положения.

Модель гидрогеологических условий экспериментального участка создавалась на основании исходных данных, включающих в себя:

1) Карты фактического материала, карт гидроизогипс и отметок подошвы водоносного горизонта четвертичных делювиально-пролювиальных отложений и карты размещения сельхозкультур в 2017 году;

2) Литолого-технических разрезов картировочных и режимных скважин, расположенных в границах участка;

3) Данных по значениям коэффициента фильтрации, водоотдачи и пористости водоносного горизонтов, полученных по результатам опытно-фильтрационных работ, выполненных в разное время на участке;

4) Данных режимных наблюдений за уровнем подземных вод по сети наблюдательных скважин за период с апреля по ноябрь 2017 года;

5) Информации по режиму орошения сельскохозяйственных культур и расчеты водно-солевого баланса за 2017 г;

6) Гидрографа отметок уровня воды в Капчагайском водохранилище за 2016-2017 годы;

7) Данных по системе подземного дренажа на экспериментальном участке.

4.2 Геофильтрационная схематизация области фильтрации

Фильтрационная схема модели включает один водоносный горизонт (модельный слой). Водоносный слой модели представляет собой четвертичные делювиально-пролювиальными отложения. Верхняя часть разреза преимущественно супеси и легкие суглинки с включением щебня, преобладающей мощностью от 0,5 до 1,0 м, реже до 2 м. Нижняя часть разреза четвертичных отложений представлена дресвяно-гравийно-щебенистыми грунтами с песчано-супесчаным заполнителем, мощностью от 3 до 8 м. Общая мощность четвертичных отложений колеблется от 3 до 11 м, увеличиваясь к югу в сторону Капчагайского водохранилища.

Нижняя граница (подошва) модели проходит по кровле несогласно залегающих отложений Илийской свиты неогена, представленных плотными глинами, прослоями конгломератов и песчаников на глинисто-карбонатном цементе и являющихся региональным относительным водоупором.

Геофильтрационная компьютерная модель экспериментального участка была создана в пределах следующих границах (рисунок 4.1). Западная граница модели проходит вдоль магистрального напорного трубопровода от побережья Капчагайского водохранилища на юге до лоткового распределителя (ЛР9) на севере. Северная граница модели экспериментального участка проходит вдоль Шенгельдинского массива орошения ЛР9 до дренажного коллектора К-2 на востоке.

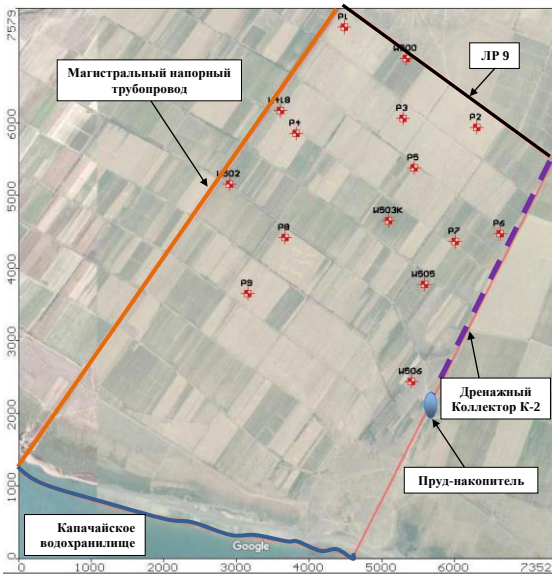


Рисунок 4.1-Границы модели экспериментального участка

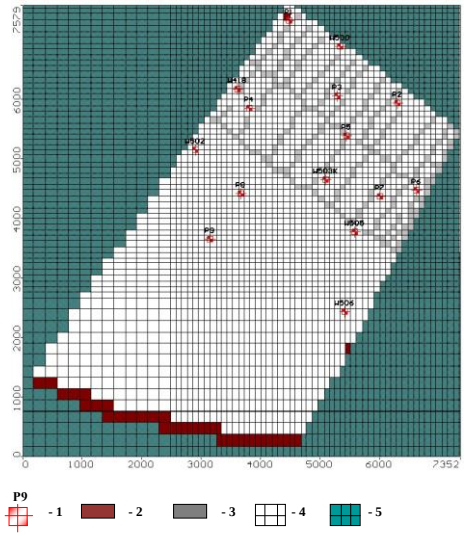
Восточная граница модели протягивается с севера вдоль дренажного коллектора К-2, пруда-накопителя и далее до побережья Капчагайского водохранилища. Южная граница модели проходит по линии уреза воды в водохранилище. Таким образом, в модели была заложена возможность учета влияния уровней воды в Капчагайском водохранилище на подземные воды.

Область модели была разбита на прямоугольную сетку размерностью 65

на 68 вычислительных блоков и составляла в сумме 4420 вычислительных блоков. Шаги сетки по осям неравномерные и изменяются от 189 до 96 м по оси X и от 183 до 95 м по оси Y (Рисунок4.2). Таким образом, максимальная площадь вычислительного блока составляла 3.5 га, а минимальная – 0.9 га. Минимальный шаг вычислительной сетки задавался на площади самого экспериментального участка, где требовалось получение детальной информации, а максимальный шаг сетки задавался в южной области модели за пределами экспериментального участка.

В качестве граничных условий на модели были заданы:

- расход потока грунтовых вод водоносного горизонта поступающего в модель через северную границу, как площадное питание в граничных блоках модели;
- существующая сеть подземного дренажа;
- фильтрация поливных вод при орошении, как площадное питание;
- эвапотранспирация;
- уровень воды в Капшагайском водохранилище.
- жидкие атмосферные осадки в период с апреля по ноябрь месяц 2017г.



Условные обозначения: 1 – Наблюдательная скважина. Вверху – имя наблюдательной скважины: W-наблюдательная скважина РГУ ГГМЦ; Р – временная мониторинговая скважина – пьезометр; 2 – блок задания граничных условий первого рода (ГУ-I); 3 – блок задания граничного условия 3-го рода – дрена (ГУ-III - Drainage); 4 – сеточная разбивка модели на вычислительные блоки; 5 – неактивные (не вычисляемые) блоки модели, находящиеся за пределами внешних границ экспериментального участка

Рисунок 4.2 - Схематизация области моделирования гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка с разбивкой на вычислительные блоки

Расход потока, поступающий в модель через северную границу (по линии лоткового распределителя ЛР 9), рассчитывался в соответствии с гидродинамическим градиентом потока, шириной фронта, мощностью горизонта и значениями коэффициента фильтрации отложений. Значение суммарного расхода

по границе составил 208.6 тыс. м3/год или, с учетом общего количества вычислительных блоков по фронту потока и их площади, составил 772 мм/год площадного питания. Это значение питания было принято постоянным для всего временного периода расчетов на модели.

Подземный дренаж схематизировался путем задания на модель граничных условий III рода (Drainage), в соответствии с требованиями программного комплекса "Visual MODFLOW Pro". Данные граничные условия имитировали разгрузку подземных вод в дренажную трубу (коллектор). Расход воды поступающей в дрену рассчитывался программой в зависимости от разности отметок уровня грунтовых вод (УГВ) над дреной и глубиной её заложения. При снижении УГВ ниже глубины заложения дрены расход воды, поступающий в дрену, равен нулю – условие сухой дрены. Фильтрационное сопротивление поступлению воды в дрену рассчитывалось программой в зависимости от коэффициента фильтрации отложений вокруг дрены, а также от её диаметра и геометрических размеров блока, имитирующего данное граничное условие. Координаты расчетных блоков модели, при задании граничных условий III рода (Drainage), соответствовали местоположению существующих дренажных труб на экспериментальном участке.

Атмосферные осадки задавались на модель как распределенное по площади питание, поступающее на УГВ. Учитывая существенную глубину залегания УГВ на участке и высокие температуры в летний период, величина площадного питания задавалось в размере 10% от суммарного месячного слоя, выпавших атмосферных осадков.

Фильтрация поливных вод при орошении, соответствующая виду выращиваемых культур (соя, сахарная свекла, лук, многолетние травы, кукуруза и зерновые), также задавалась в виде распределенного питания по площади участков, отведенных под данные с/х культуры, в период орошения с апреля по октябрь месяц, в соответствии с поливными нормами. Начальные значения питания водоносного горизонта задавались в размере 20% от поливной нормы и затем корректировались в процессе калибрации модели.

Эвапотранспирация на модели задавалась по всей площади модели в виде граничного условия (ET) в соответствии с требованиями программного комплекса "Visual MODFLOW Pro". Граничное условие "эвапотранспирация" учитывает связь между количеством воды, расходуемой на эвапотранспирацию, и глубиной залегания уровня грунтовых вод от поверхности земли в виде прямолинейной зависимости. Расход воды на эвапотранспирацию рассчитывался автоматически программным комплексом на каждый временной шаг в зависимости от глубины залегания УГВ. Максимальный расход воды на эвапотранспирацию рассчитывался при условии подъема УГВ на дневную поверхность и соответствовал величине испаряемости с водной поверхности. При снижении УГВ расход воды на эвапотранспирацию сокращался в прямолинейной зависимости от глубины залегания УГВ и при достижении критической глубины залегания УГВ, расход воды на эвапотранспирацию составлял нулевое значение. Значение критической глубины залегания УГВ ($h_{кр}$) было задано равным

1.5 м от поверхности земли и соответствовало преобладающему литологическому составу зоны аэрации. Значения испаряемости задавались средними по месяцам за 2017 год с апреля по ноябрь месяц, в мм/год, и варьировало от 138 мм/год для ноября месяца до 1836 мм/год в августе.

Учитывая тесную гидравлическую связь между уровнем воды в Капшагайском водохранилище и УГВ водоносного горизонта, южная граница модели схематизировалась в виде границы с переменным во времени напором, как граничное условие 1-го рода (ГУ- I). Отметки напора на границе соответствовали среднемесячным отметкам уровня воды в водохранилище. Пруд – накопитель также задавался как граничное условие 1-го рода с постоянным напором, соответствующим среднегодовой отметке уровня воды в пруде.

Временной шаг на модели задавался в сутках. Начало модельных расчетов (0 суток) соответствовал 25 апрелю 2017 г. - началу вегетационного периода и началу наблюдений. Конечное время модельного расчета составляло 3650 суток (10 лет). Это даст возможность для дальнейшего использования модели в будущем. Промежуточные временные шаги задаются программой автоматически в зависимости от времени изменения граничных условий и периодов наблюдений (стресс - периоды).

4.3 Создание компьютерной модели процесса геофильтрации на экспериментальном участке

4.3.1 Математическое представление модели

Математическая модель геофильтрации (движения подземных вод) описывается дифференциальным уравнением в частных производных, для безнапорного режима геофильтрации, в соответствии с геофильтрационной схематизацией гидрогеологических условий экспериментального участка.

Для безнапорного водоносного горизонта математическая модель описывается следующим уравнением:

$$\partial/\partial x[Kx(Hx-\eta x)(\partial H/\partial x)] + \partial/\partial y[Ky(Hy-\eta y)(\partial H/\partial y)] \pm W = Sy(\partial H/\partial t), \qquad (1)$$

где: Kx, Ky, - коэффициенты фильтрации по направлениям осей координат модели X и Y, соответственно;

H – напор подземных вод в соответствующих водоносных горизонтах в абсолютных отметках;

ηx, ηy – абсолютные отметки подошвы водоносного горизонта в направлении осей координат модели X и Y, соответственно;

W – представляет собой расходы воды, поступающей в/или отбираемой из водоносного горизонта, за счет дождей, орошения и эвапотранспирации;

Sy – гравитационная водоотдача безнапорного водоносного горизонта;

t - время

Уравнение (1) совместно с соответствующими граничными условиями, описанными выше, и начальными условиями по распределению абсолютных

отметок уровней подземных вод по состоянию 25 апреля 2017 г, представляет собой математическую модель процесса геофильтрации экспериментального участка. Для представления пространственной изменчивости (аппроксимации по площади) гидрогеологический условий экспериментального участка, его площадь разбивалась прямоугольной сеткой с неравномерным шагом на вычислительные блоки. Каждый блок представлял собой точку в центре данного блока с соответствующими фильтрационными, емкостными свойствами и уровнями (напорами) подземных вод. На основании данного математического представления процесса геофильтрации была создана вычислительная (компьютерная) модель гидрогеологических условий экспериментального участка на базе программного комплекса "Visual MODFLOW Pro".

4.3.2 Ввод исходных данных и компьютерное представление модели геофильтрации гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка

В соответствии с принятой схематизацией, компьютерная модель состоит из одного горизонтального слоя, представляющего собой безнапорный водоносный горизонт (слой 1). Нижняя граница модели проходит по кровле плотных глин и принята в качестве водонепроницаемой границы. Прямоугольная область модели имеет размерность 7355м по оси X и 7560м по оси Y. Начало координат модели расположено в нижнем левом углу прямоугольной области и соответствует точке, с географическими координатами 43,919734 N и 77,411448E (координаты в системе Google Map). Ось Y модели ориентирована на север. Реальная конфигурация области геофильтрации по площади выделена путем задания не активных блоков за пределами её внешних границ. Временной период вычислений на модели составляет 3650 суток или 10 лет.

Значения коэффициентов фильтрации (Кф) и водоотдачи задавались по зонам, в пределах которых из значения были равными по всем направлениям пространственных координат по горизонтали, а также как и по вертикали. Тем самым было реализовано гомогенное (однородное) представление фильтрационных и емкостных параметров внутри каждого вычислительного блока.

На рисунке 4.3 представлена карта коэффициентов фильтрации после задания в модель и их корректировки на этапе калибровки модели. Окошко в верхнем левом углу рисунка 4.3 представляет собой базу данных модели с указанием значений Кф по направлениям осей координат, а цвет соответствует выделенной зоне.

Ввод данных режимных наблюдений за уровнями подземных вод на экспериментальном участке осуществлялся с целью их использования для калибрации и идентификации созданной модели.

На участке, в пределах границы модели, расположено 15 наблюдательных скважин: W418, W500, W503K, W505, W506, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9.

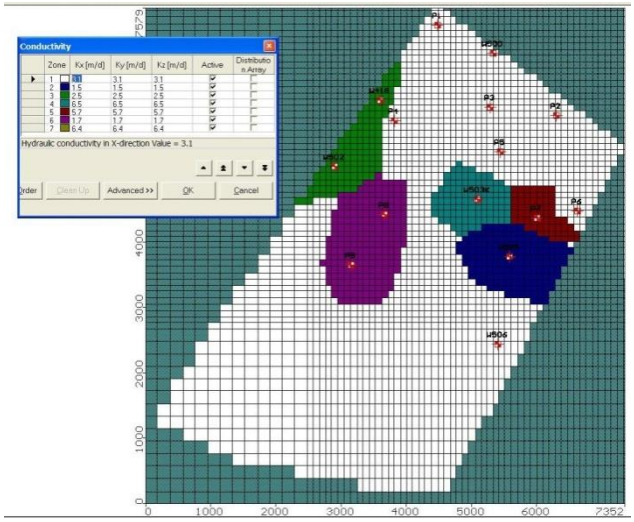


Рисунок 4.3-Карта коэффициентов фильтрации, заданная в модель

Для ввода на модель использовались данные по значениям уровней подземных вод в абсолютных отметках за период с 25 апреля по ноябрь 2017 года. По времени, эти значения задавались на среднюю дату каждого периода замера. Например, замер УГВ, произведенный в 1-ой декаде июня, задавался в модель на время, соответствующее 5 июня. Пример данных режимных наблюдений за уровнями подземных вод для наблюдательной скважины Р8, заданных на модели, показан на рисунке 4.4.

Граничные условия 1-го рода задавались по береговой линии Капшагайского водохранилища и моделировали колебания уровня воды в водохранилище. Рисунок 4.5 демонстрирует окно задания граничного условия 1-го рода на модели.

Система подпочвенного дренажа имитировалась заданием в модель граничных условий 3-го рода – дрена в виде линейных границ, отражающих расположение дренажных труб на участке, и представлялись в виде последовательно расположенных блоков модели. При задании линейной границы задавались начальные и конечные отметки глубины заложения конкретной дрены. Промежуточные отметки по линии границы рассчитывались программой, как линейный градиент. Значение водопроводимости у поверхности дрены рассчитывалось также программой по значению Кф, прилегающего к дрене грунта, площади блока и диаметра дренажной трубы.

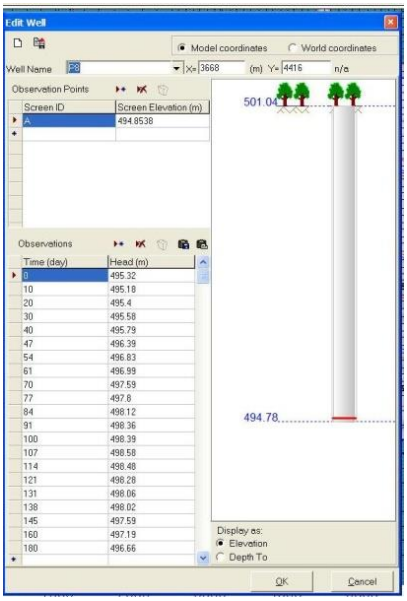


Рис. 4.4- Наблюдательная скважина Р8. Окно модели, показывающее данные режимных наблюдений, интервал установки фильтра (в данном случае скважина без фильтра), имя и координаты расположения скважины в модели

Площадное питание подземных вод за счет орошения и жидких осадков задавалось в верхний слой модели по зонам, учитывающим размещение посевов с/х культур. При задании питания за счет инфильтрации атмосферных осадков в летнее время в качестве исходных данных принималось 10 % от их суммы за месяц.

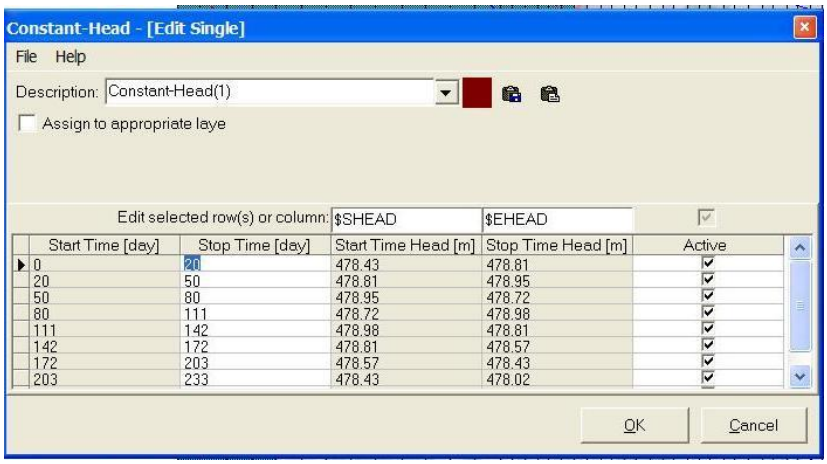


Рисунок 4.5- Задание граничных условий 1-го рода по береговой линии Капшагайского водохранилища

Пример окна задания граничного условия 3-го рода – дрена в модель демонстрируется на рисунке 4.6.

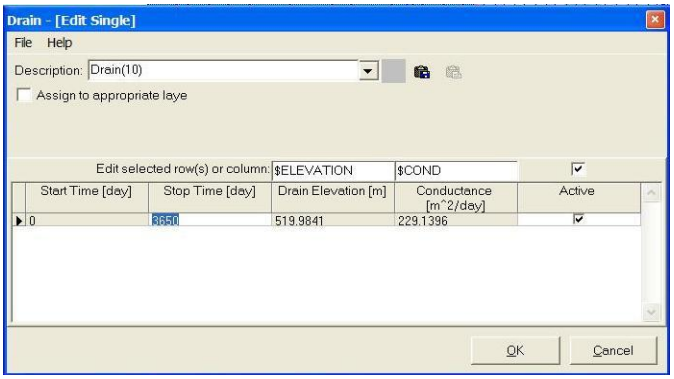


Рисунок 4.6- Окно задания граничного условия 3-го рода – дрена в модели

На площади посевов сельскохозяйственных культур в период орошения (в качестве исходного значения) учитывалось дополнительное питание подземных вод за счет фильтрации поливных вод в количестве 20% от поливной нормы. На северной границе модели, в величине суммарного площадного питания, учитывался также приток подземных вод в модель через границу. Величина суммарного площадного питания в дальнейшем корректировалось на этапе калибрации и идентификации модели. Распределение зон с различным режимом питания подземных вод за счет атмосферных осадков и орошения, полученное по результатам решения задачи калибрации и идентификации модели, показано на рисунке 4.7.

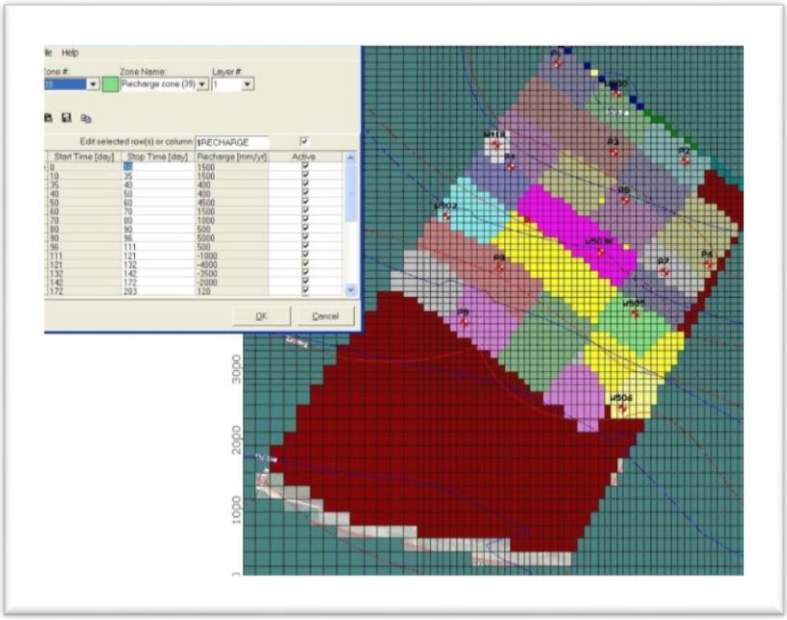


Рисунок 4.7- Задание площадного питания в модели по результатам идентификации. Окно вверху, слева – пример задания площадного питания по зоне 39 – поле засеянное многолетними травами в районе расположения наблюдательной скважины W505. Цвет зоны на карте соответствует её номеру

4.3.3 Идентификация и калибровка геофильтрационной модели гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка

На данном этапе моделирования осуществлялся комплексный подбор фильтрационных параметров и элементов водного баланса водоносных горизонтов, обеспечивающих совпадение динамики уровней подземных вод (замеренных на участке и рассчитанных на модели) в пределах заданной точности.

Учитывалось также совпадение элементов водного баланса (полученных по данным полевых измерений и рассчитанных на модели) в пределах их гидрогеологической достоверности. Для оценки точности калибровки модели использовались данные режимных наблюдений за уровнями подземных вод по 15-ти наблюдательным скважинам, расположенным на экспериментальном участке. Точность совпадения замеренных по скважинам уровней и рассчитанных на модели не должна была превышать 0,5м, что обусловлено детальностью схематизации литологического разреза и точностью пространственной дискретизации. Принимая во внимание, что амплитуда колебания УГВ в наблюдательных скважинах достигала 4м, заявленная точность решения не должна была превышать 12,5%. Временной отрезок решения задачи идентификации модели охватывал период с 15 апреля по 15 ноября 2017 года (180 дней) для которых имелись данные замеров уровней подземных вод на участке.

На первом этапе решения задачи идентификации осуществлялась проверка чувствительности модели на изменение различных параметров.

Было получено, что изменение значений коэффициентов фильтрации и емкостных параметров в пределах 1-го порядка практически не влияет на уровни подземных вод, рассчитываемые на модели. В то же время, изменение площадного питания оказывало существенное влияние на подземные воды, что подтверждает гидрогеологическое представление о формировании ирригационного режима подземных вод на массиве.

Таким образом, основным параметром, который подбирался при решении задачи калибрации и идентификации модели, являлось суммарное питание подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и орошения.

Результаты решения задачи калибровки модели показаны на рисунке 4.8.

На нем отражено сопоставление между средними значениями уровней подземных вод, замеренных по скважинам и рассчитанным на модели, а также статистическая оценка результатов сопоставления. Среднее отклонение составило 0,083 м, абсолютное среднее отклонение – 0,21 м, стандартная ошибка равна 0,06 м и стандартная квадратичная ошибка была равна 0,255 м.

Коэффициент корреляции между замеренными и модельными уровнями подземных вод составил 1,0.

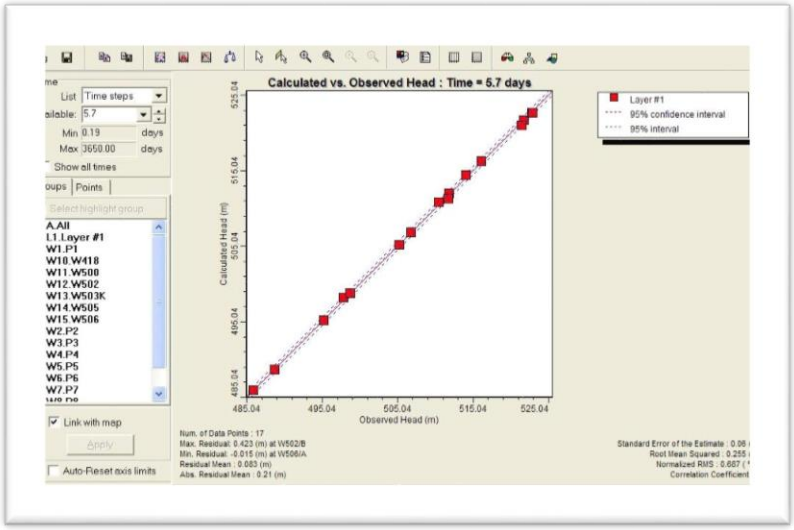
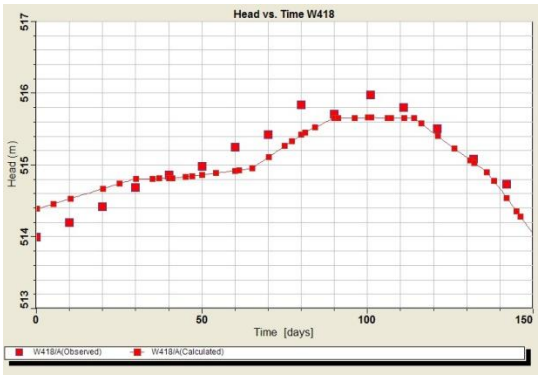


Рисунок 4.8 - Сопоставление замеренных и полученных на модели уровней подземных вод

Сопоставление динамики изменений уровней грунтовых вод (УГВ) по данным замеров в наблюдательных скважинах и полученной на модели, показаны на рисунках 4.9 - 4.23.



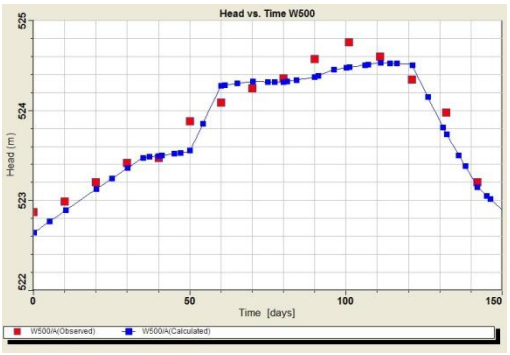


Рисунок 4.9- Сопоставление УГВ по скв. W418. Рисунок 4.10. - Сопоставление УГВ по скв. W500

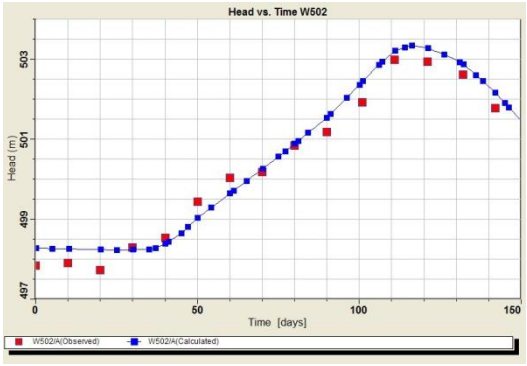
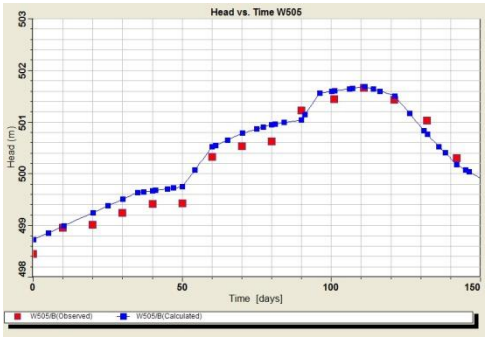


Рисунок 4. 11- Сопоставление УГВ по скв. W502. Рисунок 4.12- Сопоставление УГВ по скв. W503К



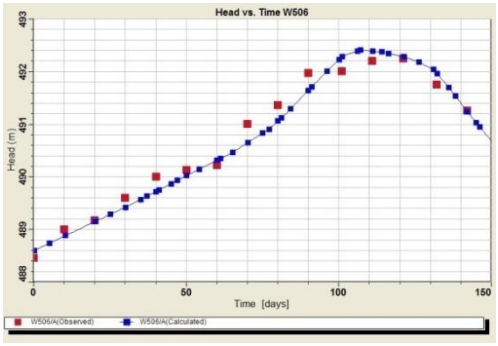
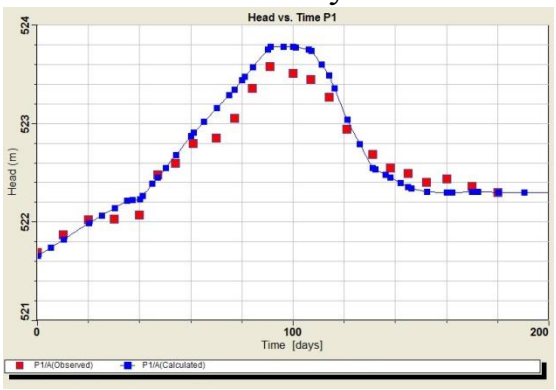


Рисунок 4.13- Сопоставление УГВ по скв. W505. Рисунок 4.14- Сопоставление УГВ по скв. W506



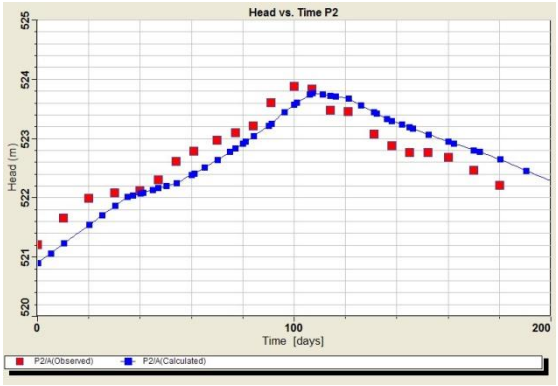


Рисунок 4.15- Сопоставление УГВ по скв. P1.Рисунок 4.16- Сопоставление УГВ по скв. P2

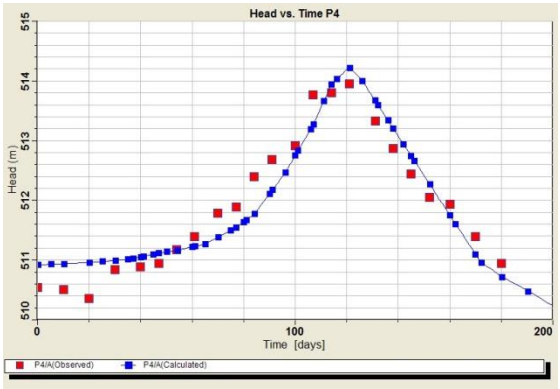


Рисунок 4.17 -Сопоставление УГВ по скв. P3.Рисунок 4.18- Сопоставление УГВ по скв. P4

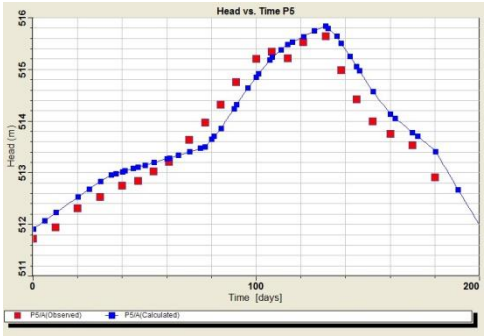
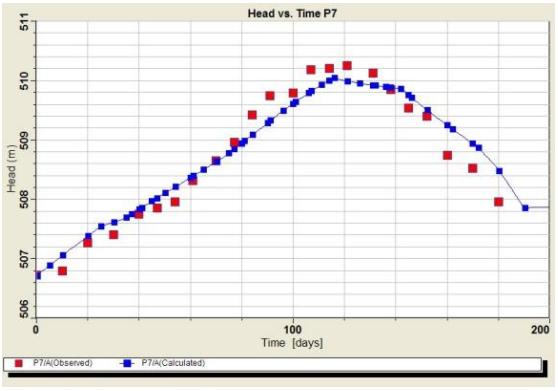


Рисунок 4.19 - Сопоставление УГВ по скв. P5.Рисунок 4.20- Сопоставление УГВ по скв. P6



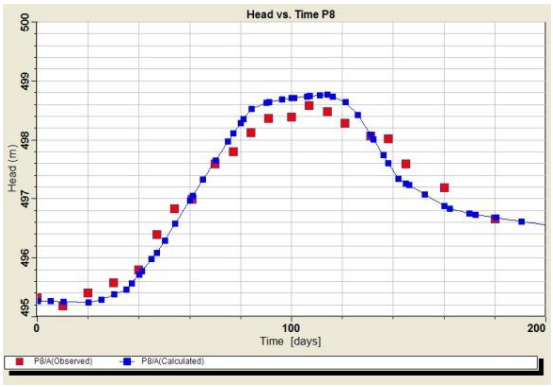


Рисунок 4.21- Сопоставление УГВ по скв. Р7.Рисунок 4.22 - Сопоставление УГВ по скв. Р8

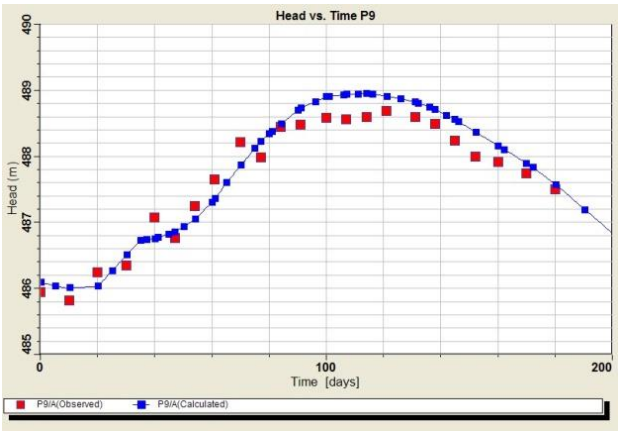


Рисунок 4.23- Сопоставление УГВ по скв. Р9

Рисунки 4.9 - 4.23 демонстрируют хорошее совпадение между динамикой УПВ, наблюденной на массиве и полученной на модели. Значения фильтрационных параметров, подобранных на модели, также лежат в пределах гидрогеологической достоверности. Величина расхождений между уровнями ПВ, наблюденными на массиве и полученными на модели, лежат в пределах заданной точности решения задачи. Полученный на модели баланс подземных вод также соответствует водному балансу участка, полученному по данным полевых измерений. При общем объеме воды, поданной на орошение по оросительным системам в размере 16,03 млн. м^3 за вегетационный период 2017 года, питание подземных вод, полученное на модели, составило 9,11 млн. м^3. С учетом суммарного подземного притока воды по внешней границе в 2.9 млн. м^3 и инфильтрации атмосферных осадков в 2.52 млн. м^3, общие потери поливной воды составили 3.69 млн. м^3 или 40.5% от водоподачи. Таким образом, созданная геофильтрационная модель гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка отвечала заданным требованиям по точности и достоверности модельных решений.

4.4 Оценка динамики потока и элементов водного баланса подземных вод экспериментального участка в вегетационный период 2017 года (результаты решения задачи идентификации модели)

По результатам решения задачи идентификации были построены модельные карты гидроизогипс и глубин залегания уровня грунтовых вод от дневной поверхности, используя инструментальные возможности программного комплекса. Карты гидроизогипс, совмещенные с векторами направления потока подземных вод, характеризуют гидродинамическую сетку потока грунтовых вод на экспериментальном участке. Карты были построены на 3 характерных периода 2017 года: на 1 мая (5 сут., начало вегетации); на 15 июля (80 сут., середина вегетационного периода); и на 5 октября (окончание периода вегетации и практическое завершение орошения).

Общее направление потока подземных вод совпадает с уклоном рельефа в юго-юго-западном направлении в сторону Капчагайского водохранилища. Однако, ирригация нарушает равномерность гидравлического уклона потока подземных вод, что четко проявляется в различные её периоды. В начале вегетационного периода (конец апреля - начало мая) величина гидравлического уклона практически не меняется, постепенно возрастая по мере приближения к побережью Капчагайского водохранилища (рисунок 4.24).

Влияние дренажа не проявляется. Лишь в непосредственной близости от основного дренажного коллектора К-2 поток подземных вод направляется в его сторону. Интересен факт проявления локальных участков, в которых отмечается концентрация потока. На участке, расположенном примерно в 150м южнее наблюдательной скважины Р9, проявляется зона депрессии в УГВ в центре которой, отметки УГВ на 0.75 м ниже, чем отметки вокруг зоны. Диаметр воронки составляет порядка 300 м.

Второй участок на расстоянии примерно 1.5 км севернее побережья водохранилища наоборот, представляет собой "бугор" на поверхности грунтовых вод, в центре которого, отметки УГВ примерно на 1.5 м выше, чем за его пределами. Диаметр этого "бугра" составляет порядка 1.5 км. И если в первом случае, это явление можно объяснить изменением значений Кф с 1.7 до 3.1 м/сут, либо наличием некого очага разгрузки, то во втором случае - только неучтенным внешним источником питания.

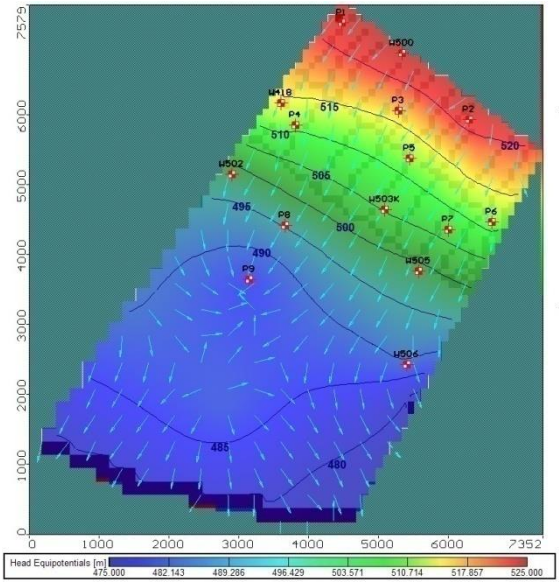


Рисунок 4.24- Модельная карта гидроизогипс и направления потока подземных вод по состоянию на 1 мая 2017

Можно предположить, что эти участки обусловлены наличием гидравлического окна в подстилающих отложениях. Отсутствие полевых наблюдений на этих участках не позволяет однозначно ответить на вопрос о причинах формирования данных аномальных (относительно отметок поверхности УГВ) этих зон. Учитывая, что упомянутые выше зоны расположены за пределами самого экспериментального участка и практически не влияют на выполненные оценки по площади экспериментального участка, данный вопрос может стать объектом дальнейших исследований.

До начала вегетационного периода и интенсивных поливов гидрогеолого-мелиоративные условия экспериментального участка характеризовались глубоким залеганием УГВ от 4 до 6 м и даже до 8 м у восточной границы (рисунок 4.25).

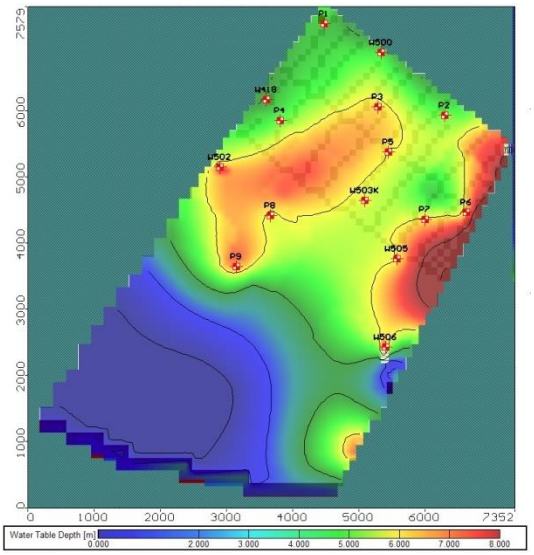


Рисунок 4.25- Модельная карта глубины залегания УГВ по состоянию на 1 мая 2017

Лишь в районе пруда – накопителя, расположенного в пониженном участке рельефа, и в юго-западной области модели, граничащей с побережьем Капчагайского водохранилища, на расстоянии до 2.5-3 км к северу от побережья, УГВ приближались к дневной поверхности до глубины 2.5-1.5м.

В середине вегетационного периода (15 июля 2017г) на общую картину потока грунтовых вод начинает накладываться влияние фильтрационных потерь поливных вод (рисунок 4.26). Относительно равномерный гидродинамический уклон потока начинает изменяться. Начинает проявляться влияние дрен в верхней части дренажной системы, на что указывает изменение направлений векторов потока на карте. Аномальные зоны, описанные выше, сохраняются.

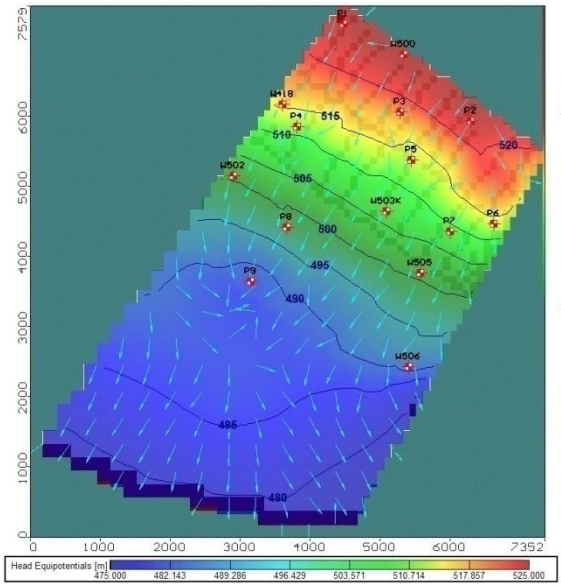


Рисунок 4.26 - Модельная карта гидроизогипс и направления потока подземных вод по состоянию на 15 июля 2017

Глубина залегания УГВ к середине вегетационного периода существенно уменьшилась и составляла в среднем 3-5м от поверхности земли (рисунок 4.27). При этом, подъем УГВ осуществлялся неравномерно в зависимости от интенсивности полива различных культур. Максимальный подъем УГВ отмечался на полях, засаженных сахарной свеклой и луком, где уровень подземных вод поднялся до глубины 2.5 – 3.5 м от поверхности земли.

По-прежнему, отмечается влияние инфильтрации поливных вод на грунтовые воды, что объясняется наличием некоторого временного запаздывания (лага) между временем подачи воды на полив и поступлением её на поверхность грунтовых вод. Отчетливо видно влияние дрен на направление потока грунтовых вод, в том числе и в южной части дренажной системы. Расположение аномальных зон концентрации потока остается прежним.

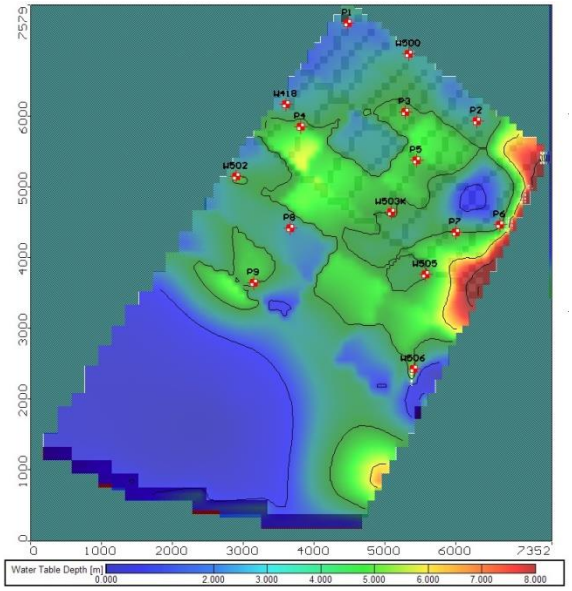


Рисунок 4.27- Модельная карта глубины залегания УГВ по состоянию на 15 июля 2017

Гидродинамика потока грунтовых вод на конец вегетации и поливов демонстрируется на рисунке 4.28.

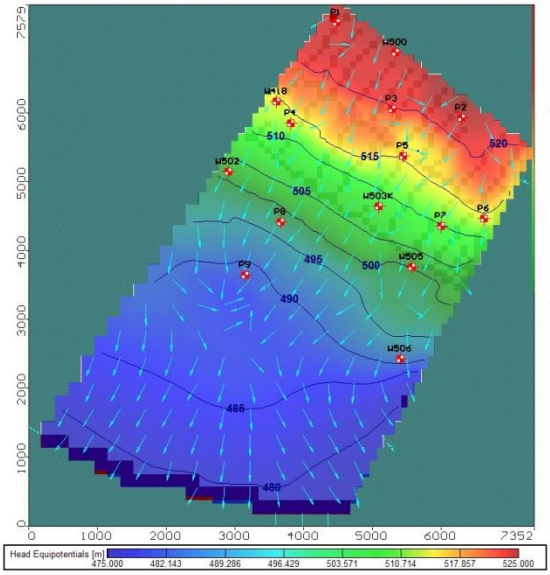


Рисунок 4.28 -Модельная карта гидроизогипс и направления потока подземных вод по состоянию на 5 октября 2017

Глубина залегания УГВ по результатам модельных расчетов по состоянию на 5 октября 2017 г. представлена на рисунке 4.29.

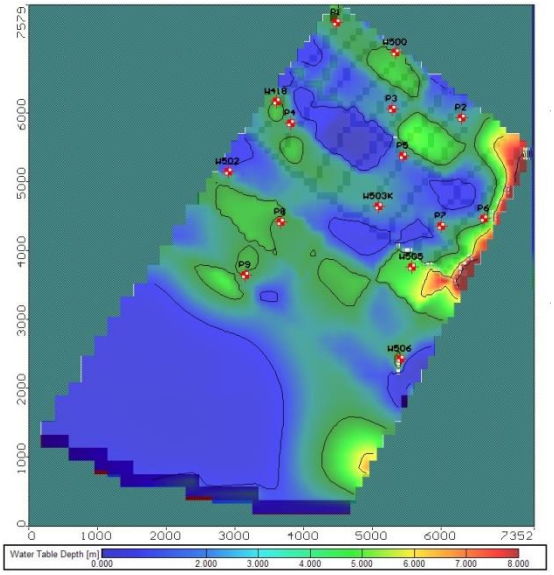


Рисунок 4.29 - Модельная карта глубины залегания УГВ по состоянию на 5 октября 2017

В результате фильтрационных потерь оросительных вод к концу вегетационного периода на площади экспериментального участка , глубина залегания УГВ существенно уменьшилась и колебалась от 2 до 3.5-4.0м. Лишь на северном участке восточной границы модели вдоль дренажного коллектора К-2 глубина УГВ составляла от 6 до 8 м. Минимальные глубины залегания УГВ от 1.5 до 3м отмечались на полях, где выращивалась сахарная свекла, соя и многолетние травы.

Динамика накопительного водного баланса подземных вод, полученная на модели, показана на рисунке 4.30.

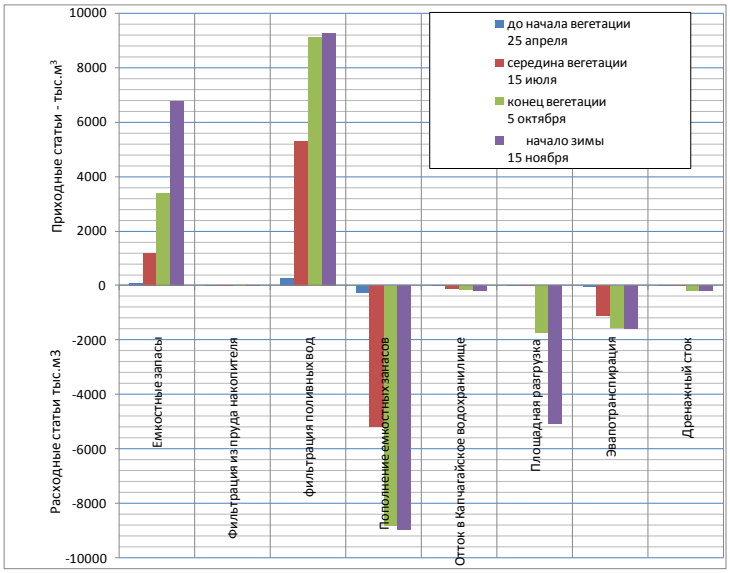


Рисунок 4.30- Накопительный водный баланс потока подземных вод в тыс.м^3

На графике представляется динамика изменения основных статей водного

баланса потока подземных вод грунтового водоносного горизонта в объемах, рассчитанные на начало (25 апреля), середину (15 июля, конец вегетации (5 октября) и начало зимнего периода (15 ноября). Основными приходными статьями водного баланса потока подземных вод являлись сработка емкостных запасов, составивших 6.77 млн. $м^3$ к началу зимы, и фильтрация поливных вод, достигшая 9.28 млн. $м^3$. Причем, если сработка емкостных запасов увеличилась на конец вегетации до 3.38 млн. $м^3$, а к началу зимы до 6.77 млн. $м^3$ (практически вдвое), то рост питания, за счет фильтрации поливных вод, составил лишь 0.18 млн. $м^3$ за период с конца вегетации до начала зимы.

Термин "сработка емкостных запасов" подразумевает количество воды поступающей в водоносный горизонт за счет водоотдачи осушаемого слоя при снижении УГВ. Величина питания водоносного горизонта за счет фильтрации поливных вод включает в себя также величину инфильтрации жидких осадков, а также приток воды с внешней границы (для блоков вдоль северной границы модели).

Расходные статьи накопительного водного баланса потока подземных вод, рассчитанные на эти даты, включают в себя:

- объем воды, идущий на пополнение емкостных запасов;
- объем подземного стока в Капшагайское водохранилище;
- объем воды, израсходованный на площадную разгрузку водоносным горизонтом;
- объем воды ушедший на эвапотранспирацию;
- объем дренажного стока из системы подземного дренажа, установленной на экспериментальном участке.

Основными расходными статьями водного баланса потока подземных вод явились пополнение емкостных запасов, достигшего 8.95 млн. $м^3$ и площадная разгрузка, составившая 5.1 млн. $м^3$ к началу зимы. Объем воды, ушедшей на эвапотранспирацию, составил 1.61 млн. $м^3$ за этот же период, а объем подземного стока в Капчагайское водохранилище не превысил 0.2 млн. $м^3$. Суммарный объем дренажного стока к началу зимы оказался равным 0.23 млн. $м^3$, причем основной прирост дренажного стока пришелся на вторую половину вегетационного периода с июля по октябрь месяц. Следует учесть, что статья "площадная разгрузка" подразумевает суммарный объем воды, идущий на водопотребление растений, имеющих глубоко проникающую корневую систему, а также на возможное перетекание в нижележащие водоносные горизонты через гидродинамические окна в относительно водоупорном глинистом слое (нижняя граница модели).

Баланс расходов потока подземных вод, рассчитанный на эти же моменты времени в тыс. $м^3$/сут представлен на графике (рисунок 4.31)

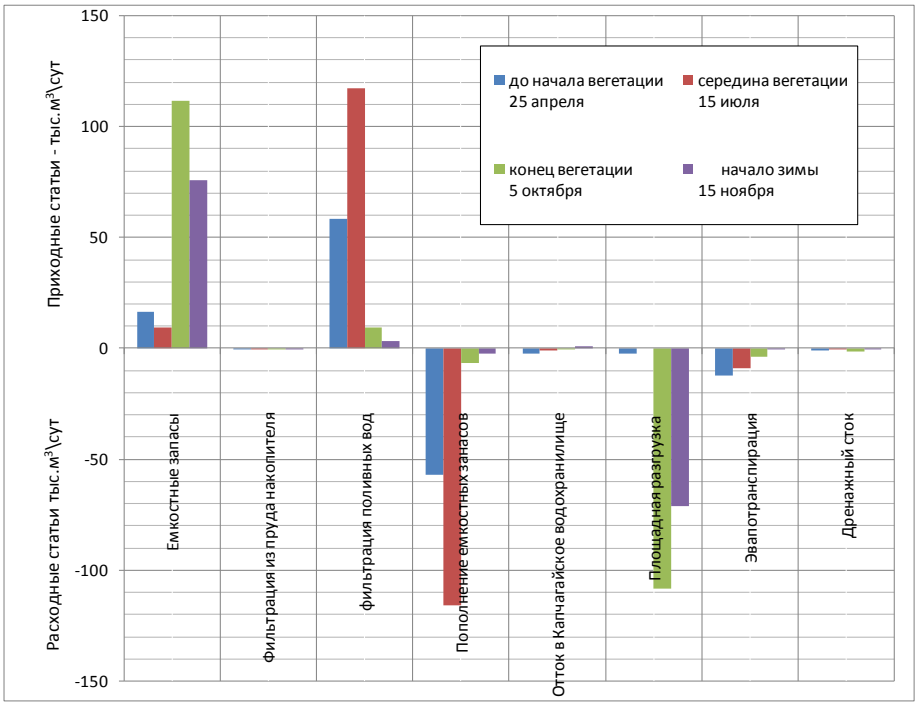


Рисунок 4.31- Расходный баланс потока подземных вод, тыс. м^3/сут

На графике отражена динамика изменения расходов потока водоносного горизонта на отдельные периоды вегетационного периода. Так, расход потока подземных вод, формирующийся за счет сработки емкостных запасов, в предвегетационный период не превышал 16.4 тыс. м^3/сут, а в первой половине вегетационного периода даже сократился до 9.5 тыс. м^3/сут. Однако, во второй половине вегетационного периода он увеличился до 113 тыс. м^3/сут., а затем снова сократился и к началу зимы составлял 75.6 тыс. м^3/сут.

В то же время, площадное питание грунтовых вод резко возросло в первой половине вегетационного периода с 58.1 тыс. м^3/сут до 117 тыс. м^3/сут к середине вегетации. В конце вегетации доля площадного питания потока подземных вод не превышала 9.6 тыс. м^3/сут. Вполне закономерно, в расходной части баланса потока подземных вод в первой половине вегетационного периода отмечалось существенное увеличение расхода идущего на пополнение емкостных запасов с 56.7 тыс. м^3/сут до 115.6 тыс. м^3/сут, а затем его резкое снижение до 6.6 тыс. м^3/сут к концу вегетации. В противоположность к этому, основной расход потока, идущий на площадную разгрузку, достиг максимального значения, начиная со второй половины вегетационного периода, когда его величина составила 108.2 тыс. м^3/сут. Расход потока подземных вод, идущий на эвапотранспирацию, был максимальным в самый жаркий период года и составил от12 тыс. м^3/сут до 9.1 тыс. м^3/сут. Затем, по мере сокращения величины испаряемости, расход потока на эвапотранспирацию сократился практически до нуля (0.7 тыс. м^3/сут) в ноябре месяце. Доля расхода потока подземных вод в Капшагайское водохранилище оказалась пренебрежительно мала и не превышала 2 тыс. м^3/сут. Расход дренажного стока, учитывая тот факт, что в первой половине вегетационного периода УГВ находился ниже глубины заложения дрен, оказался низким. Максимальное значение дренажного стока при-

шлось на конец вегетационного периода и составило 1.6 тыс. $м^3$/сут. Балансовые расчеты, выполненные на модели, убедительно подтвердили низкую эффективность существующей на участке дренажной системы, не учитывающей глубокое залегание УГВ.

Расчеты баланса потока подземных вод, выполненные на модели, дали возможность оценить изменение емкостных запасов и ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод четвертичного горизонта на площади экспериментального участка. При сложившихся в 2017 году условиях орошения и размещения с/х культур, рост величины емкостных запасов составил 12.5 млн. $м^3$, а ежегодно возобновляемые ресурсы (расход потока) увеличились на 46.5 тыс. $м^3$/сут за вегетационный период.

4.5 Прогноз изменения гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка при использования существующего дренажного стока в качестве дополнительного питания

Данная постановка прогнозной задачи основывалась на идее привлечения дренажного стока, собираемого дренажной системой в качестве дополнительного питания грунтовых вод. Дренажная вода, в случае перекрытия выхода из дренажной системы, будет постепенно заполнять объем дренажных труб и, при полном их заполнении, будет фильтроваться обратно в водоносный горизонт, образуя тем самым дополнительный источник питания. Данная идея является достаточно спорной, поэтому нами было принято решение о проведении на созданной модели, соответствующей прогнозной оценки. Исходными данными для постановки прогнозной задачи послужили результаты балансовых расчетов, выполненные на откалиброванной и идентифицированной модели. Вдоль нижней части дренажного коллектора К-2 и впадающего в него южного (самого нижнего по потоку) собирающего закрытого дренажного коллектора, были выделены на модели балансовые зоны. На основании балансовых расчетов по выделенным зонам были определены участки дренажа, в которых был получен расход потока в вычислительных блоках с граничными условиями "дрена". Была определена величина расхода потока в данных блоках модели а также время его появления. С учетом площади вычислительного блока модели, было рассчитано дополнительное питание в мм/год, которое добавлялось в соответствующие зоны площадного питания, полученные на этапе идентификации модели. Зоны площадного питания, которые задавались вместо задания граничного условия "дрена" показаны на рисунке 4.32.

Блоки модели, выделенные жирной черной линией, представляют собой зоны дополнительного питания, задаваемого вместо граничных условий "дрена".

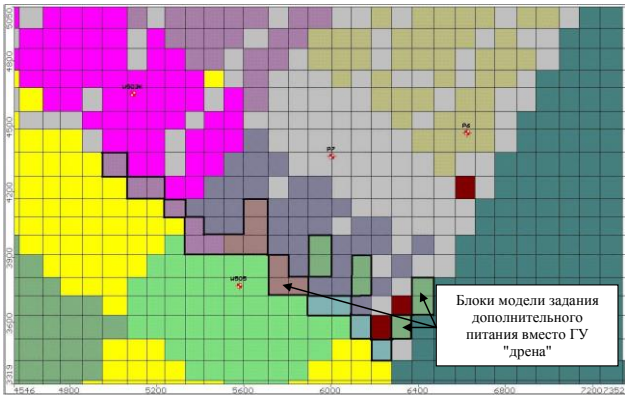


Рисунок 4.32- Схема-врезка задания площадного питания при решении прогнозной задачи

Все остальные граничные и начальные условия оставались такими же, как при решении задачи идентификации.

При сопоставлении этих карт становиться очевидным, что дополнительное поступление воды из дрен постепенно формирует локальные зоны подъема УГВ вдоль дрены. И если в середине вегетационного периода влияние дополнительного питания за счет поступления дренажных вод еще практически незаметно, то к концу вегетационного периода появляются небольшие участки, где глубина залегания УГВ составляет от 1 до 2-2.5 м от поверхности земли.

На демонстрируемых ниже детализированных картах-врезках глубин залегания УГВ, построенных по результатам модельных решений на середину, конец вегетационного периода и начало зимнего периода, сопоставляются результаты решения задачи идентификации и прогнозной задачи (рисунки 4.33,4,34,4,35.).

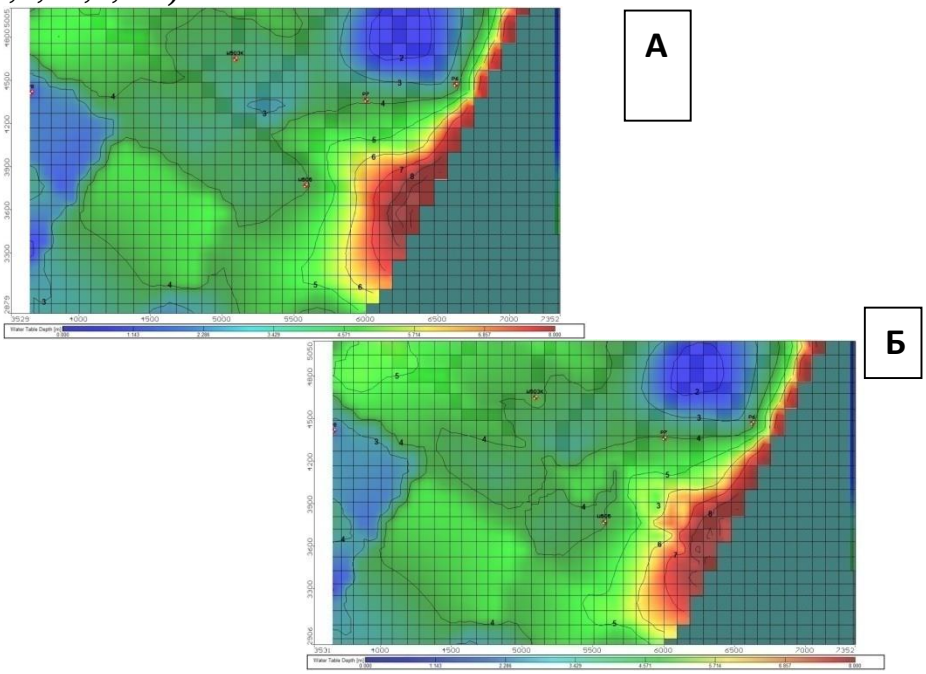


Рисунок 4.33- Глубина залегания УГВ на середину вегетации -15 июля. А- по результатам решения задачи идентификации, Б – по результатам решения прогнозной задачи

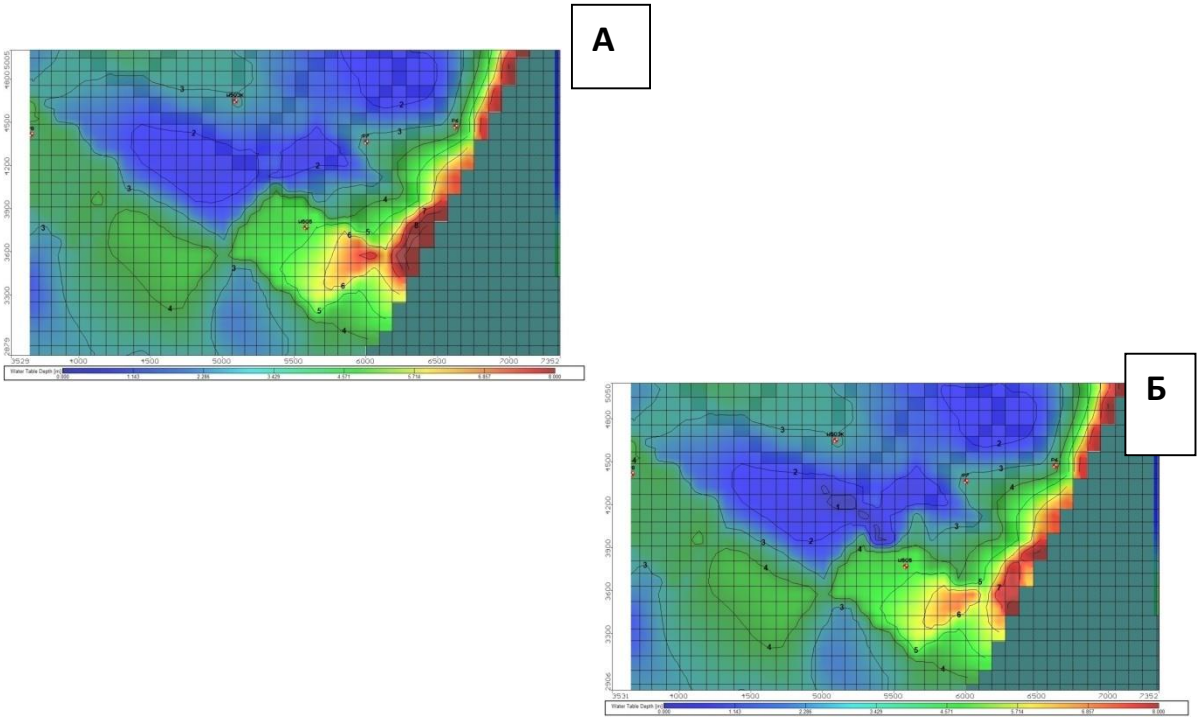


Рисунок 4.34 - Глубина залегания УГВ на конец вегетации -5 октября. А-по результатам решения задачи идентификации, Б – по результатам решения прогнозной задачи

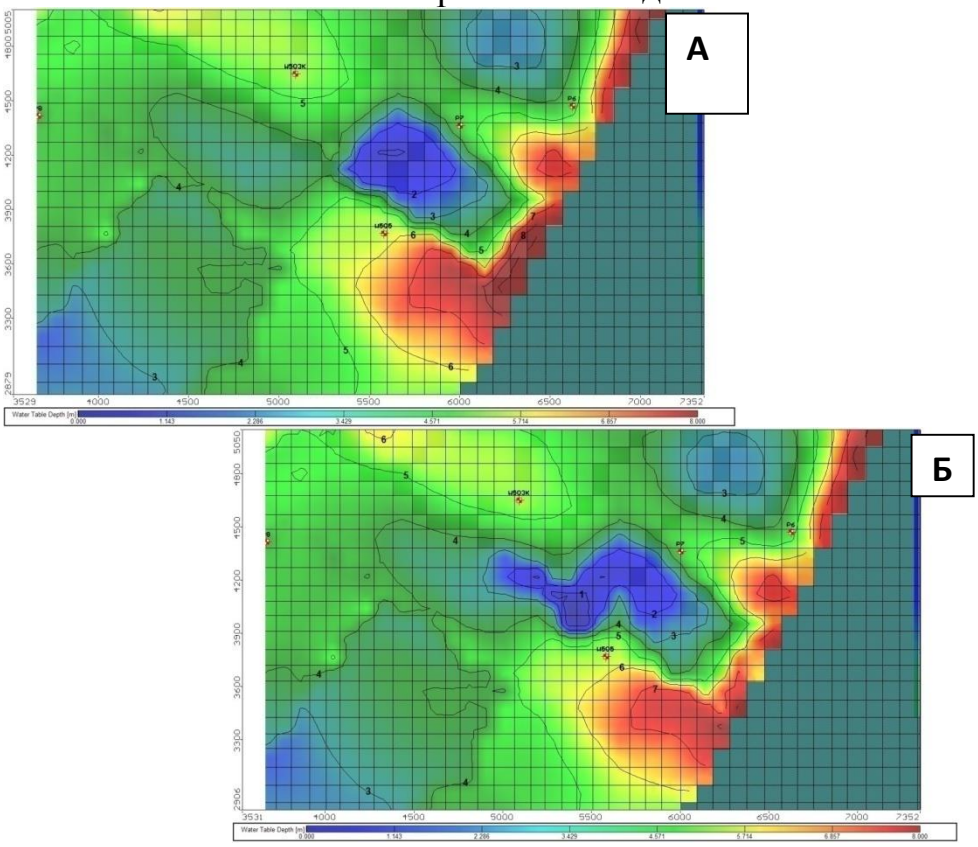


Рисунок 4.35- Глубина залегания УГВ на начало зимы -15 ноября. А-по результатам решения задачи идентификации, Б – по результатам решения прогнозной задачи

К началу зимнего периода, несмотря на то, что поливы уже не проводятся, дренирование подземных вод будет продолжаться, и вода будет поступать из

дрен в водоносный горизонт. В этом случае, сформируется достаточно обширный участок с глубиной залегания УГВ менее 1 м от поверхности земли. Поскольку в этот период уже нет необходимости в воде для растений, очевидно, следует обеспечить свободный сток дренажных вод из системы подземного дренажа.

Влияние дополнительного питания за счет возвратного поступления дренажного стока в водоносный горизонт носит локальный характер в связи со значительной величиной гидродинамического градиента. Расчеты, выполненные на модели, дали возможность оценить расстояние, на котором будет ощущаться влияние поступления дренажных вод в водоносный горизонт.

На графике (рисунок 4.36) показано в динамике изменение по времени УГВ в сопоставлении с результатами решения задачи идентификации по профилю, пересекающему дрену в середине зоны задания дополнительного питания.

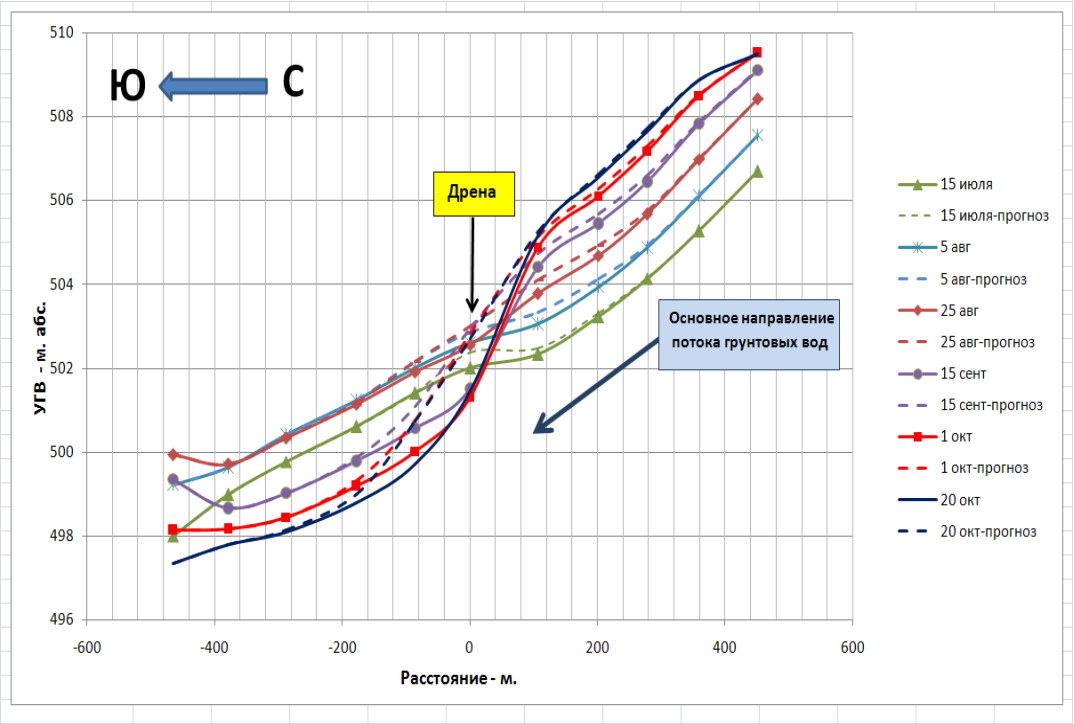


Рисунок 4. 36- Динамика изменения УГВ во времени

В середине вегетационного периода дополнительный подъем УГВ непосредственно над дреной не будет превышать 0.4 м, а зона влияния составит порядка 100-120м, вверх по потоку, и 80-90 м вниз по потоку. К концу вегетационного периода дополнительный подъем УГВ составит уже 1.5 м, а зона влияния расширится до 300-350 м, вверх по потоку, и до 200 -250 м вниз по потоку. Эта ассиметрия, очевидно, вызвана некоторым подпорным влиянием дополнительного питания на основной поток подземных вод.

Сопоставление водных балансов потока подземных вод показало, что за счет возврата дренажных вод, общее площадное питание подземных вод на экспериментальном участке к концу вегетационного периода увеличится на 146 тыс. м^3. Пополнение емкостных запасов увеличится на 40.6 тыс. м^3, а

эвапотранспирация на 4.5 тыс. $м^3$

4.6 Выводы по Разделу 4

По результатам моделирования можно сделать следующие основные выводы.

- Создана, откалибрована и идентифицирована геофильтрационная модель гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка НС2 Шенгельдинского массива орошения. Точность и достоверность решений на модели отвечает поставленным целям и задачам моделирования.
- На модели воссоздан режим колебаний УГВ в полном соответствии с фильтрационными параметрами грунтового водоносного горизонта, режимом орошения и размещением сельскохозяйственных культур на эксперимен-тальном участке НС2 на вегетационный период 2017 г.
- По результатам моделирования построены уточненные карты гидроизогипс, гидродинамические сетки потока подземных вод и глубин залегания УГВ от поверхности земли на характерные периоды времени эксплуатации орошаемых полей на экспериментальном участке. Рассчитанные на эти же периоды балансы потока подземных вод позволили детально охарактеризовать и количественно оценить изменение во времени структуры водного баланса потока подземных вод. На основании модельных расчетов были обоснованы объемы фильтрационных потерь оросительных вод в количестве 40.5% от водоподачи.
- Выполненный на модели, прогноз влияния дополнительного питания подземных вод позволил количественно оценить возможные изменения глубины залегания УГВ на участках, прилегающих к существующим дренам.
- Выполненное моделирование выявило ряд вопросов, которые требуют проведения дополнительных полевых опытно–экспериментальных работ, могущих стать предметом последующих научно–теоретических и научно-практических исследований.
- Созданная модель в дальнейшем может быть использована в качестве постоянно-действующей модели, как инструмент для выполнения оперативных и долгосрочных прогнозов в дальнейших исследованиях.

5ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучение подземных вод пастбищных массивов, оценка их кормовых запасов, использование доброкачественных неглубоко залегающих естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод и разработка мер по улучшению экологического состояния пастбищ – главная задача в аграрном секторе Республики Казахстан, которую необходимо решать в первую очередь[31,с.34-56;56,с.135-141;57,с.5-160].

Исследования данной диссертационной работы - решение ряда фундаментальных и вытекающих из них научно-прикладных задач в области водно-экологических проблем пастбищных территорий, включающих характеристику гидрогеологических условий, на основе выполненных натурных гидрогеологических работ, и распределение подземных вод Алматинской области в пределах пастбищных массивов.

Территория Алматинской области является весьма перспективной для развития животноводства, так как обладает самыми разнообразными по кормозапасам и видовому составу естественного травяного покрова, благоприятными климатическими условиями и наличием доброкачественных подземных вод неглубокого залегания, удобного для организации выпаса и водопоя скота.

Исследования подземных вод пастбищных массивов области прежде всего были ориентированы на сбор самых последних работ по гидрогеологическому изучению, выполненных различными организациями в период 2000-2016годы по оценкам естественных ресурсов подземных вод пригодных для водопоя скота, глубине их залегания и производительности водопунктов (скважин, колодцев).

Одновременно выяснялись условия водопоя скота на существующих участках отгонного животноводства, в частности, принадлежащие фермерским и крестьянским хозяйствам ряда районов Алматинской области.

Главным требованием для успешной разработки конкретных природоохранных мероприятий в пределах пастбищных территорий являются адекватное отражение существующих гидрогеолого-экологических условий, наличия и состояния уже существующих негативных процессов и их уровня опасности.

5.1 Организация и методика проведения исследований наиболее неглубоко залегающих и доступных водоносных комплексов и горизонтов в пределах пастбищных территорий Алматинской области

Сбор и анализ гидрогеологических данных производился по следующим трем направлениям:

а) фонда существующих водопунктов в пределах Алматинской области по состоянию на 01.01.2014 года и используемые в настоящее время для водопоя скота или иных целей. Их координаты (местоположение), принадлежность, приуроченность (какой горизонт), дебит водопункта, минерализация воды и

другие необходимые данные, год начала эксплуатации;

б) фонда мониторинговых гидрогеологических скважин государственной или отраслевой наблюдательной сети на территории Алматинской области. Данные наблюдений по ним и состояние их эколого-гидрогеологических условий в местах их расположения, тенденции изменения уровенного режима подземных вод в режимной сети;

в) состояние пастбищных массивов области по всем 12 административным районам. Особое внимание обращалось на состояние имеющихся водокаптажных сооружений (скважин и колодцев), оборудованность их водоподъемными средствами.

г) сбор данных о реализации на территории Алматинской области каких либо водохозяйственных мероприятий по линии Комитета водных ресурсов Министерства сельского хозяйства РК и его дочерних компаний и организаций АО «Казагро» за последние 5-10 лет, в том числе направленных решение проблем развития животноводства.

Одновременно велась работа по сбору информации по проблемам широкого использования подземных вод для обводнения пастбищ и по другим территориям республики и сопредельными странами СНГ, представляющих для Казахстана практический интерес и имеющиеся в них «ноу-хау».

Проводился сбор и выявление новой информации по водоснабжению пастбищ и отбор научных публикаций по теме исследований как в русскоязычных, так и англоязычных журналах, публикующих работы по гидрогеологии и практическому использованию ресурсов подземных вод в области аграрного сектора и водоснабжения объектов сельского хозяйства. Из зарубежных стран, для нас наиболее интересными представляются работы, выполненные по аридным районам наших соседних государств. А из стран дальнего зарубежья есть необходимость изучения опыта Австралии, Ирана, Китая (Синьцзян).

Пастбищные массивы в пределах области развиты наиболее широко и занимают все геоморфологические районы. Общая площадь Алматинской области составляет 223,9 тыс. кв. км(рисунок 5.1).

Необходимо отметить, что территория области хорошо изучена в гидрогеологическом отношении. По ней опубликованы целый ряд крупных монографий ученых ИГиГЭ им.У.М.Ахмедсафина и производственных организация ПГО «Казгидрогеология» и «Южказнедра» [58,с.12-152;59,с.15-48;с.54-240;60,с.1-471;61,с.183-188;62,с.1-352].

5.2 Характеристика гидрогеологических условий пастбищных территорий области

Наиболее продуктивные пастбища имеются в горных регионах области,- в горах Иле, Кунгей Алатау на юге и Жонгарского (Жетысуского) Алатау на востоке, склонах хребтов Кетмень (Узынкара) и северных склонов хребта Терскей Алатау на юго-востоке.

В качестве водовмещающих здесь участвуют самые разнообразные породы, как по составу, так и по возрасту, среди которых наибольшим распространением пользуются интрузивные (гранитоиды) и комплексы эффузивно-осадочных пород палеозоя и допалеозоя. Менее распространены карбонатные породы палеозоя. К более молодым – палеогеновым и неогеновым относятся отложения, слагающие преимущественно предгорные и адырные структуры.

Самыми водообильными являются четвертичные грубообломочные отложения гляциального и аллювиального генезиса. Среди них наиболее широким распространением в горных территориях пользуются делювиально-пролювиальные, элювиально-делювиальные образования. Породы скальных горных массивов отличаются высокой трещиноватостью и служат отличными коллекторами пресных подземных вод.

Оценка естественных ресурсов подземных вод зоны интенсивного (активного) водообмена рассчитывалась по формуле, - произведения средних модулей стока водоносных образований того или иного комплекса (горизонта) на площадь распространения его в пределах пастбищных массивов.

Средние значения модуля подземного стока горных частей территории Алматинской области изменяются от 6,11 до 2,48 и 1,60 л/с · км^2.
Так, в Илейском Алатау он равен 6,11, Жонгарском Алатау – 2,80, хребте Кетмень – 1,60 л/с · км^2. Таким образом, сводные величины естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена горных районов Алматинской области составляют 180,74 м^3/с или 5593,1 млн. м^3/сут (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Сводные величины естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена горных районов Алматинской области

Горы	Расчетная площадь, тыс. км^2	Средний модуль подземного водного стока, л/с · км^2	Естественные ресурсы подземных вод	
			м^3/с	млн. м^3/год
Илейский Алатау	8,5	6,11	51,94	1636,1
Хр. Кетмень	7,0	1,60	11,20	252,6
Жонгарский Алатау	42,0	2,80	117,60	3704,4
Всего	57,5		180,74	5593,1

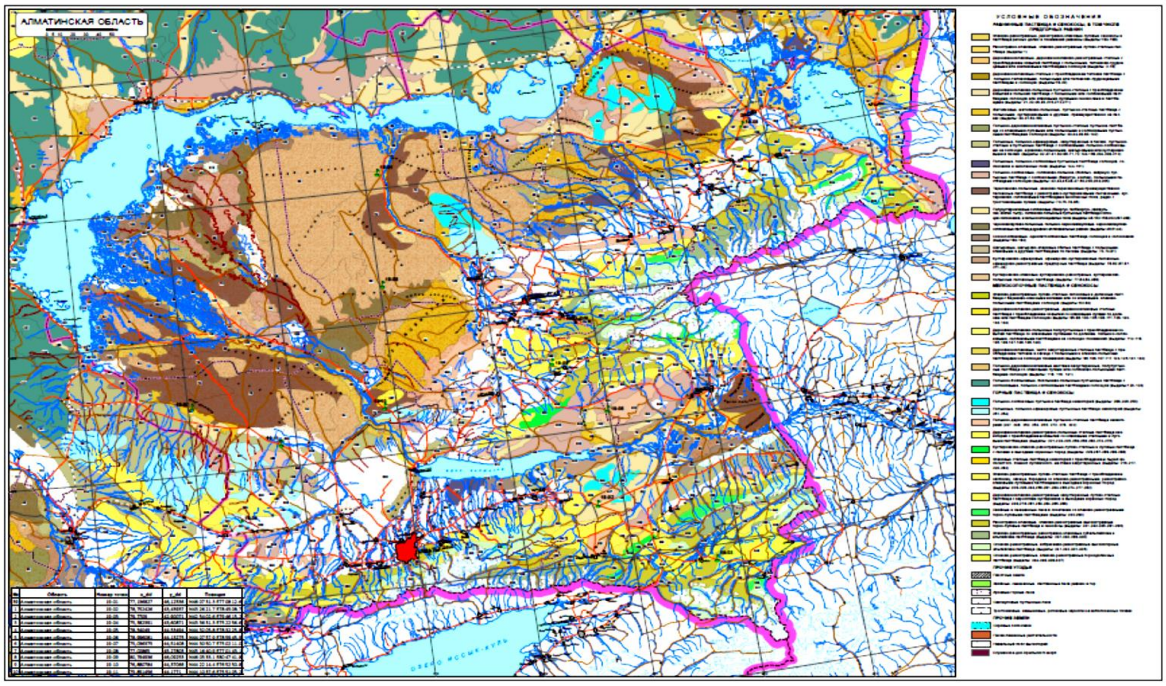


Рисунок 5.1 - Карта кормовых ресурсов Алматинской области Масштаб 1:500000

В рассматриваемую территорию входят предгорные равнины северных склонов Иле Алатау, южного и северо-восточного склонов Жонгарского (Жетысуского) хребта и небольшие площади северо-восточной части Шу-Илейских гор (основная часть относится к Жамбылской области). Структурно данный гидрогеологический район представляет собой Копа-Илейскую межгорную впадину – типичный многоярусный бассейн подземных вод, заключенный между северными склонами Тянь-Шаня и Жонгарского Алатау. Площадь этого бассейна 27 тыс. км^2.

Пастбищные массивы предгорных территорий Иле Алатау, хр. Кетменя и Жонгарских гор занимают плоские равнинные участки с отдельными неровностями рельефа с уклоном в сторону долины р. Иле. Местами они перемежаются с полями, на которых возделываются различные сельскохозяйственные культуры, базирующиеся па поливе поверхностными водами. Здесь широко развиты как грунтовые, так и артезианские воды.

Грунтовые воды образуют потоки подземных вод, направленные от гор в сторону долин рек Иле и Копа. Приурочены они в основном к аллювиально-пролювиальным валунно-галечникам предгорных шлейфов и песчано-галечниковым образованиям предгорных равнин, к галечниковым аллювиальным отложениям речных долин. Мощность водоносных горизонтов различна. Вблизи конусов выноса она максимальная, но у подножий гор колеблется от 20-25 до 500 м (Иле Алатау). На участках ниже по потоку, в зоне выклинивания подземных вод конусов выноса мощность грунтовых горизонтов становится небольшой – 2 – 5 м. Зато глубины залегания подземных вод здесь наименьшие: от нескольких метров до 8 – 12 м., а вблизи гор на предгорных шлейфах она наибольшая – 100 -200 м. Как правило, на расстоянии 16 – 20 км от гор, благодаря снижению абсолютных отметок поверхности земли, уровни

грунтовых вод оказываются от нее в непосредственной близости, образуя так называемые сазы,- сильно увлаженные участки земли, выделяющиеся интенсивной травянистой растительностью. В периоды увеличения атмосферных осадков в этих зонах часто формируются малые водотоки типа «карасу».

Водообильность грунтовых водоносных горизонтов колеблется в широких пределах: максимальная – в приречных участках и на периферии конусов выноса (до 432-2592 $м^3$/сут) и минимальная – на междуречных и возвышенных участках, сложенных сверху мелкоземами и суглинистыми грунтами. Большое значение для обводнения пастбищ и водоснабжения населенных пунктов имеют грунтовые воды конусов выноса, речных долин и зон выклинивания. Эксплуатация подземных вод здесь может осуществляться шахтными колодцами в местах близкого залегания их уровня. Это периферийные участки конусов выноса, где глубины до воды не превышает 10 м, а если глубже – неглубокими скважинами (30-60 м). Весьма эффективен метод каптажа нисходящих источников и многочисленных родников, особенно в долинах многочисленных речек, пересекающих предгорную наклонную равнину, а также родников, вытекающих по периферии конусов выноса.

Предгорные равнины северо-восточного склона Шу-Илеских гор в аллювиальных и делювиально-пролювиальных отложениях содержат доброкачественные грунтовые воды, пригодные для обводнения пастбищ. Литологически водоносные комплексы и горизонты здесь представлены супесями со значительным количеством щебня, дресвы, гравия и гальки. Мощность отложений составляет 10 – 60 м. Глубины залегания вод изменяются от 1-3 до 20-50 м. Питание вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, просачивания паводковых и дождевых временных водотоков, иногда перетоков трещинных подземных вод в местах контактов водоносных отложений со скальными изверженными интрузивными породами.

На участках предгорных равнин южного склона Жонгарского Алатау распространен аллювиально-пролювиальный комплекс четвертичных отложений, содержащий грунтовые воды. Территория междуречья Хоргос – Бороходзир простирается на 45 км и имеет ширину до 50-60 км от подножий гор до реки Иле. Мощность обводненной зоны здесь большая (до 400 м в районе г.Жаркента (быв. г.Панфилов). Глубины залегания подземных вод небольшие, от 3-5 до 30 м. В питании подземных вод значительную роль играют горные реки и временные водотоки. Значительные естественные ресурсы подземных вод зоны активного водообмена формируются на предгорных равнинах северо-восточных склонов этого же хребта, обращенного в сторону Алакольской впадины и одноименного озера.

Глубина залегания грунтовых вод этой территории изменяется от 70 – 100 м на конусах выноса, уменьшаясь до 3 – 10 м на их периферии. Зачастую в местах перехода предгорной наклонной равнины в пролювиальную образуются «сазы» и заболоченные участки, дающие начало речкам «карасу».

Таким образом среднее значение модуля подземного стока предгорных частей территории Алматинской области (районы 4, 7 и 8, рисунок 5.2) составляет 1,7 л/с · $км^2$. Однако аналогичные значения модулей подземного стока

конкретных предгорных массивов значительно отличаются. Так, в Илеском Алатау, в отложениях конусов выноса, сложенных валунно-галечниками, он равен 24,5, Жонгарском Алатау-5,4, хребте Кетмень - 4,2 л/с · км^2.

Общая суммарная величина естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена предгорных районов Алматинской области составляет 98,54 м^3/с или 3431 млн. м^3/год (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Сводные величины естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена предгорных районов Алматинской области

Основные водовмеща ющие отложения в предгорных районах	Расчетная площадь, тыс. км^2	Средний модуль подземного водного стока, л/с·км^2	Естественные ресурсы подземных вод	
			м^3/с	млн. м^3/год
СВ склоны Иле Алатау (алюв.-делюв)	5,5	1,70	9,35	294,9
Там же, в отложени- ях конусов выноса	2,2	24,5	53,9	2023,2
То же, юж. склонов Жонгарского Алатау	3,5	5,4	18,9	596,0
То же, сев. склонов Хр.Кетмень	1,6	4,2	6,72	211,9
То же, сев. склонов Хр. Кендыктас	1,2	2,1	2,52	79,5
Песчано-глинистых отложений всех предгорных равнин	14,3	0,5	7,15	225,5
Всего	22,9		98,54	3431,0

Бугристо-грядовая равнина Южного Прибалхашья, юго-западной части Алакольской впадины и мелкосопочной равнины Северо-Восточного Прибалхашья. Рассматриваемый район является крупнейшей пустынной и полупустынной территорией Южного Казахстана, веками использующийся как прекрасные пастбищные массивы, особенно для зимних месяцев года. Сюда входят песчаные массивы Жуанкум, Сарытаукум, Сарыесик-Атырау и ряд других более мелких общей площадью около 4 млн. га. Рельеф данной территории бугристо-грядовый, на Акдалинском и Баканасском массивах он в основном волнистый, равнинный и лишь местами осложнен невысокими грядами и буграми.

Грунтовые воды здесь имеют широкое распространение. Они образуют мощные потоки, движущиеся по уклону поверхности рельефа в сторону оз.Балкаш. Большая часть гидрогеологического разреза данного грунтового бассейна связана с водоносными комплексами и горизонтами аллювиально-озерно-эоловых мелкозернистых песков, иногда с редкими линзами суглинков, супесей и глин. В северо-западном направлении количество глинистости разрезов возрастает. Мощность песчаных горизонтов в южной и центральной частях песков Сарыесик-Атырау на широте поселков Баканас и Аккум достигает 200-250 м, а севернее, в сторону оз.Балкаш, постепенно уменьшается до 75 м.

В современной аллювиальной долине р.Иле (в южной части, ближе к предгорным равнинам) грунтовые воды залегают в разнозернистых песках, местами с примесью гравия, мощностью до первых десятков метров. В северо-западном направлении в водоносных отложениях растет присутствие глинистых частиц. А в непосредственной близости к оз.Балкаш, грунтовые воды чаще всего связаны с тонкозернистыми песками, переслаивающимися с суглинками и глинами.

В целом, глубина залегания первого от поверхности земли грунтового горизонта в зависимости от рельефа местности изменяется в широких пределах. В крупногрядовом песчаном массиве Жуанкум, представляющем собой высокий террасовидный уступ, даже в межгрядовых понижениях подземная вода вскрывается на глубинах до 100-130 м, а на грядах эта величина возрастает в 1,5 – 2 раза. В межгрядовых понижениях песчаного массива Сарытаукум глубина залегания грунтовых вод изменяется в основном от 30 до 80 м, а на грядах – от 50 до 150 м. В песчаном массиве Сарыесик-Атырау глубина залегания уровня воды наименьшая и не превышает 10-15 м, а на буграх – 10-25 м. В пределах Баканасской и Акдалинской древнеаллювиальных равнин преобладают глубины 5-10 м. В надпойменных террасах р.Иле грунтовые воды устанавливаются на глубине 5-10 м.

Минерализация грунтовых вод преимущественно невысокая, до 1 г/л, местами, за счет развития процессов вторичного засоления и по мере удаления от долины р.Иле, она может возрастать до 1-3 г/л, а вблизи оз.Балкаш повышается до 10-15г/л. В целом при оценке естественных ресурсов нами принималась средняя минерализация вод до 5 г/л. Формирование подземных вод рассматриваемого подрайона происходит за счет инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков, скапливающихся зимой в виде мощных сугробов на склонах гряд и в межгрядовых пространствах, Дополнительным источником питания грунтовых вод служит поверхностный сток р.Иле и ее притоков, а также многочисленных безымянных ручьев и временных водотоков, формирующихся в периоды обильных дождей в весенне-осенние периоды.

Пастбищные массивы юго-западной части Алакольской впадины расположены на слабо всхолмленной равнине, поверхность которой представлена песками Каракум и Сарыкудук с бугристо-грядовым рельефом. В непосредственной близости к озерным понижениям Алаколя и Сасыкколя развиты грунтовые воды в основном озерно-аллювиальных отложений. На южной и юго-западной периферии оз.Сасыкколь в песчаных массивах, возвышающихся над окружающей территорией четко выражен уступ высотой 5-10 м. Подземные воды здесь имеют уклон в сторону озера при мощности водоносных отложений от 3-10 до 100 м и более, при средней величине 45-70 м. Глубина залегания грунтовых вод в зависимости от рельефа местности изменяется от 2 – 10 (в межгрядовых и межбугристых понижениях) до 50-60 м (под буграми и грядами). Минерализация вод почти повсеместно низкая, около 1 г/л и лишь изредка достигает 2-3 г/л.

По нашим оценкам и расчетам предыдущих исследований средний модуль подземного стока зоны активного водообмена здесь составляет 0,3 л/с /

км^2. При площади развития бугристо-грядовых песков в данном подрайоне в 1,8 тыс. км^2, общая величина только ежегодно возобновляемых ресурсов грунтовых вод равна 0,54 м^3/с. Кроме того, описываемая территория располагает доброкачественными ресурсами подземных вод в аллювиальных отложениях современных долин рек Каратал, Аксу, Лепсы и их многочисленных мелких притоков.

В пределах горно-островного мелкосопочника Северного Прибалхашья модули подземного стока первых от поверхности водоносных комплексов приняты нами в среднем 0,2 л/с/км^2. Для площади распространения возвышенного мелкосопочника в 54 тыс. км^2 и аналогичной территории низменного мелкосопочника в южной части (78 тыс. км^2) принят модуль 0,12 л/с/км^2. Ниже также даны результаты оценки ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод по долинам рек Иле, Каратал, и др.

Общая суммарная величина естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена подрайона развития бугристо-грядовых песков Южного Прибалхашья и районов мелкосопочника Северного Прибалхашья, а также долин основных рек составляют 45,4 м^3/с или 1431,73 млн. м^3/год (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Сводные величины естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена бугристо-грядовых равнин песчаных массивов Южного Прибалхашья, южной части Алакольской впадины и мелкосопочника СВ Прибалхашья

Основные водовмещающие отложения	Расчетная площадь, тыс. км^2	Средний модуль подземного водного стока, л/с · км^2	Естественные ресурсы подземных вод	
			м^3/с	млн. м^3/год
Бугристо-грядовые песчаные массивы Южного Прибалхашья	64,0	0,15	9,6	302,7
То же, южной части Алакольской впадины	1,8	0,3	0,54	17,03
Высокий мелкосопочник Сев.Прибалхашья	54,0	0,2	10,8	340,6
Низкий мелкосопочник Северного Прибалхашья	78,0	0,12	9,36	295,2
Речная долина р.Иле	1,7	4,1	7,0	220,8
То же, р.Каратал	1,2	3,4	4,1	129,3
То же, все мелкие реки	1,9	2,1	4,0	126,1
Всего	202,6	10,37	45,4	1431,73

5.3 Прогнозная потребность в питьевой воде животноводческой отрасли на пастбищных угодьях

Результаты наших оценок величины естественных ресурсов подземных вод зоны свободного водообмена в пределах всех отмеченных выше основных

подрайонов свидетельствуют о формировании значительных водных ресурсов. Как прежние оценки, так и данные наших исследований свидетельствуют о больших возможностях Алматинской области в деле обводнения пастбищных угодий доброкачественными подземными водами (Рисунок 5.2)). Их суммарная величина составляет ежегодно 324,3 $м^3$/с или 10 трлн. 455 млрд. 830 тыс. $м^3$/год.

Необходимо отметить, что Алматинская область является наиболее водообеспеченной с позиций ее гидрогеологических условий. Она окаймлена высокогрными сооружениями альпийского тектогенеза, благодаря структурно-гидрогеологического строения на этой территории помимо бассейнов грунтовых (первых от поверхности) вод широко развиты напорные артезианские воды. Они приурочены разным во величине межгорным артезианским бассейнам, содержащих высоко производительные подземные воды, пригодные для объектов животноводства и водоснабжения населенных пунктов. Количество этих бассейнов по данным В.А.Смоляра,С.Т.Мустафаева превышает 60. Они разнообразны по структуре, форме, высоному положению и водообильности.

Анализ особенностей этих бассейнов свидетельствует о том, что ряд из них отличантся значительными ресурсами подземных вод (Кегень-Каркаринская, Текесская и др.). Другие, в силу сложившихся геолого-гидрогеологических условий, оказались менее водоемкими с ограниченными ресурсами подземных вод (Коскудукская, и др).

Выше названные авторы отмечают высокие перспективы равнинной и предгорных зон Алматинской области для развития отгонного животноводства. Здесь на значительной по площади территории распространены пресны и слабо солоноватые воды, пригодные для обводнения пастбищ.По их оценкам, только в Балхашском артезианском бассейне прогнозные реурсы пресных вод с минерализацией до 1 г/л составляют 5253,98 тыс.$м^3$/сут, а с минерализацией 1- 3 г/л, также пригодные для водопоя скота - 7456,32 тыс.$м^3$/сут.

Исследования последних лет, проведенные автором в Институте гидрогеологии и геоэкологии по рассматриваемой территории так же подтверждают высокие перспективы водообеспеченности пастбищных массивов Алматинской области. На карте водообеспеченности (рисунок 5.3) выделяются четыре района: а) высоко перспективная, б) перспективная, в) низко перспективная, г) бесперспективная.

А. На данной карте выделены районы по степени водообеспеченности ресурсами подземных вод премущественно с минерализацией до 3 г/л., которые в свою очередь подразделяются на следующие подрайоны, в количестве 4-х, различающиеся по цвету:

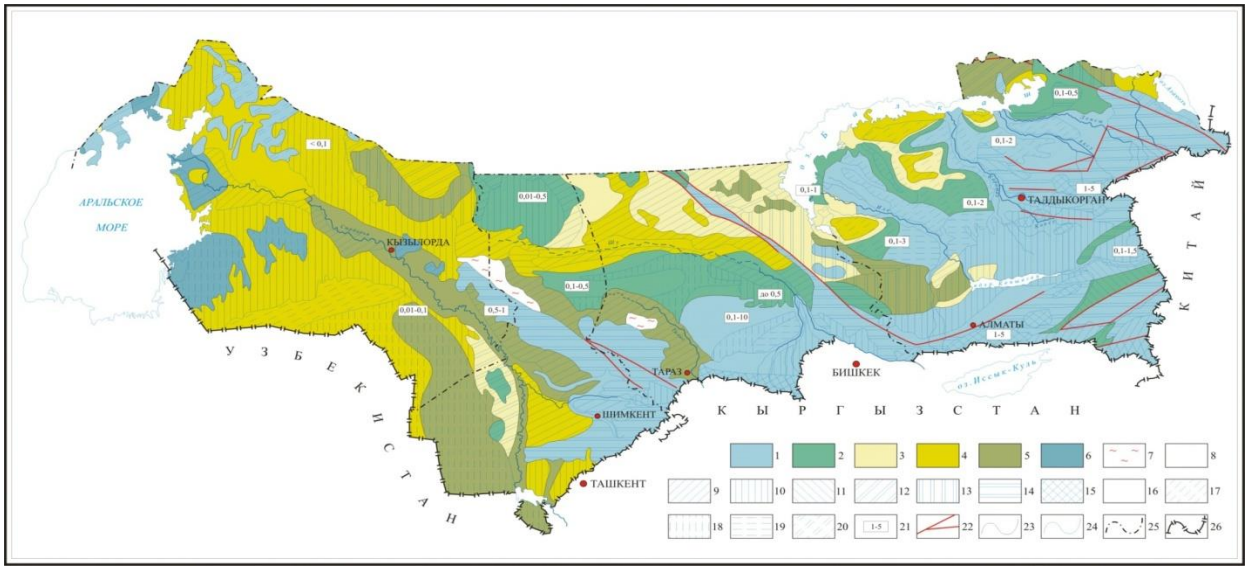
1) хорошо водообеспеченные с модулями эксплуатационных ресурсов подземных вод принятых в количестве 300-10 000 $м^3$/сут при непрерывном процессе извлечении воды;

2) удовлетворительно водообеспеченные. Модули эксплуатационных ресурсов подземных вод составляют 30-300 $м^3$/сут также при непрерывном процессе извлечении воды;

3) слабо водообеспеченные, Модули эксплуатационных ресурсов подземных вод составляют 1,0 -30 м^3/сут также при непрерывном процессе извлечении воды;

4) сильно расчлененные и дренированные горные районы с различной степенью водообеспеченности.

Б. Кроме того на представленной Карте водообеспеченности даны прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод, выделенных подрайонов в пределах Алматинской области, перспективных для последующего освоения, в м^3/с., тыс. м^3/сут. Эти данные показаны кружками, внутри которых фигурируют расчетные величины.



1- I – Преобладающая минерализация подземных вод (г/л): 1 – до 1 (пресные); 2 – 1-3 (слабосолоноватые); 3 – 3-5 (солоноватые); 4 – >5 (слабосоленые и соленые); 5 – до 3 (пресные и слабосолоноватые); 6 – пёстрые с преобладанием пресных и слабосолоноватых; 7 – участки безводные.II–Преобладающиеглубины залегания подземных вод (м):8 от1до5;9–5-10; 10 – 10-30; 11 – 50-100; 12 – до 15; 13 – до 30; 14 – до 50; в песчаных массивах (а–в межбугристых и межгрядовых понижениях, б–под буграми и грядами): 16 – а) до 5, б) 5-15; 17 – а) 5-10, б) 10-30; 18 – а) 10-30, б) 30-50; 19 – а) 30-50, б) 50-100; 20 – а) до 15. III – Прочие знаки: 21 – интервалы дебитов водопунктов (родников, скважин, колодцев), л/с; 22 – региональные тектонические разломы; 23 – границы минерализации и глубин залегания подземных вод; 24 – границы глубин залегания подземных вод, не совпадающие с границами минерализации; 25 – границы областей; 26 – государственная граница Республики Казахстан.

Рисунок 5.2 - Схематическая гидрогеологическая карта первых от поверхности водоносных горизонтов пастбищных территорий Южного Казахстана

5.4 Выводы по Разделу 5

Дана количественная оценка естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод по территории пастбищных массивов Алматинской области и построена Карта водообеспеченности масштаба 1: 500 000.

Гидрогеолого-экологические исследования и оценка кормовых запасов позволили выявить наиболее перспективные участки пастбищных территорий

с хорошей обеспеченностью как по кормовым ресурсам, так и по водообеспеченности.

Выявленные ресурсы и запасы подземных вод пастбищных территорий вполне достаточны для обеспечения животноводческих хозяйств для водопоя скота. Одним из выводов, полученных в результате совместных исследований по оценке кормозапасов и водообеспеченности пастбищ является необходимость восстановления водной инфраструктуры

Данная методика была продолжена и при исследованиях всех оставшихся областей Южного Казахстана на следующих этапах научных исследований.

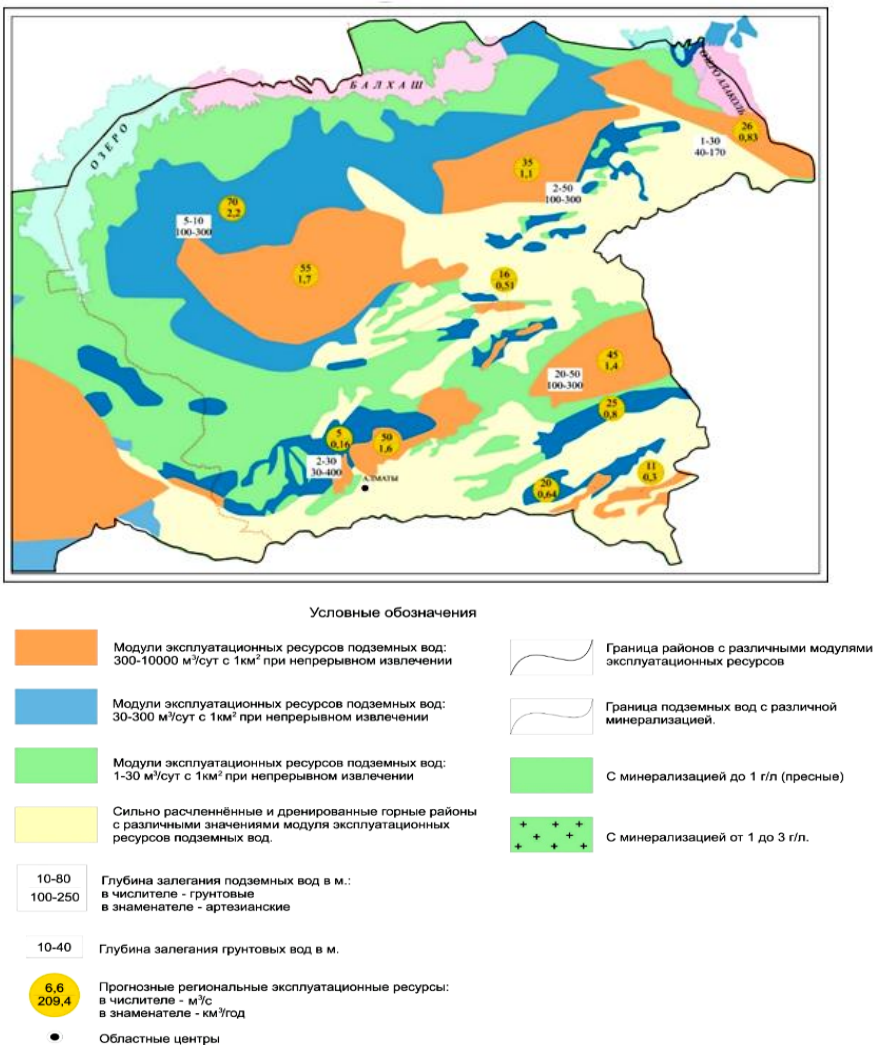


Рисунок 5.3 - Прогнозная карта водообеспеченности пастбищных угодий Алматинской области Республики Казахстан

Таблица 5.4 - Прогнозная потребность в питьевой воде живодноводческой отрасли на пастбищных угодияхАлматинской области

№ п/п	Административные районы	Общая площадь пастбищных угодий (тыс.га)	Возможно-допустимое кол-во поголовья скота на пастбищных угодьях (тыс.поголовья)	Суточный расход воды на содержание поголовья на пастбищных угодьях $м^3$/сут
1	2	3	4	5

1	Аксуский	1031	59,4	2435,4
2	Алакольский	1454,7	167	6847
3	Балхашский	1746,3	116,4	4772,4
4	Енбекшиказах-	536	13,2	541,2
5	Ескелдинский	506,6	15	615
6	Жамбылский	1602,3	129	5289
7	Илийский	543,5	14,4	590,4
8	Карасайский	99,1	1,2	49,2
9	Каратальский	1753,9	7,8	319,8
10	Кербулакский	761,4	34,8	1426,8
11	Коксуский	599,1	68,3	2800,3
12	Панфиловский	594,8	99,6	4083,6
13	Райымбекский	877,9	44,6	1828,6
14	Сарканский	1705,2	18,6	762,6
15	г,Капшагай	185,3	5,4	221,4
16	Уйгурский	492,3	16,2	664,2
Итого		**14489,4**	**810,9**	**33246,9**

Примечание: нормы расхода воды на поение в л/сут : КРС -65 ; овцы-8; лошади -50.

В настоящей таблице приведен средний расход воды на содержание поголовья 41 л/сут.

6ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В КЫЗЫЛ-ОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучение подземных вод пастбищных массивов, оценка их кормовых запасов, использование доброкачественных неглубоко залегающих естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод и разработка мер по улучшению экологического состояния пастбищ Кызылординской области - главная задача, которую необходимо решать в первую очередь. На данной территории в связи с усыханием Аральского моря произошло занчительное изменение климата и снижение водности.

Среди первоочередных задач являются:

– изучение гидрогеологических условий для целей обводнения пастбищных массивов Кызылординской области;

– разработка методологии и выявление средообразующих факторов на пастбищных массивах, гидрогеологическое и ландшафтное районирование, стратификация подземных вод.

6.1 Характеристика гидрогеологических условий пастбищных массивов Кызылординской области

Гидрогеологические исследования и геолого-поисковые работы подземных вод на территории Кызылординской области в рассматриваемый период в основном были направлены на реализацию госпрограммы «Ак булак», в соответствии с которой велись работы по разведке и обустройству имеющихся месторождений подземных вод в первую очередь для водоснабжения сельских населенных пунктов. Помимо фондовых материалов велась работа по созданию банка гидрогеологических данных пастбищных массивов в пойме реки Сырдарьи. Собраны данные о состоянии водной инфраструктуры на пастбищных массивах этих районов. Велись сбор фактического материала и литературных источников по проблемам широкого использования подземных вод для отгонного животноводства в Кызылординской области [32,с.41-52;63,с.141-146;64,с.412-421;65,с.16-82;66,с.12-180;67,с.15-41;68,с.152-241].

Гидрогеологические условия Кызылординской области отличаются от остальных областей Южного Казахстана тем, что подземные воды гидрогеологических структур получают свое питание далеко за ее пределами в горных массивах Кураминского, Чаткальского хребтов на территории Узбекистана и Угамского, Коржынтауского на Казахстанской части. Если территория Южно-Казахстанской области имеет сходство с Жамбылской, где имеются горы на юге и равнины на севере, то Кызылординская целиком представляет собой равнину, большая часть которой занята широкой долиной р.Сырдарьи и песчано-грядовыми и бугристыми массивами Кызылкумов, Приаральских Каракумов и Арыскумов.

Гидрогеологические условия области характеризуются наличием гидрогеологических структур первого порядка: гидрогеологических массивов и

предгорных впадин, занятых обширными артезианскими бассейнами. В соответствии со структурно-гидрогеологическим районированием Ж.С.Сыдыкова в пределах описываемой территории выделяются следующие гидрогеологические единицы первого порядка: А. Гидрогеологические массивы докаледонско-каледонской складчатости – Большекаратауский; Е. Герцинский геоструктурный комплекс - Талас-Угамский; Б. Гидрогеологические бассейны: Шу-Сарысуский (первого порядка), состоящий из двух бассейнов второго порядка (с юга на север): Пришуского и Присарысуского; Приаральско-Торгайский (в основном занимает территорию Кызылординской области) бассейн первого порядка, состоящий из Присырдарьинского (основная часть) и небольших смежных частей Северо-Приаральского и окраинной части Торгайского бассейна второго порядка.

По левобережью Сырдарьи - обширные пространства бугристо-грядовых песков Кызылкумов, прорезаемых сухими руслами Жанадарьи и Куандарьи; по правобережью встречаются возвышенности (Егизкара, 288 м), участки песков (Арыскум и др.), неглубокие котловины, занятые солончаками. На севере - массивы бугристых песков (Малые Барсуки и Приаральские Каракумы). На крайнем юго-востоке в пределы Кызылординской области заходят северо-западные отроги хребта Каратау (высота до 1419 м).

Кызылординская область бедна поверхностными водотоками. Единственная река Сырдарья пересекает область с юго-востока на северо-запад. Она имеет снежно-ледниковое питание в горах и растянутый паводок. Средний многолетний расход реки - 681, максимальный 2140 $м^3$/сек. Наблюдениями установлено, что расход Сырдарьи по потоку уменьшается. Это происходит в результате фильтрации воды в подстилающие русло песчано-глинистые и гравелистые отложения. Для защиты от паводков вдоль берегов реки построены дамбы; в 1956 на реке Сырдарья сооружена Кзыл-Ординская плотина; в 1958 по руслу Жанадарьи пропущены воды реки для орошения полей и обводнения пастбищ.

Кроме того, в течение всего вегетационного периода и во время паводков Сырдарьи огромное количество воды уходит через искусственные каналы, арыки и старицы. Таким образом, Сырдарья на всем своем протяжении участвует в питании грунтовых вод и является одним из важных источников пополнения их запасов. На западе области расположено Аральское море, вода в нем соленая.

Малое количество атмосферных осадков, высокая температура воздуха и большая испаряемость при ограниченном развитии поверхностных водотоков наложили определенный отпечаток на формирование подземных вод описываемой территории.

Грунтовые воды приурочены к различным типам пород: песчано-эоловым массивам, аллювиальным и озерно-морским отложениям четвертичного возраста, нерасчлененным неоген-нижнечетвертичным отложениям, породам неогена, мела, а также к аллювиально-пролювиальным отложениям, слагающим склоны гор Каратау. Напорные воды порового типа связаны преимущественно с широко распространенными верхнемеловыми отложениями. Здесь

встречаются подземные воды различных типов. Нами они рассматриваются по следующим пастбищным территориям:

- горный район (У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов);
- предгорная равнина северо-западной части Каратау (М. Х. Джабасов);
- бугристо-грядовая равнина Северных Кызылкумов, Присырдарьинская аллювиальная равнина (У. М. Ахмедсафин, З. Т. Дубровина, М. Х. Джабасов, В. И. Дмитровский);
- бугристо-грядовая равнина Приаральских Каракумов, равнины Северного Приаралья, Тургайская столово-останцовая равнина (У. М. Ахмедсафин, З. Т. Дубровина);
- бугристо-грядовая равнина Арыскумы (У. М. Ахмедсафин, З. Т. Дубровина, М. Х. Джабасов);
- Присарысуйские равнины (У. М. Ахмедсафин, М. Х. Джабасов).

На указанных пастбищных территориях грунтовые воды приурочены к различным возрастно-литологическим комплексам (горизонтам) пород: песчаным эоловым массивам, аллювиальным и озерно-морским отложениям четвертичного возраста, нерасчлененным неоген-нижнечетвертичным отложениям, породам палеогена и мела, а также к аллювиально-пролювиальным отложениям, слагающим склоны Каратау, и кристаллическим породам палеозоя хр. Каратау.

Напорные воды порового типа связаны преимущественно с широко распространенными верхнемеловыми отложениями

6.1.1 Гидрогеологические условия пастбищных массивов горных регионов Кызылординской области

К горному региону отнесена северо-западная часть хр. Каратау, представляющая собой низкогорье, снижающееся в северо-западном направлении (абсолютные отметки 498 - 269 м). Поверхность расчленена логами и ущельями, по которым весной стекают временно действующие немногочисленные водотоки. Хребет сложен породами до палеозойского и палеозойского возраста (сланцы, песчаники, конгломераты, известняки), пронизанными сетью трещин различного генезиса, Породы сильно дислоцированы и метаморфизированы, для известняков характерен карст. К этим породам приурочены трещинные и трещинно-карстовые подземные воды.

Трещинные воды в зависимости от расчлененности рельефа залегают на различных глубинах (до 100 *м)*. Питаются они путем инфильтрации атмосферных осадков и снеготалых вод. Разгружаются подземные воды в виде источников по логам и саям. Качество подземных вод хорошее, минерализация не превышает 1 г/л. Состав воды гидрокарбонатный кальциевый. Несмотря на значительную трещиноватость, породы слабоводообильны, так как северо-западная часть Каратау отличается небольшими абсолютными отметками и незначительным количеством выпадающих атмосферных осадков. Можно предположить, что расходы водопунктов будут составлять 8-43, реже 260-350

м^3/сутки**.** Из-за слабой изученности этой территории ресурсы вод не подсчитывались. Хорошее качество позволяет рекомендовать трещинные воды для водопоя скота и мелкого сельскохозяйственного водоснабжения. Эксплуатировать их можно путем каптажа родников и скважинами глубиной 80-100 м.

*Трещинно-карстовые воды***,** связанные с известняками и песчаниками, распространены на небольшой площади. Глубина залегания воды 30-50м.На отдельных участках трещинно-карстовые воды выходят на поверхность в виде родников. Формируются они путем инфильтрации атмосферных осадков. Качество воды хорошее, минерализация не более 0,5 *г/л,* состав гидрокарбонатный кальциевый.

Дебиты родников и расходы скважин изменяются от 860 до 10 000 м^3/сутки,но чаще составляют 860-2500 м^3/сутки.

Вековые ресурсы трещинно-карстовых вод (на площади 760 км^2 при коэффициенте водоотдачи 0,03 и мощности водоносного горизонта 15 *м* оцениваются в 342 млн. *м*^{3}. Водообеспеченность 1 км^2 составляет 0,5 млн. м^3**.** При извлечении половины этих запасов в течение 50 лет можно получить около 0,18 м^3/сек воды.

Ежегодно возобновляемые ресурсы при модуле подземного стока 3,1 л/сек с 1км^2 равны 2,3 м^{3}сек. Общие эксплуатационные ресурсы достигают 2,48 м^3/сек*,* или 5 м^3/сек при нормальном использовании в дневные часы и вегетационные периоды.

6.1.2 Гидрогеологические условия пастбищных массивов предгорной равнины северо-западной части Каратау

На предгорной равнине северо-западной части Каратау развиты грунтовые воды, циркулирующие в песчано-глинистых образованиях, которые к долинам рек Сырдарьи и Шу постепенно сменяются песчаными и песчано-гравийными отложениями. Преобладающая глубина подземных вод в них составляет 5–10м. Формируются эти воды в период весеннего снеготаяния и инфильтрации атмосферных осадков. Качество вод хорошее, минерализация их 1-3 г/л.

К аллювиально-пролювиальным отложениям предгорной равнины приурочены грунтовые воды, циркулирующие в песчано-галечниковых образованиях, которые к долинам рек Сырдарьи и Шу постепенно сменяются песчаными и песчано-глинистыми отложениями. Преобладающая глубина залегания грунтовых вод 5-10 м. Формируются грунтовые воды аллювиально-пролювиальных отложений в основном за счет фильтрации (до 30-50%) поверхностных водотоков, возникающих в периоды весеннего снеготаяния, и инфильтрации атмосферных осадков. Частично питание осуществляется за счет трещинных вод, поступающих с горных областей. Ежегодно возобновляемые ресурсы (при модуле подземного стока 1,2 л/сек с 1 км^2 на площади 2800 км^2) составляют 3,3 м^3/сек.

Качество грунтовых вод хорошее, минерализация не превышает 3 г/л, состав преимущественно сульфатный натриевый. Скважина, пройденная в 10 км

к юго-востоку от колодца Соркудук, вскрыла слабосолоноватые (минерализация 1,1 г/л*)* сульфатные натриевые воды с температурой 9°С. Содержание отдельных ионов при этом равнялось (мг/л): сульфатов -0,426(23%), хлоридов - 0,191 (14%), гидрокарбонатов - 0,293 (13%), натрия и калия - 0,233 (28%), кальция - 0,097 (12%), магния - 0,049 (10%).

Производительность выработок незначительная. Дебиты скважин изменяются от десятых долей до 17-172 $м^3$/сутки, реже больше, при понижении уровня воды на 1-3 м. Ресурсы грунтовых вод только на пастбищных территориях составляют 2500 млн. $м^3$ (на площади 2800 $км^2$ при средней мощности водоносных пород 5 м, коэффициенте водоотдачи 0,18), или около 1 млн. $м^3$ на 1 $км^2$. Эксплуатация половины этих запасов в течение 50 лет позволит ежесекундно извлекать 0,8 $м^3$ воды. Прогнозные эксплуатационные ресурсы оцениваются в 4,1 $м^3$/сек. При использовании только в дневные часы и вегетационные периоды их можно увеличить до 8 $м^3$/сек. Грунтовые воды можно широко использовать не только для обводнения пастбищ, но и для водоснабжения мелких населенных пунктов.

6.1.3 Гидрогеологические условия пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины Северных Кызылкумов

Северные Кызылкумы, расположенные на юге Кызылординской области, в зоне пустынь, являются основными пастбищными территориями. Площадь их составляет 25 тыс. $км^2$. Рельеф песчаной пустыни бугристо-грядовый, для юго-восточной части характерны развеваемые пески и отдельные барханы. Межгрядовые понижения заняты такыровидными равнинами, в которых весной накапливаются талые воды и атмосферные осадки.

Грунтовые воды в Северных Кызылкумах приурочены к эоловым мелко- и среднезернистым часто пылеватым пескам мощностью до десятков метров. Глубина залегания грунтовых вод зависит от форм рельефа песчаной пустыни. В небольших понижениях, котловинах выдувания и бугристых песках она составляет обычно 5-15 м. На таких участках грунтовые воды вскрываются колодцами и широко используются местным населением. На равнинных участках, в межгрядовых понижениях и под самими грядами глубина залегания уровня грунтовых вод увеличивается до 25 - 30 м.

Основным источником пополнения запасов грунтовых вод эоловых песков являются атмосферные осадки, особенно зимне-весеннего периода, когда их выпадает до 67-80%. Скапливаясь на обнаженных склонах в виде снежных сугробов, с наступлением теплого периода они просачиваются в хорошо проницаемые песчаные отложения. Расходуются грунтовые воды в основном путем транспирации растениями и испарением.

Минерализация грунтовых вод эоловых отложений тесно связана с климатическими условиями и составом водовмещающих пород. В юго-восточной части Северных Кызылкумов, где выпадает наибольшее количество осадков, на участках подвижных песков и барханов с значительным количеством круп-

нозернистых фракций на поверхности минерализация грунтовых вод не превышает 0,2-2,5 г/л. Состав их гидрокарбонатный кальциевый и гидрокарбонатный натриевый (таблица 6.1). Участки грядовых песков содержат грунтовые воды повышенной минерализации. К обширным понижениям, где условия для выщелачивания наиболее благоприятны, приурочены соленые воды и даже рассолы хлоридного натриевого состава. Дебиты скважин, вскрывших десятиметровую толщу водоносных песков, колеблются от 8 до 25 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 1-3 м. При большем понижении в хорошо оборудованных скважинах и колодцах можно получить до 86 - 173 $м^2$/сутки воды.

Таблица 6.1 -Химический состав грунтовых Северных Кызылкумов

Пункт наблюдений	Минерализация, г/л	Анионы, г/л / % экв			Катионы, г/л / % экв		
		HCO'_3	SO_4''	Cl'	Ca^{**}	Mg^{**}	Na^*+K^*
Скв. 893-13,5 км к юго-востоку от кол. Аккудук, IV надпойменная терраса р. Сырдарьи	0,34	0,244 / 33,0	0,081 / 14,0	0,013 / 3,0	0,044 / 17,5	0,14 / 10,0	0,061 / 22,5
Скв. 915 – надпойменная терраса р. Сырдарьи	0,33	0,231 / 36,5	0,048 / 9,5	0,138 / 4,0	0,052 / 24,8	0,008 / 7,2	0,043 / 18,0
Скв. 920-55 км к юго-востоку от кол. Аккудук, IV надпойменная терраса р. Сырдарьи	0,67	0,305 / 21,1	0,056 / 4,8	0,208 / 24,1	0,064 / 13,5	0,011 / 3,2	0,183 / 33,1
Скв. 628-18 км к север-северо-западу от кол. Коскудук, в межбугристом понижении	1,8	0,207 / 5,3	0,240 / 7,8	0,841 / 36,6	0,124 / 9,8	0,104 / 13,4	0,397 / 26,8
Скв. 627-21 км к север-северо-востоку от кол. Коскудук, у песчаной гряды	4,5	0,756 / 8,5	1,095 / 15,2	1,391 / 26,2	0,054 / 1,8	0,108 / 5,9	1,446 / 42,2
Скв. 631-11 км к северу от кол. Каракудук, в понижении	7,8	0,183 / 1,1	0,576 / 4,4	4,244 / 44,2	0,249 / 4,7	0,285 / 5,8	2,269 / 39,4
Скв. 632-13 км к север – северо- востоку от кол. Каракудук	13,4	0,402 / 1,4	3,484 / 16,3	5,079 / 32,2	0,437 / 4,9	0,495 / 9,1	3,709 / 36,0
Скв. 636-23 км к запад-северо-западу от кол. Каракудук, в межбугристом понижении	24,0	0,244 / 0,5	6,816 / 17,6	9,106 / 31,8	0,308 / 2,0	1,315 / 13,3	6,424 / 34,6
Скв. 511-9 км от кол. Егизкок, в межбарханном понижении	34,7	0,56 / 1,5	7,94 / 14	14,2 / 34,5	0,847 / 4,0	1,127 / 8,0	10,1 / 38,0

Вековые ресурсы пресных и слабосолоноватых грунтовых вод Северных Кызылкумов составляют 28,8 млрд. $м^3$ (на площади 6400 $км^2$ при средней мощности водоносного горизонта 30 м и водоотдаче 0,15), или 4,5 млн. $м^3$ на 1 $км^2$. При непрерывной эксплуатации половины запасов в течение 100 лет можно извлечь до 4 $м^3$/сек воды. Ежегодно возобновляемые ресурсы при модуле подземного стока 0,3 л/сек с 1 $км^2$ (Ахмедсафин и др., 1967) равны 1,9 $м^3$/сек. Тогда общие эксплуатационные запасы достигнут 6 $м^3$/сек. При нормальном использовании в дневные часы можно получить до 12 $м^3$/сек воды. Для эксплуатации грунтовых вод эоловых песков рекомендуются шахтные колодцы глубиной 15-20 и трубчатые колодцы глубиной 30-50 м.

Пресные и слабосолоноватые воды Северных Кызылкумов вполне пригодны для обводнения пастбищ, оазисного орошения и сельскохо-зяйственного водоснабжения.

6.1.4 Гидрогеологические условия пастбищных массивов Присырдарьинской аллювиальной равнины

Рассматриваемые пастбищные территории занимают центральную часть Кызылординской области и являются основными ее сельскохозяйственными угодьями. Равнина (шириной до 60-100 км) представляет собой слегка волнистую, с общим уклоном на северо-запад, территорию. Поверхность ее местами покрыта бугристо-грядовыми песками, пересечена сухими руслами рек Жана-Дарьи, Куан-Дарьи, системой оросительных каналов и старых протоков.

В геологическом строении описываемой территории принимают участие четвертичные и меловые отложения, содержащие подземные воды грунтового и напорного типов.

Грунтовые воды связаны со средне- и верхнечетвертичными аллювиальными отложениями, которые образуют четыре хорошо выраженные в рельефе террасы, сложенные в верхней части разреза пылеватыми суглинками, супесями, различными песками с прослоями глин, а в нижней - гравелистыми и песчаными отложениями.

Водоупорные линзы и прослои маломощны, поэтому весь комплекс четвертичных отложений рассматривается как единый водоносный горизонт. Мощность аллювиальных отложений увеличивается от дельты реки на восток и в районе Кызылорды составляет 67 м. В междуречье Куан- Дарьи и Еске-Дарьялыка (степь Джусалы), на второй надпойменной такырной террасе «Дарьялыктакыр», водовмещающие отложения представлены глинистыми разнозернистыми песками, суглинками, супесями мощностью 10 - 19 м. Мощность аллювиальных отложений вдоль сухого русла Жана-Дарьи достигает 40 - 45 м. В восточной части равнины на аллювиальных террасах р. Сырдарьи распространены эоловые отложения, вытянутые в виде гряд меридионального направления. Гряды и бугры сложены песками, происхождение которых связано с перевеванием отложений р. Сырдарьи.

В пределах равнины наблюдается зональное изменение глубин залегания грунтовых вод. В прирусловой полосе на расстоянии до 2 км, на всей орошаемой территории и пониженных участках, где развито рисосеяние, уровень грунтовых вод находится на глубине 1-5 м. Иногда подземные воды выходят на поверхность, образуя заболоченные участки. С удалением от описанных территорий, на повышенных орошаемых участках и вдоль сухих русел глубина залегания уровня грунтовых вод увеличивается до 5 - 10 м. Далее на север и юг (междуречье Куан-Дарьи и Еске-Дарьялыка, на террасе «Дарьялыктакыр» и среди песчаных массивов) она возрастает до 10 - 18 м и реже более. Питание водоносный горизонт аллювиальной долины получает за счет фильтрации воды из р. Сырдарьи и атмосферных осадков.

Колебания уровня подземных вод на территории, находящейся в зоне

влияния р. Сырдарьи, целиком зависит от изменения уровня воды в реке. Максимальная амплитуда колебания 3,25 м приурочена к концу мая - началу июня, когда по реке проходит паводок. Низкий уровень падает на декабрь - февраль. Дальше от реки, где ее влияние уже не сказывается, амплитуда колебания уровня грунтовых вод не превышает 1 м. Качество грунтовых вод аллювиальной равнины очень разнообразно. Здесь нередко наблюдается резкая смена пресных вод солеными. Грунтовые воды с минерализацией1 - 3 г/л характерны для прирусловой части долины р. Сырдарьи, территорий вблизи ирригационных каналов и для долин сухих русел Жана-Дарьи, Куан-Дарьи и Еске-Дарьялык. Кроме того, колодцы у больших бугров эолового происхождения также вскрывают слабосолоноватые воды с минерализацией 1,8-2,5 г/л Состав грунтовых вод преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный натриевый и сульфатный натриево-магниевый, аналогичен составу воды в р. Сырдарье, что подтверждает взаимосвязь грунтовых вод с поверхностными. Слабосоленые воды с минерализацией 5 - 10 г/л распространены на участках, прилегающих к орошаемым территориям и брошенным, давно неорошаемым землям, которые превратились в пухлые солончаки. Воды здесь имеют сульфатный натриевый и хлоридный натриевый состав. Соленые воды с минерализацией 15 г\л и более хлоридного состава развиты на такырной и такыровидной равнинах, а также в межгрядовых понижениях среди песков. Таким образом, по всей равнине отмечается увеличение минерализации грунтовых вод с удалением от русла Сырдарьи, сухих русел и действующих оросительных каналов. В долине р. Сырдарьи расходы скважин составляют 5-43 $м^3$/сутки. С углублением в водоносный горизонт прирусловой части долины дебиты выработок возрастают. Скважина (у г.Кызылорды), вскрывшая восьмиметровую толщу песка на глубине 38 м, дала расход 950 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 19 м. Менее водообильные отложения в междуречье Куан-Дарьи и Еске-Дарьялыка, что объясняется слабыми фильтрационными и водоотдающими свойствами водовмещающих пород. Поэтому расходы выработок здесь составляют 0,1-20 $м^3$/сутки при понижении уровня воды 0,5-4 м.

Ресурсы грунтовых вод пастбищных территорий Присырдарьинской равнины огромны. Многолетние запасы их в Кызылординской области (на площади 11600 $км^2$ при средней мощности водоносного горизонта 10 м и водоотдаче 0,15) исчисляются в 17,4 млрд. $м^3$, или 1,5 млн. $м^3$ на 1 $км^2$. При непрерывной сработке половины запасов в течение 100 лет можно получить 2,8 $м^3$/сек воды. Возобновляемые запасы солоноватых и пресных грунтовых вод на площади 7250 $км^2$ при модуле подземного стока 1 л/сек с 1 $км^2$ составляют 7,3 $м^3$/сек и 0,4 $м^3$/сек на площади 4350 $км^2$ при модуле подземного стока 0,1 л/сек с 1 $км^2$. Общие эксплуатационные запасы пресных и солоноватых вод равнины оцениваются в 10,5 $м^3$/сек. Многолетние запасы грунтовых вод песчаных массивов, развитых в дельте Сырдарьи (юг - юго-восточнее г. Новоказалинска), исчисляются в 2,2 млрд. $м^3$ (на площади 1000 $км^2$ при мощности 15 м и коэффициенте водоотдачи 0,15). При эксплуатации половины запасов в течение 50 лет ежесекундно можно извлекать 0,7 $м^3$ пресной воды. Ежегодно

возобновляемые запасы (при модуле подземного стока 0,1 л/сек с 1 км^2) составляют 0,2 м^3/сек, а общие эксплуатационные - 0,9 м^3/сек. В целом эксплуатационные ресурсы грунтовых вод Присырдарьинской аллювиальной равнины равны 11,4 м^3/сек, или 22,8 м^3/сек при нормальном использовании в дневные часы и вегетационные периоды.

Напорные воды, заключенные в меловых отложениях Кызылкумской депрессии, образуют огромный артезианский бассейн, впервые установленный У. М. Ахмедсафиным в 1954 г. Сложен он преимущественно глинами, песками, песчаниками общей мощностью около 300 - 1300 м. Водоносными являются пески, песчаники, залегающие среди глин в виде выдержанных по площади слоев. Мощность их изменяется от 60-80 до 300 м (Ахмедсафин, 1961).

Глубина залегания кровли водоносного комплекса колеблется в основном от 150 до 300 м, увеличиваясь в сторону Арысской и Келесской депрессий до 1000 м. Наименьшие глубины (до 100 м) отмечаются у юго-западного склона хр. Каратау и на Джусалинском поднятии, ранее гор Букантау. Воды повсеместно напорные, самоизливающиеся. Величина напора над устьем скважины возрастает с приближением Аральскому морю до 44 м, а в непосредственной близости от моря уменьшается до 10-20 м. Пьезометрические уровни обычно устаиваются выше поверхности земли на 3-15 м.

Формируются артезианские воды в основном за счет подтока трещинно-карстовых и трещинных вод и инфильтрации атмосферных осадков , а также поступления напорных вод из Арысского и Келесского артезианских бассейнов. Небольшую роль в питании напорных вод играет Джусалинское поднятие.

Напорные воды верхнемеловых отложений относятся к пресным, слабосолоноватым и отчасти соленым (таблица 6.2). Наиболее пресные воды сульфатно-хлоридного и натриевого состава развиты в предгорьях Каратау. С удалением от гор минерализация воды постепенно возрастает до 3 г/л и воды становятся хлоридными натриевыми. Вблизи зоны разгрузки величина сухого остатка местами увеличивается до 5-10 г/л. Производительность скважин, пройденных в верхнемеловых отложениях, высокая. Расходы чаще всего варьируют от 258 до 1280 м^3/ сутки при понижении уровня воды на 5-20 м, а дебиты некоторых скважин достигают 1720 - 3456 м^3/ сутки.

Вековые запасы пресных и солоноватых напорных вод в Кызылординской области составляют 825 млрд. м^3 (на площади 110 тыс. км^2 при средней мощности водоносного горизонта 50 м и водоотдаче 0,15). Водообеспеченность 1 км^2 площади - 8 млн. м^3. При эксплуатации напорных вод Кызылкумского артезианского бассейна в течение 100 лет можно получать ежесекундно до 130м^3 воды, или 260 м^3/сек при нормальном использовании в дневные часы.

Большие ресурсы слабоминерализованных напорных вод Кызылкумского артезианского бассейна позволяют широко использовать их для оазисного орошения, обводнения пастбищ и водоснабжения населенных пунктов. Эксплуатировать их наиболее целесообразно скважинами глубиной 250-300 м.

Таблица 6.2 - Химический состав напорных верхнемеловых отложений Кызылкумского артезианского бассейна

Пункт наблюдений	Минерализация, г/л	Анионы, г/л / % экв			Катионы, г/л / % экв		
		$HCO^{/}_3$	$SO_4^{//}$	$Cl^{/}$	Ca^{**}	Mg^{**}	$Na^{*}+K^{*}$
Скв. 1109- Сырдарьинский район	0,96	0,181 10,0	0,301 20,0	0,22 20,0	0,008 1,0	0,004 1,0	0,34 48,0
Скв. 1161-III надпойменная терраса р. Сырдарии	1,2	0,207 8,0	0,395 20,9	0,281 21,0	0,007 1,0	0,002 0,5	0,436 48,4
Скв.1336-12 км к северу от кол. Коске, борт сухого русла	1,3	0,238 9,0	0,369 18,0	0,348 23,0	0,015 1,8	0,008 1,3	0,458 46,9
Скв.1346 – второй Косчинский массив	1,34	0,195 8,2	0,383 20,3	0,296 21,4	0,03 3,8	0,012 2,7	0,521 43,4
Скв. 44-100 км к юг- юго-западу от г. Казалинска, II терраса р. Сырдарии	1,7	0,203 8,5	0,329 13,0	0,554 28,5	0,026 3,1	0,011 1,3	0,672 45,5
Скв46-102 км к юго-востоку от г. Казалинска, в межбарханном понижении	1,83	0,268 7,5	0,421 14,5	0,69 28,0	0,015 1,2	0,005 0,8	0,662 48,0
Скв. 59-145 км к юго-западу от г. Казалинска, на слабовсхолменной поверхности	3,4	0,293 4,5	0,451 8,0	1,526 37,5	0,024 0,9	-	1,294 49,0

6.1.5 Гидрогеологические условия пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины Приаральских Каракумов

Приаральские Каракумы расположены в северо-западной части Кызылординской области и занимают площадь в 12 тыс. км^2. Они объединяют песчаные массивы Баршакумы, Жинишкекумы и Муюнкумы, характеризующиеся бугристо-грядовым рельефом. Наиболее изученными являются эоловые пески северо-западной части Приаральских Каракумов, где высота гряд обычно составляет 8-12, иногда 40-45 м. Межгрядовые понижения заняты котловинами выдувания и такырами. Такырные понижения, которые порой тянутся на десятки километров, покрыты тонким глинистым слоем и служат участками, где происходит сбор зимне-весенних атмосферных осадков и частичная их фильтрация в песчаные отложения. Большая часть накопленной влаги испаряется.Запасы грунтовых вод Приаральских Каракумов формируются в основном за счет зимнее-весенних атмосферных осадков. Качество грунтовых достаточно хорошее. Под буграми, на участках незакрепленных песков преобладают пресные воды с минерализацией до 1 г/л. По мере приближения к усыхающему Аральскому морю она растет, а в соровых понижениях за счет испарения нередко достигает 10-35 г/л.

На рассматриваемой территории широко распространены поровые грунтовые воды, которые залегают в мелко - и среднезернистых кварцево-полевошпатовых эоловых песках. Вскрытая мощность водоносного горизонта 2-16 м. Глубина залегания уровня грунтовых вод зависит от рельефа бугристо-грядовой равнины. В котловинах выдувания, на буграх и в небольших межгрядовых понижениях преобладают глубины от 1 до 7 м. Под грядами и обширными

такырными понижениями глубина залегания уровня грунтовых вод 7-15 м.

Запасы грунтовых вод в Приаральских Каракумах пополняются в основном за счет зимне-весенних атмосферных осадков. Режимные наблюдения в Муюнкумах показали, что при неглубоком залегании грунтовых вод в водоносный горизонт фильтруется до 50 % зимне-весенних осадков. Если учесть большую величину испарения летом, можно допустить, что на питание близко залегающих грунтовых вод идет 30 % атмосферных осадков.

Качество грунтовых вод эоловых песков хорошее. Под буграми, на участках незакрепленных песков преобладают пресные воды с минерализацией до 1 г/л гидрокарбонатного кальциевого и натриевого состава. С приближением к Аральскому морю в грунтовых водах повышается содержание сульфатов натрия. Минерализация грунтовых вод резко увеличивается в соровых понижениях и под такырами и нередко достигает 10-35 г/л. Преобладает хлоридный натриевый состав.

Производительность выработок, как правило, низкая – 17-43, иногда 86 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 2-4 м. В хорошо оборудованных фильтрами скважинах и шахтных колодцах, пройденных на всю мощность водоносного горизонта, можно получить до 220 $м^3$ воды в сутки.

Ресурсы грунтовых вод Приаральских Каракумов огромны. Вековые запасы их (на площади 11 тыс. $км^2$ при средней мощности водоносного горизонта 12 м и водоотдаче 0,15) достигают 20 млрд. $м^3$, или 1,8 млн. $м^3$ на 1 $км^2$. При непрерывной эксплуатации половины этих запасов в течение 100 лет можно получить 3,2 $м^3$/сек воды. Ежегодно возобновляемые ресурсы при модуле подземного стока 0,45 л/сек с 1 $км^2$ («Сток подземных вод Казахстана», 1964) составляют 5 $м^3$/сек пресных и слабосолоноватых вод. Таким образом, общие эксплуатационные запасы грунтовых вод Приаральских Каракумов оцениваются в 8,2 $м^3$/сек, или 16,4 $м^2$/сек при нормальном использовании в дневные часы и вегетационные периоды.

6.1.6 Гидрогеологические условия пастбищных массивов равнины Северного Приаралья

Пастбищные территории Северного Приаралья представляют собой слабоволнистую, наклоненную в сторону Аральского моря равнину, сложенную палеогеновыми и четвертичными отложениями, с которыми связаны подземные воды грунтового типа.

Водовмещающими породами являются светло-серые кварцевые пески континентального олигоцена, зеленовато-серые мелкозернистые, иногда с включением гравия, пески верхнего эоцена и песчано-глинистые аллювиальные, морские и озерно-морские четвертичные образования. На отдельных участках они перекрыты маломощными эоловыми песками. Здесь же встречаются совершенно безводные участки, состояние исключительно из глин. Глубина залегания уровня грунтовых вод 2-15 м. Мощность обводненной зоны 0,6-8, реже 16-23 м.

Питаются грунтовые воды путем инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков, которые имеют свободный доступ в эоловые пески и выходящие на поверхность песчаные отложения континентального олигоцена и верхнего эоцена. Кроме того, возможно подпитывание грунтовых вод за счет нижележащих напорных вод Восточно-Аральского артезианского бассейна и подтока грунтовых вод со стороны Тургайской низменности.

Минерализация грунтовых вод различна. Водам, приуроченным к эоловым пескам, свойственны минерализация 0,2-2 г/л, смешанный и гидрокарбонатный кальциево-натриевый состав. В песчаных отложениях континентального олигоцена и верхнего эоцена саксаульской свиты минерализация грунтовых вод 1-5 г/л, а состав сульфатный натриевый. На участках, где пески переслаиваются с плотными, иногда гипсоносными глинами, под такырами и в соровых понижениях содержание солей резко возрастает и воды становятся солеными (с минерализацией до 10 г/л и более). Грунтовые воды песчано-глинистых аллювиальных, морских и озерно-морских отложений характеризуются повышенной минерализацией (37-46 г/л и сульфатным натриевым и хлоридным натриевым составом. Дебиты выработок изменяются в широких пределах. Скважины, пройденные в песчаных отложениях палеогена, дали от 1,7 до 86, реже 172 $м^3$/сутки воды. В эоловых песках дебиты не превышали 43 $м^3$/сутки. Водообильность песчано-глинистых четвертичных осадков очень низкая.

Многолетние ресурсы грунтовых вод палеогеновых отложений (на площади 2400 $км^2$ при средней мощности водовмещающих пород 7 м и водоотдаче 0,1) оцениваются в 1,7 млрд. $м^3$, или 0,7 млн. $м^3$ на 1 $км^2$. При эксплуатации половины этих запасов в течение 50 лет можно ежесекундно извлекать 0,5 мг слабосолоноватых вод. Ежегодно возобновляемые ресурсы (при модуле подземного стока 0,15 л/сек с 1 $км^2$) составляют 0,7 $м^3$/сек. Следовательно, общие эксплуатационные запасы грунтовых вод песков палеогена равны 1,2 $м^3$/сек, или 2,4$м^3$/сек при нормальном использовании в дневные часы.

6.1.7 Гидрогеологические условия пастбищных массивов Тургайской столово-останцовой равнины

Пастбищные территории юга Тургайской столово-останцовой равнины расположены в зоне полупустынь и пустынь в северной части Кызылординской области и ограничены на юге долиной р. Сырдарьи. Здесь широко распространены грунтовые и напорные воды перового типа.

Грунтовые воды залегают в отложениях неоген-нижнечетвертичного, палеогенового и мелового возраста. Условия их залегания, распространения, водообильность, химический состав, литология и мощность весьма различны. Поэтому приводим описание их по отдельным водоносным комплексам. Грунтовые воды неоген-четвертичных грубопесчаных отложений вскрыты буровыми скважинами западнее и юго-западнее песчаного массива Арыскумы (севернее г. Кызылорды). Водовмещающими породами служат мелко- и среднезернистые пески с включением гравия мощностью 1-13 м, переслаивающиеся

с суглинками и глинами. Глубина залегания грунтовых вод изменяется от 3 до 15 м. Питаются грунтовые воды за счет атмосферных осадков. Минерализация колеблется от 0,6 до 15, чаще от 5 до 7 г/л, состав сульфатный и хлоридный натриевый. Расходы выработок очень низкие - не более 2-25 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 1-3 м.

Грунтовые воды меловых отложений установлены в северной части области на Кайнарбулакском и Нижнесырдарьинском поднятиях, они залегают в разнозернистых песках. На Кайнарбулакском поднятии грунтовые воды вскрыты колодцами в серых разнозернистых песках мелового возраста на глубине 1-6 м и скважинами на глубине 30 м. На Нижнесырдарьинском поднятии грунтовые воды залегают на глубине до 30 м среди толщи глин или зачастую покрыты чехлом засоленных песчано-глинистых отложений. Питаются грунтовые воды за счет атмосферных осадков, которые имеют свободный доступ в меловые пески, выходящие на поверхность на Кайнарбулакском поднятии, и частично просачиваются в нижележащие песчаные прослои. Пополнение грунтовых вод на Нижнесырдарьинском поднятии возможно также за счет напорных вод Кызылкумского артезианского бассейна.

Минерализация грунтовых вод очень разнообразна. В центральной части Кайнарбулакского поднятия, в песках, залегающих на поверхности, она составляет 1-3 г/л при гидрокарбонатном магниевом, гидрокарбонатном кальциевом и сульфатном натриевом составе. Здесь же наблюдается увеличение минерализации от центральной части поднятия к периферийной и с глубиной, где грунтовые воды залегают в песчаных прослоях среди глин. Вода становится слабосоленой и соленой (с минерализацией от 4 до 10 г/л и более) сульфатного и хлоридного натриевого состава. На Нижнесырдарьинском поднятии минерализация изменяется от 1,9 до 10 г/л, местами достигая 17-23 г/л. Высокая минерализация грунтовых вод объясняется тем, что породы мелового возраста зачастую перекрыты чехлом очень засоленных аллювиальных песчано-глинистых отложений. Дебиты водопунктов незначительны- 0,5-43, реже 173 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 1-3 м. Практическое значение имеют грунтовые воды меловых песков на Кайнарбулакском поднятии, где их можно извлекать с помощью шахтных колодцев.

6.1.8 Гидрогеологические условия пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины Арыскумы

В северо-восточной части области, в районе оз. Арыс, расположен песчаный массив Арыскумы, сложенный серо-желтыми кварцево-поле- вошпатовыми, часто пылеватыми мелкозернистыми песками мощностью 5-30 м. Арыскумы представлены бугристо-грядовыми песками с высотой грядов 10-15 м. Повсеместно эоловые пески содержат грунтовые воды. Мощность водоносного горизонта 4-16 м. Глубина залегания уровня грунтовых вод зависит от рельефа песчаной равнины.

В понижениях, у подножия гряд и на равнинах среди развиваемых песков они устанавливаются на глубине от 2 до 5 м. На повышенных участках, под

грядами грунтовые воды могут вскрываться на глубине 5-15 м. Питаются грунтовые воды в основном за счет просачивающихся весенне-зимних атмосферных осадков. Качество грунтовых вод хорошее. Минерализация 1,5-2,7 г/л, состав гидрокарбонатно-сульфатный натриевый, хлоридно-гидрокарбонатный натриевый, сульфатно-гидрокарбонатный магниево-кальциевый.

На такырах, в соровых понижениях минерализация возрастает до 8-12 г/л и вода становится хлоридной натриевой.

Производительность скважин и колодцев очень низкая - около 8-20 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 1-2 м. В хорошо оборудованных колодцах и скважинах, пройденных на всю мощность водоносного горизонта, дебиты можно повысить до 43-86 $м^3$/сутки.

В песчаных массивах (на площади 2100 $км^2$ при средней мощности эоловых песков 8 м и водоотдаче 0,12) многолетние запасы грунтовых вод исчисляются в 2 млрд. $м^3$. Водообеспеченность 1 $км^2$ - 0,9 млн.$м^3$. При эксплуатации половины запасов в течение 50 лет можно получить 0,63 $м^3$/сек слабосолоноватых вод. Возобновляемые ресурсы грунтовых вод Арыскумов составляют 0,6 $м^3$/сек (при модуле подземного стока 0,3 л/сек с 1 $км^2$). Общие эксплуатационные запасы оцениваются в 1,2 $м^3$/сек. При использовании в дневные часы и вегетационные периоды можно извлекать до 2,4 $м^3$/сек воды.

Напорные воды. Мынбулакский артезианский бассейн, расположенный к северо-западу от хр. Каратау, впервые выделен Б. А. Петрушевским (1942) и более подробно описан У. М. Ахмедсафиным (1961). Этот бассейн выполнен песчано-глинистыми образованиями мелового возраста мощностью до 1100 м, перекрытыми породами палеогена.

Напорные воды меловых отложений связаны с мелко- и среднезернистыми песками, залегающими на глубинах от 50-100 м в краевой и до 150-350 м в центральной части впадины. Воды высоконапорные, самоизливающиеся, местами пьезометрический уровень устанавливается выше дневной поверхности на 10 м.

Формируются напорные воды Мынбулакского артезианского бассейна как за счет стока трещинно-карстовых вод Улутауского горного массива, так и частично проникновения вод Муюнкумского артезианского бассейна. Разгружаются напорные воды в виде многочисленных восходящих источников Мынбулак в западной части мульды. Общий расход выклинивающихся родников достигает 500 л/сек (Ахмедсафин, 1961).

Качество воды хорошее. Воды преимущественно пресные и слабо- солоноватые хлоридные натриевые.

Производительность скважин колеблется от 86 до 860 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 5-15 м. Основное движение артезианских вод происходит с северо-востока и юго-востока на северо-запад, в сторону Аральского моря.

Напорные воды палеогеновых отложений связаны с маломощными (от 1-2 до 5-7 м) песчаными линзами. Глубина залегания их варьирует от нескольких десятков до 100-200 м. Воды напорные. Величина напора достигает 10-70 м. Воды солоноватые и слабосолоноватые сульфатно-хлоридные натриевые.

Производительность выработок обычно не превышает 8-43 м^3/сутки.

Вековые запасы пресных и слабосолоноватых вод составляют 60 млрд. м^3 (площадь меловых песков -20 тыс. км^2, палеогеновых - 6 тыс. км^2, мощность - 20 м, коэффициент водоотдачи - 0,12), или -.3 млн. м^3 на 1 км^2. Беспрерывная эксплуатация половины этих запасов в течение 100 лет позволит извлекать 20 м^3/сек воды. Напорные воды можно использовать для обводнения пастбищ, оазисного орошения, водоснабжения с помощью скважин глубиной 100-300 м.

6.1.9 Гидрогеологические условия пастбищных массивов Присарысуйской равнины

Пастбищные территории, прилегающие к низовьям р. Сарысу, расположены в северо-восточной части Кызылординской области. Здесь развиты грунтовые и напорные воды порового типа.

Грунтовые воды развиты в супесях, тонко- и мелкозернистых песках с примесью гравия и гальки четвертичного, палеогенового и мелового возраста, а также в линзах песков среди глин неогенового возраста.

Мощность водовмещающей толщи изменяется от 0,2 до 10 м, достигая в меловых отложениях 30 м.

Глубина залегания грунтовых вод в пойме и на террасах р. Сарысу колеблется соответственно от 1 до 10 м. В отложениях неогена, палеогена и мела грунтовые воды вскрыты на глубине от 2 до 30 м, реже более. Области питания грунтовых вод совпадают с областями их распространения. Формируются подземные воды путем инфильтрации поверхностных вод р. Сарысу и инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков. Минерализация грунтовых вод варьирует от 1-3 до 15 г/л и более. Весной на участках близкого залегания водовмещающих пород за счет усиленного подтока снеготалых вод формируются пресные и слабосолоноватые воды с сухим остатком до 3 г/л. Слабоминерализованные воды обнаружены также в верховьях и в русле р. Сарысу. В отложениях неогена минерализация вод повышенная — 10-15 г/л. Химический состав грунтовых вод сульфатный и хлоридный натриевый.

Дебиты водопунктов, заложенных в аллювиальных отложениях долины Сарысу, изменяются от 0,5 до 43 м^3/сутки при понижении уровня воды на 0,2-2 м. По данным М. Малишич и др. (1967 г.), скважины, пройденные в крупнозернистых песках, могут дать до 86-328 м^3/сутки при понижении уровня воды на 0,5-6 м.

Отложения палеогена и мела отличаются слабой водообильностью. Дебиты водопунктов обычно не превышают 43 м^3/сутки, только местами достигают 220 м^3/сутки при понижении уровня воды на 5-8 м. Дебиты водопунктов, вскрывших грунтовые воды неогеновых отложений, составляют около 8 м^3/сутки при понижении уровня воды на 0,5-5 м.

Вековые ресурсы грунтовых вод палеогеновых отложений (на площади 2700 км^2 при мощности водоносного горизонта 5 м и водоотдаче 0.15) исчисляются в 2 млрд. м^3, или 0,7 млн. м на 1 км^2. Ежегодно возобновляемые ресурсы при модуле подземного стока 0,1 л/сек с 1 км^2 равны 0,27 м^3/сек («Сток

подземных вод Казахстана», 1964). Эксплуатационные ресурсы грунтовых вод с учетом ежегодно возобновляемых составляют 0,91 $м^3$/сек. Вековые запасы грунтовых вод меловых отложений на площади 1670 $км^2$ (в Кзыл-Ординской области) при мощности 15 м и коэффициенте водоотдачи 0,15 оцениваются в 3,7 млрд. $м^3$. Водообеспеченность 1 $км^2$ - 0,2 млн $м^3$. Эксплуатация половины этих запасов в течение 50 лет позволит получать около 1,2 $м^3$/сек воды. Ежегодно они будут возобновляться в количестве 0,25 $м^3$/сек («Сток подземных вод Казахстана», 1964). Общие эксплуатационные ресурсы подземных вод мела достигнут 1,45 $м^3$/сек, а при нормальном использовании в дневные часы и вегетационные периоды можно будет извлекать до 3 $м^3$/сек воды.

Напорные воды палеогеновых отложений связаны с тонко- и мел-козернистыми песками с включением гравия и гальки мощностью от 3-5 до 8 м. Воды залегают на глубинах от 15 до 170 м. Глубина залегания их увеличивается в южной части территории от 10-50 до 200 м. Воды высоконапорные. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубине до 3 м, но чаще наблюдается самоизлив с превышением уровня над поверхностью земли на 2 - 15 м. Минерализация воды обычно более 1 - 3 г/л, состав сульфатный натриевый и хлоридный натриевый. Дебиты водопунктов изменяются от 240 до 8640 $м^3$/сутки при понижении уровня воды на 5- 30 м. Подземные воды палеогеновых отложений можно использовать для обводнения пастбищ, водоснабжения сельских населенных пунктов.

К югу и юго-западу в результате погружения водовмещающих одна значительную глубину первоначально безнапорные воды мела становятся напорными. Здесь образуется артезианский бассейн, впервые установленный У. М. Ахмедсафиным и названный им Сарысу Бетпакдалинским (1961). В дальнейшем наличие его было подтверждено большим количеством разведочных скважин. Напорные воды приурочены к разнозернистым кварцевым пескам мощностью до 30 м. Вскрыты они несколькими десятками скважин на глубинах от 50 до 100м и более. При этом увеличение мощности наблюдается в южном направлении.

Формируются подземные воды меловых отложений как за счет подземного стока с Улутауского горного массива, так и фильтрации поверхностных вод р. Сарысу в местах обнажения меловых песчаных пород (Ахмедсафин, 1961). Частично они разгружаются в низовьях р.Сарысу. Напорные воды преимущественно пресные и слабосолоноватые, состав гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатно-хлоридный. Производительность скважин 432-810 $м^3$/сутки. Пьезометрические уровни устанавливаются обычно на глубине до 20 м.

Вследствие небольшой минерализации воды меловых отложений приобретают большое практическое значение как источники обводнения водоснабжения и оазисного орошения.

6.2 Водообеспеченность пастбищных массивов Кызылординской области

В Кызылординской области наиболее перспективными подземными водами, которые можно рекомендовать для обводнения, сельскохозяйственного водоснабжения и отчасти оазисного орошения, являются грунтовые воды эоловых песков Приаральских Каракумов, юго-восточной части Кызылкумов, а также прирусловой части долины р. Сыр-Дарьи. Для водоснабжения небольших сельскохозяйственных объектов можно использовать также грунтовые воды эоловых песков Арыскумов и грунтовые воды хр. Каратау и его предгорных равнин.

Вековые запасы грунтовых вод (с минерализацией до 5 г/л) в Кызылординской области исчисляются в 81млрд.м^3. Ежегодно возобновляемые ресурсы составляют 22м^3/сек. Прогнозно-эксплуатационные запасы равны 37м^3/сек. Огромными ресурсами подземных вод хорошего и удовлетворительного качества обладают Кызылкумский, Мынбулакский и Восточно-Аральский артезианские бассейны, в которых содержится 919 млрд. м^3 качественных вод. Общие прогнозные эксплуатационные запасы подземных вод в Кызылординской области оцениваются в 193 м^3/сек. При нормальном использовании в дневные часы и вегетационные периоды можно получать ежесекундно до 386 м^3 воды(рисунок 6.1).

Для обследования имеющихся на пастбищных территориях Кызылординской области скважин, трубчатых, шахтных колодцев и других водоемов, предназначенных для водопоя скота, были проведены рекогносцировочные полевые гидрогеологические исследования по пастбищным угодьям Кызылординской области. В ходе полевого маршрута по семи районам Кызылординской области (Аральский, Казалинский, Кармакшинский, Жалагашский, Сырдаринский, Шийлийский, Жанакорганский) обследованы 36 точек наблюдения (скважины, трубчатые и шахтные колодцы) и из них отобраны пробы воды для сокращенного химического анализа в объеме по 1л. и выполнены лабораторные исследования.

Исследования проводились с участием представителей районных сельскохозяйственных управлений. Также собраны материалы по имеющимся поголовьям скота в целом по области, количество имеющихся скважин, шахтных и трубчатых колодцев в крестьянских хозяйствах, их техническое состояние, а также общие площади пастбищных угодий.

Ниже в таблице 6.3 приводятся краткие данные инвентаризации водных источников, в таблице 6.4 виды водоисточников и площадь пастбищных угодий по административным районам Кызылординской области, полученные в областном сельскохозяйственном управлении.

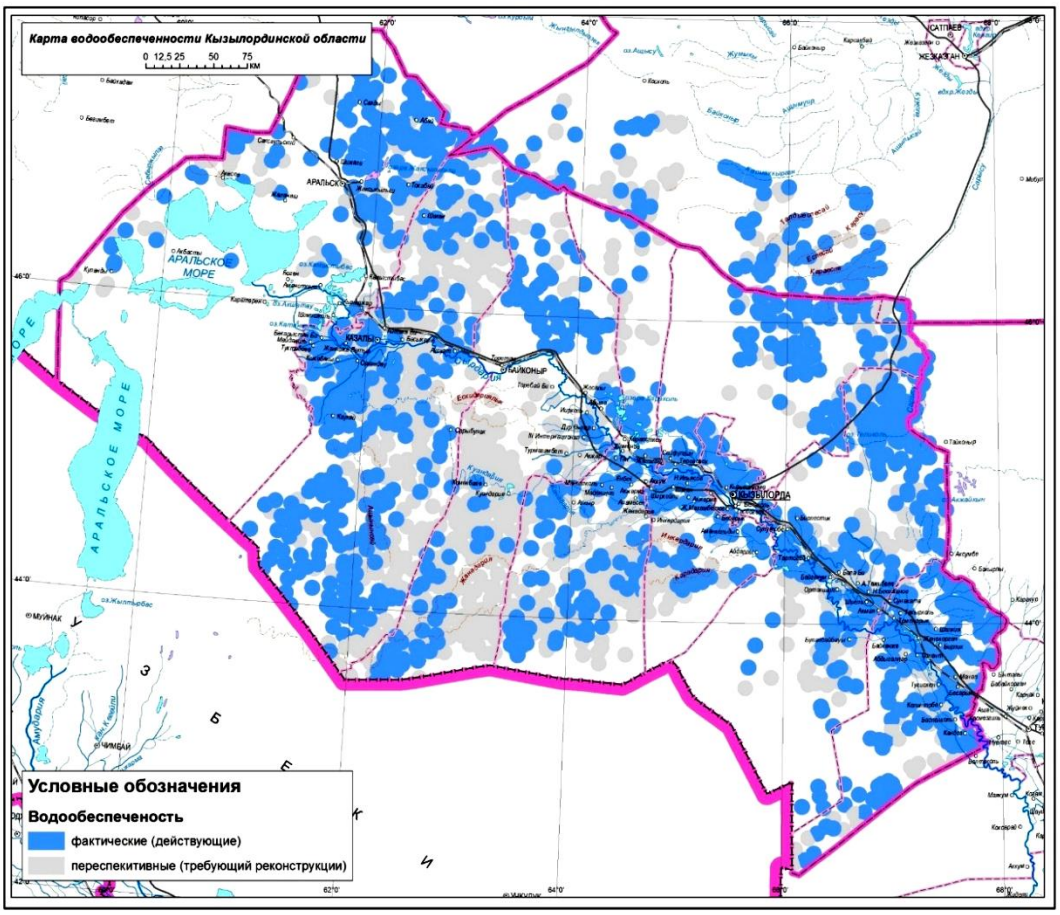


Рисунок 6.1 - Карта водообеспеченности пастбищных массивов Кызылординской области

Инвентаризацией охвачены все пастбищные угодья. Паспортизированы все трубчаты и шахтные колодцы, копани, наливных водопунктов, реки используемые и неиспользуемые в настоящее время для обводнения пастбищ.

К обводненным отнесены участки пастбищных угодий, на которых имеются водоисточники, способеные обеспечить водой, соответствующей требованию ГОСТа и в достаточнмм количестве, расчетное по кормоемкости поголовье скота, при соблюдении предельных расстояний удаления животных от водопойного пункта.

К водоисточникам, пригодными к дальнейшей эксплуатации без проведения каких – либо дополнительных мероприятий отнесены источники, техническое состояние которых хорошее или удовлетворительное.

Водоисточники не имеющие хотя бы одного из необходимых оборудований или вообще не оборудованные отнесены к категории требующих реконструкции.

Качество (степень минерализации) воды водоисточников определены на местах солемером «TDS-3».

Дебиты водоисточников определялись: шахтные колодцы - по их водообеспеченности закрепленного за ними поголовья овец, трубчатые самоизливающиеся колодцы замеряли на месте. Трубчатые механического

подьема по техническим материалам.

Площадь обводненных пастбищ в пользовании области по состоянию 2009 года составляет 10540,4 тыс. га., земли используемые на территории долгосрочного пользования составляют – 1968,4 тыс. га.

В административных границах области выявлено 6987,0 тыс. га обводненных пастбищ. В зависимости от кормовых достоинств пастбища используются как летние, весенне, осенние, зимние.

Из общего количества водоисточников пригодны к дальнейшей эксплуатации без дополнительных затрат (не требующие реконструкции) - 1210 штук и требующих реконструкции - 1285 штук.

Таблица 6.3 - Основные источники обводнения

№	Характеристика	Всего	В т.ч. по видам водоисточников					
			Шахтные колодцы	Трубчатые колодцы	Наливные пункты	Копани	Родники	Реки
	Не требующие реконструкции							
1	Всего кол-во водопунктов	1210	368	640	-	141	53	8
2	Обслуживаемая площ.тыс. га.	4023,6	977,2	2321,8	-	458,5	68,9	197,2
	Требующие реконструкции							
1	Всего кол-во водопунктов	1285	588	651	1	45	-	-
2	Обслуживаемая площ.тыс. га.	2963,4	1097,3	1775,9	1,5	88,7	-	-

Расхождение между данными 1987 г. и проведенной Инвентаризации обводненных пастбищ и обводнительных сооружений на территории Кызылординской области в сторону уменьшения обводнительных сооружений составило 2701 шт.

Таблица 6.4 - Информация об инвентаризации водных источников по области

Наименование водных источников	Заключение об инвентаризации 1986-88 гг		Заключение об инвентаризации 2009 г			
					в том числе:	
	Количество	Площадь, тыс.га	Количество	Площадь, тыс.га	Пригодны для эксплуатации	Требует ремонта
Шахтныеколодцы	2971	2937,5	956	2074,5	368	588
Трубчатыеколодцы	2354	4607,5	1281	4088,7	640	651
Каптажныесооруже	301	258,7	1	1,5	-	1

ния						
Большиеколодцы	356	851,2	167	523,5	141	45
Реки, озеры	10	193,3	1	197,2	1	-
Родники	87	158,5	53	68,9	53	-
Каналы	22	56,1	-	-	-	-
Плотины	6	33,3	-	-	-	-
Всего:	**6107**	**9096,4**	**2459**	**6954,3**	**1203**	**1256**

6.3 Гидрогеологическое районирование, стратификация подземных вод

В результате гидрогеологических исследований с использованием современных методов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и обработки космических снимков растительного покрова исследуемой территории Кызылординской области была разработана методология и выявлены средообразующие факторы на пастбищных массивах, проведено гидрогеологическое и ландшафтное районирование, стратификация подземных вод.

Основными задачами этого этапа исследований по теме является разработка методологии и выявление средообразующих факторов на пастбищных массивах, гидрогеологическое районирование, гидрогеологическая стратификация территории. Исходя из принципа неразрывности поверхностной и подземной составляющих водных ресурсов предпринята попытка разработки методологии и выявление средообразующих факторов природно-рекреационных систем агроландшафтов на примере пастбищных массивов Кызылординской области.

Рассмотрение пастбищных массивов как природных рекреационных систем, представляющих единое целое грунтовых вод, почвенного и растительного покрова и биоты, является новым перспективным научным методом, методологией. Их единство, взаимозависимое развитие и эволюция определяют экологическое равновесие пастбищных массивов. Выявление и анализ взаимодействия в них средообразующих факторов позволяет учитывать негативное влияние на них изменений климата, а также хозяйственной деятельности человека и, в конечном счете, управлять состоянием пастбищных массивов.

В свою очередь данная *методология* позволяет вести в пределах пастбищных массивов конкретных природоохранных мероприятий с учетом агроландшафтов, их состояния, существующих негативных процессов и их уровня. В результате применения настоящей методологии появляется возможность снижения экологической нагрузки, проведение необходимых гидрогеолого-мелиоративных работ с целью проведения работ по повышению устойчивости и продуктивности пастбищ.

На основании разработанной методологии выделены следующие пастбищные районы, в пределах Кызылординской области: горный (западные отроги Карата), предгорные равнины СЗ части Каратау,бугристо-грядовая равнина Северных Кызылкумов, Присырдарьинская аллювиальная равнина, бугристо-грядовая равнина Приаральских Каракумов, равнина Северного Приаралья, Торгайская столово-останцовая равнина, бугристо-грядовая равнина

Арыскум, Присарысуйская равнина.

В основу *разработки методологии и выявления средообразующих факторовна пастбищных массивах* природно-рекреационных систем (ПРС) агроландшафтов положены основополагающие принципы системного рассмотрения ПРС, как единство слагающих его компонентов, включающих элементарные участки земной поверхности, отличающиеся по своим геоморфологическим, климатическим, почвенно-растительным особенностям, а также включающим в себя гидрологические и гидрогеологические условия. Причем ландшафты, как объективная природная экосистема находятся в постоянном развитии и подвержена значительным видоизменениям. Как и наша планета Земля за более чем 5-ти миллиардную историю своего существования прошла длительный этап эволюционного развития, особенно с того времени, когда на ней зародилась жизнь. Так и природные элементарные составляющие природной среды постоянно находятся в диалектическом развитии. Значительная роль при этом принадлежит в этом процессе т.н. средоформирующим факторам. К ним прежде всего относятся: геологическая и геоморфологическая структуры, водно-климатические и почвенно-растительные особенности и наличие физико-географических процессов, происходящих под влиянием глобальных или региональных процессов в окружающей природной среде.

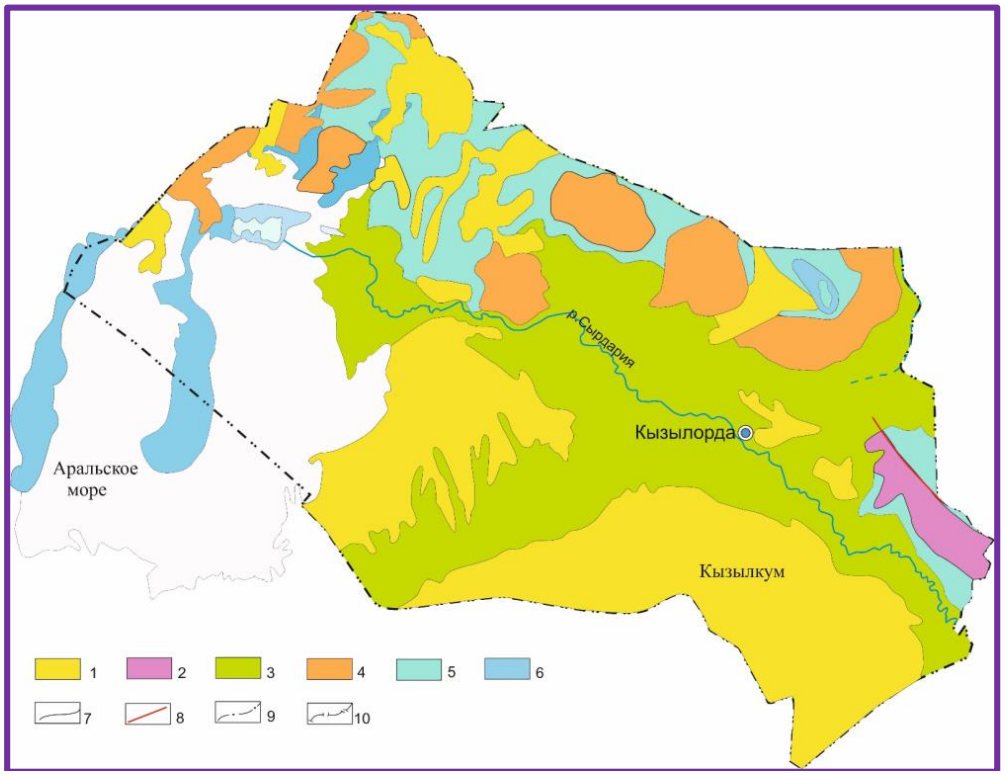
Гидрогеологическое районирование, проведенное с учетом геолого-структурных и гидродинамических условий формирования подземных вод позволяет более объективно отобразить то многообразие распространения подземных вод региона, а также правильно оценить их потенциальные ресурсы для обеспечения водоснабжения хозяйственных объектов и населения на рассматриваемой территории. Причем, принятый принцип гидрогеологического районирования отличается глубинностью и облегчает выбор наиболее подходящего водоносного горизонта или комплекса для решения задач водообеспечения в регионе.

Разработка гидрогеологической стратификации районов первого, второго и более низшего порядков преследует цель облегчения выбора наиболее перспективного водоносного комплекса или горизонта на конкретной территории для практического использования исходя из их возможностей.

Например, для водоснабжения населенного пункта обязательным условием является качество и количество подземных вод, удовлетворяющие требованиям ГОСТа «Вода питьевая».

Кроме того, данный объект рассчитывается как минимум на 25-30 лет эксплуатации без снижения качественных и количественных параметров подземных вод.

Таким образом, в каждом конкретном случае хозяйственного использования подземных вод определяющими являются главные параметры, которым должны отвечать выбранные водоносные комплексы или горизонты, предназначенные для той или иной цели.



I-Аккумулятивные равнины. Типы рельефа: 1-эоловый (0-500 абс.м) пойменный (0-500 абс.м); 2-высокогорья (3000-5000 абс.м). 3-аллювиальный, 4–300-800 абс.м; 5-адыры (холмисто-увалистый рельеф).6-аллювиально-пролювиальный (100-500 и >500 абс.м);7-границы между типами рельефа;8-региональные тектонические разломы; 9-границы областей,10-государственная граница Республики Казахстан.

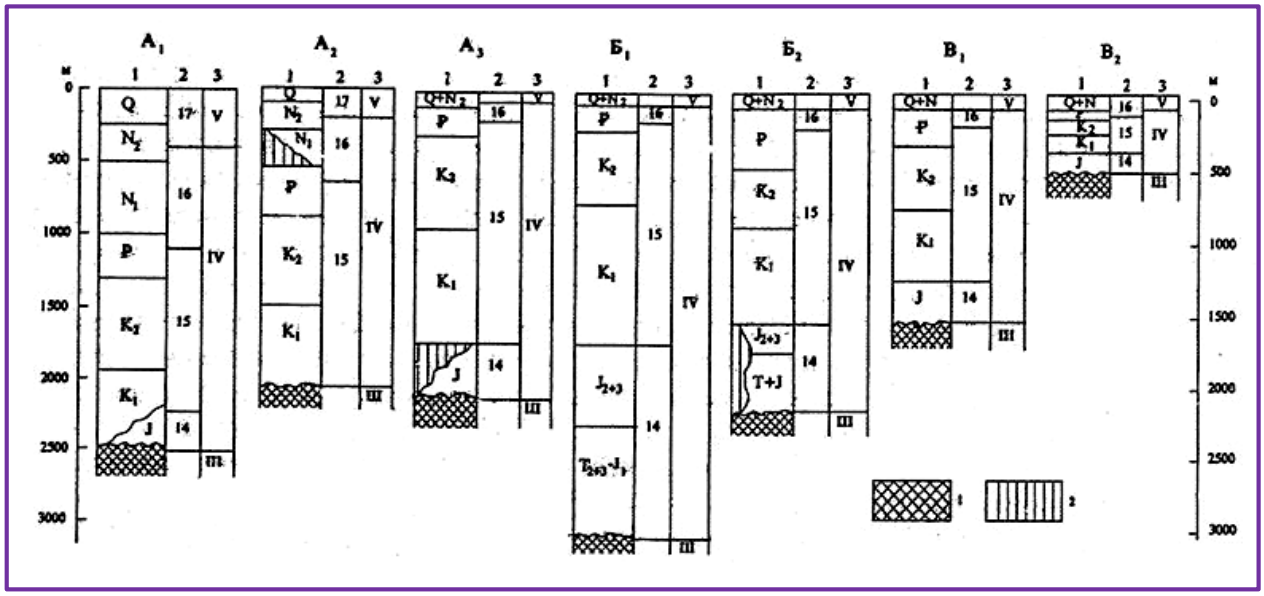
Рисунок 6.2 – Схематическая геоморфологическая карта пастбищных территорий Кызылординской области

Если исходить из необходимости создания водной инфраструктуры пастбищных территорий, то основным требованием к подземным водам здесь выступают близкое залегание, хорошее качество и ежегодное восполнение их естественным путем.

Кроме того, создаваемые водозаборные сооружения (скважины или колодцы и др.) должны располагаться в непосредственной близости от пастбищных массивов и мест водопоя скота. Количество и качество вод также должны удовлетворять существующим санитарным нормам.

Разработка *гидрогеологической стратификации(стратификация подземных вод)* водоносных пород Кызылординской области проводилась нами с учетом структурно-гидрогеологических условий по горным, предгорным и равнинным территориям.

В северо-восточной части гор Каратау развиты трещинные, трещинно-карстовые и поровые воды. Трещинные воды связаны с верхней выветрелой зоной коренных пород (сланцев, песчаников, известняков) протерозой-девонского возраста. Трещинно-карстовые воды развиты по карстующимся карбонатным породам девон-карбона. Однако они распространены ограниченно.



1-Верхний (верхнепалеозойско-нижнетриасовый) ярус гидрогеологического фундамента, 2 – геологические образования, отсутствующие в разрезе. Сводные разрезы: Присырдарьинской части бассейна: $А_1$ – Арысской впадины, $А_2$ – южной части левобережья р.Сырдарьи, $А_3$ – юго – восточного Приаралья. Разрезы Северного Приаралья: $Б_1$ – центральной части Шалкарского прогиба , $Б_2$ – северно-западного Приаралья. Разрезы Торгайского прогиба: $В_1$ – Южно-Торгайской впадины, $В_2$ – северной части Торгайского прогиба. Обозначения под разрезами: а – индекс геологического возраста, б – номер гидрогеологической серии, в – номер гидрогеологического этажа

Рисунок 6.3 - Гидрогеологическая стратификация водоносных пород Кызылординской области

Поровые воды четвертичных отложений аллювия встречаются по долинам рек. Трещинно-карстовые воды залегают на глубинах 5-10м в долинах рек и в основаниях горных склонов и до 50-100м в водораздельных участках. Мощность закарстованных пород по данным бурения изменяется от 50м вне зон разломов до 200м в зонах тектонических нарушений. Расходы родников здесь чаще всего равны 5-50 $м^3$/сут из трещинных комплексов до 10 тыс.$м^3$/сут из трещинно-карстовых и 70 тыс.$м^3$/сут из поровых вод. Минерализация подземных вод отмеченных горизонтов возрастает от пресных до слабосолоноватых (от 1 до 3 г/л) в северо-западном направлении.

В северо-западной части предгорной равнины Каратау повсеместно формируются грунтовые и напорные воды. Грунтовые приурочены к аллювию речек и ручьев, стекающих с гор, и к долине р.Сырдарьи. У подножий гор аллювий представлен валунно-галечниками, гравием, к долине р.Сырдарьи сменяются песками.

На территории Северных Кызылкумов, Приаральских Каракумов и Арыскумов развиты как грунтовые, так и артезианские воды молодых (четвертичных) и более древних (мел-палеогеновых и неогеновых) пород. Грунтовые воды связаны преимущественно с эоловыми песками и с аллювием р.Сырдарьи. Мощность водоносных песков от 5-10м на такырах и до 50м в барханных песках. Глубина залегания уровня подземных вод чаще от 2-3 до 7-10м в межбарханных понижениях и до 20-25м под барханами. В Северных Кызылкумах глубина вскрытия подземных вод возрастает до 70м и более. Самые пресные

воды обнаружены в межбарханных понижениях и под барханами в Северных Кызылкумах, на участках, тяготеющих местами к Кувандарье и Жанадарье, и к долине Сырдарьи. Минерализация составляет порядка 0,7-1,5г/л. На большей части территории песков в межбарханных зонах минерализация вод достигает иногда 65-70г/л.

Межпластовые артезианские воды на территории области можно вскрыть везде и связаны они, в основном, с меловыми, а также палеген-неогеновыми комплексами. В пределах южной части Торгайской столовой-останцовой равнины и южной части Северного Приаралья подземные грунтовые и пластовые подземные воды вскрываются скважинами и колодцами. Первые приурочены в основном небольшим песчаным массивам и содержат преимущественно солоноватые воды с минерализацией от 1-3 до 7г/л и производительностью скважин и колодцев от 1-3 до 25-30 $м^3$/сут при понижении уровня на 3-7м.

Артезианские воды получены в скважинах, пробуренных по меловым отложениям, а по периферии Жосалинского поднятия, из песчаных горизонтов палеогена. Суммарная мощность водоносных пород здесь оценивается в 50-100м. В центральной, южной и западной частях района преобладают солоноватые и соленые воды с минерализацией 35-40 г/л. Только в районе Мынбулакского артезианского бассейна минерализация подземных вод из этих отложений заметно снижается до 0,7-2 г/л.

Грунтовые воды Северного Приаралья имеют также широкое распространение. Однако минерализация их преимущественно высокая. Воды соленые и сильно соленые. Районы, граничащие с Сарысуским бассейном, также характеризуются развитием преимущественно соленых вод.

Следовательно, оценка кормозапасов и водообеспеченности пастбищных территорий Кызылординской области, как и остальных районов Южного Казахстана, базируется на результатах полевых и камеральных работ с привлечением данных научных исследований не только в области гидрогеологии, но и геоботанических, почвенно-климатических, ДЗЗ изучаемых территорий.

6.4 Выводы к разделу 6

На основании проработки полевых и фондовых материалов, а также привлечением целого ряда новых публикаций была разработана методология и выявлены средообразующие факторы на пастбищных массивах, проведено гидрогеологическое районирование, гидрогеологическая стратификация территрии.

Дана количественная оценка естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод по территории пастбищных массивов Кызылординской области и построена Карта водообеспеченности масштаба 1: 500 000.

Проведенные гидрогеолого-экологические исследования и оценка кормовых запасов позволяют выявлять наиболее перспективные участки пастбищных территорий с хорошей обеспеченностью как по кормовым ресурсам, так и по водообеспеченности.

Практическая значимость исследований заключается в возможности разработки конкретных природоохранных мероприятий в пределах пастбищных массивов с учетом специфики агроландшафтов, их состояния, наличия тех или иных негативных процессов и их уровня. Снижение нагрузки на пастбища и проведение эколого-мелиоративных мероприятий позволят повысить устойчивость пастбищ и улучшить и продуктивность. Значение полученных результатов будет выражаться в снижении уровней экологического риска и развития такого опасного процесса, как деградация почвенного покрова пастбищ и начала опустынивания земель.

7ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Область расположена на юге Казахстана. Границами ее служат: на юге - северные склоны Киргизского Алатау, на востоке - горы Кендыктас, на северо-востоке- Шу-Илийские горы. На севере граница проходит по центральной части плато Бетпак-Дала, на западе она в меридиональном направлении пересекает Бетпак-Далу и пески Моюнкумы.

По территории области протекают реки Шу, ограничивающая пески Моюнкумы с северо-востока (среднегодовой расход 57,2 $м^2$/сек, пост Георгиевка), и Талас, проходящая по его юго-западной окраине (среднегодовой расход 22,4 $м^2$/сек, пост Жамбыл). С северного склона Киргизского хребта стекают многочисленные реки с небольшими расходами и временные водотоки, которые по выходе из горных ущелий теряются в конусах выноса, участвуя в пополнении запасов подземных вод.

7.1 Характеристика гидрогеологических условий горных районов пастбищных массивов

Подземные воды Жамбылской области рассматриваются по следующим районам: горные районы, предгорная равнина северного склона Киргизского Алатау, предгорная равнина северо-восточного склона малого Каратау, предгорная равнина юго-западного склона Шу-Илийских гор, бугристо-грядовая равнина Моюнкумы, юго-восточная часть Бетпак-Далы [33,с.32-41;69,с.122-126;70,с.150-153;71,с.157-161;72,с.428-432].

7.1.1 Характеристика гидрогеологических условий горных районов северного склона Киргизского Алатау

Горные районы, включающие Киргизский Алатау, Малый Каратау, Кендыктас и Чу-Илийские горы, характеризуются разнообразными гидрогеологическими условиями.

Киргизский Алатау представлен высокогорьем и среднегорьем. Высота хребта уменьшается с востока на запад. В восточной части хребет сильно расчленен ущельями и логами, по которым стекают реки Аспара, Мерке, Кзылсу и др. Количество рек и временных водотоков уменьшается в западном направлении. В районе наиболее распространены грунтовые воды трещинного типа, связанные с эффузивами, отчасти гранитоидами таблица 7.1.

Таблица 7.1 - Основные гидрогеологические характеристики трещинных вод Киргизского Алатау

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Трещинные воды	Сланцы, песчаники, конгломераты, известняки, гранитоиды	80-100	0,5	13-130	ХПВ и для водопоя скота

7.1.2 Характеристика гидрогеологических условий горных районов Малого Каратау

По территории Жамбылской области проходит северо-восточный склон Малого Каратау, отличающийся сравнительно небольшими отметками высот и значительной расчлененностью логами и саями. Трещинные воды связаны с верхней выветрелой зоной сланцев, песчаников и известняков нижнего палеозоя. Формируются за счет атмосферных осадков. Здесь развиты грунтовые воды трещинного и трещинно-карстового типов.

Трещинно-карстовые воды распространены в карстующихся известняках и доломитах девона и карбона. Питаются они преимущественно за счет весенних снеготалых вод, отчасти стока подземных вод с вышележащих районов, а разгружаются в виде источников в долинах и логах таблица 7.2.

Таблица 7.2 - Основные гидрогеологические характеристики трещинных и трещинно-карстовых вод Малого Каратау

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Трещинные воды	Сланцы, песчаники, конгломераты, известняки,	30-50	0,5-1,23	8-800	ХПВ и для водопоя скота
Трещинно-карстовые	Известняки, доломиты	50-80	0,34-1,28	860	ХПВ и для водопоя скота

Горы Кендыктас, отделенные от Шу-Илийских гор Копинской долиной, представляют платообразный массив с отметками 1500-2000 м, поверхность которого расчленена логами и оврагами. Здесь широко распространены грунтовые воды трещинного типа, приуроченные к выветрелой зоне гранитоидов, эффузивно-осадочного комплекса пород палеозоя и метаморфических пород нижнего палеозоя и допалеозоя. В аллювиальных долинах развиты поровые грунтовые воды галечниковых и песчаных отложений таблица 7.3.

Таблица 7.3 - Основные гидрогеологические характеристики грунтовых вод трещинного типа и поровых грунтовых вод гор Кендыктас

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Трещинные воды	Сланцы, песчаники, конгломераты, известняки,	50 и более	0,5-1	43-432	ХПВ и для водопоя скота
Поровые грунтовые воды	Галечникик, песчаники	5-10	0,34-1,28	86-432	ХПВ и для водопоя скота

Шу-Илийские горы, расположенные в северо-восточной части области, представляют возвышенный мелкосопочник с отдельными горными грядами, возвышающимися над уровнем моря на 900-1000 м. Здесь распространены грунтовые воды в основном трещинного типа и только по логам - порового типа.

Качество трещинных вод пестрое. Состав меняется от гидрокарбонатного кальциевого до сульфатного натриевого, местами трещинные воды имеют смешанный состав.Обводнение пастбищ возможно путем расчистки и каптажа источников, бурения неглубоких скважин в зонах разломов, в межсопочных долинах и логах, В Чу-Илийских горах немало безводных или очень слабо водоносных массивнокристаллических пород, для которых единственно возможным способом обводнения можно считать сбор снега и снеготалых вод в колодцах-цистернах(таблица 7.4).

Таблица 7.4 - Основные гидрогеологические характеристики трещинных и поровых грунтовых вод гор Чу-Илийских гор

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Трещинные воды	Гранитоиды, метаморфические породы до и нижнего палеозоя	50-50	1-3 местами до 30	8-241	Для водопоя скота
Поровые грунтовые воды	Песчано-глинистые отложения	5-10	3-5	8-17	Для водопоя скота

7.1.3 Характеристика гидрогеологических условий пастбищных массивов предгорной равнины северо-восточного склона Малого Каратау

На рассматриваемой территории размещены обширные пастбищные и сенокосные массивы, где распространены поровые грунтовые и напорные воды.

Грунтовые воды образуют подземные потоки, связанные у подножия гор с валунно-галечниковыми породами, достигающими мощности 200-300 м. С

удалением от гор они сменяются гравийно-песчаными и песчаными породами, переслаивающимися с супесями, суглинками и глинами. Глубина залегания грунтовых вод в предгорных валунно-галечниковых шлейфах, иногда с покровом суглинков, колеблется от 5-10 до 100 м.

Производительность скважин, вскрывающих грунтовые воды галечников и песков, чаще составляет 260-2500 м^3/сутки. Дебиты колодцев и скважин, пройденных в супесях и глинистых песках, не превышают 43 м^3/сутки.

Напорные воды предгорной равнины, иногда самоизливающиеся, связаны с четвертичными отложениями пролювиальной равнины(таблица 7.5).

Таблица 7.5 - Основные гидрогеологические характеристики грунтовых и напорных северного склона Киргизского Алатау

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Грунтовые воды	Валунно-галечники	5-10-100	0,5-1; 3-5	260-2500	Для водопоя скота
Напорные воды	Пески, гравий-галечники	150-300	0,2-0,3	258-1376	ХПВ и для водопоя скота

7.1.4 Характеристика гидрогеологиченских условий пастбищных массивов предгорной равнины юго-западного склона Шу-Илийских гор

На описываемой территории широко развиты подземные воды преимущественно порового типа - грунтовые и напорные.

Там, где равнины сложены маломощными четвертичными отложениями или на дневную поверхность выходят неогеновые и меловые породы, грунтовые воды связаны с глинистыми песками, рыхлыми песчаниками и конгломератами. Глубина залегания их в логах, саевых понижениях колеблется от 3 до 10 м. Питаются грунтовые воды за счет зимне-весенних осадков. Качество воды удовлетворительное, состав сульфатный или смешанный. Грунтовые воды, приуроченные к аллювиально-пролювиальным отложениям конуса выноса р. Талас, представлены гравийно-галечниковыми образованиями. Формируются за счет фильтрации поверхностных вод р. Талас, атмосферных осадков, отчасти вод ирригационных каналов. Разгружаются они в долине р. Талас, частично проникают в пески Муюнкумы в виде подземного стока.

Обводнять пастбищные массивы можно как грунтовыми водами с помощью шахтных колодцев и мелких скважин, так и напорными водами путем проходки более глубоких скважин (до 50-150 м) - таблица 7.6.

Таблица 7.6 - Основные гидрогеологические характеристики грунтовых и напорных вод северо-восточного склона Малого Каратау

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Грунтовые воды	Пески, песчаники, конгломераты	3-10	0,5-1	430-2500	ХПВ и для водопоя скота
Напорные воды	Гравий-галечники, песчаники с пересллаиванием суглинков	30-50-100	1-3	860-2580	ХПВ и для водопоя скота

7.1.5 Характеристика гидрогеологиченских условий пастбищных массивов бугристо-грядовой равнины песков Муюнкумы

Между Шу-Илийскими горными возвышенностями и долиной р. Шу распространены грунтовые поровые воды, связанные с пролювиально-аллювиальными галечниковыми и песчано-глинистыми четвертичными отложениями. По качеству пресные и слабосолоноватые, В северо-западной части равнины грунтовые воды залегают в основном в аллювиальных мелко- и тонкозернистых песках. Формируются за счет фильтрации поверхностных вод временных потоков и инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков.

Грунтовые воды района, за исключением крайней северо-западной части, можно использовать для обводнения пастбищ с помощью шахтных колодцев и мелких скважин глубиной от 5 до 30 м (таблица 7.7).

Таблица 7.7 - Основные гидрогеологические характеристики грунтовых вод юго-западного склона Шу-Илийских гор

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Грунтовые воды	Галечники, мелко- и тонкозернистые пески	5-10	1-3	8-172	ХПВ и для водопоя скота

7.1.6 Характеристика гидрогеологиченских условий пастбищных массивов юго-восточной части плато Бетпак-Дала

На бугристо-грядовой равнине песчаного массива Муюнкумы расположены крупнейшие и вместе с тем богатейшие пустынные пастбищные территории Южного Казахстана. В Жамбылской области они охватывают около 4 млн. га площади. Песчаная бугристо-грядовая равнина вытянута в широтном направлении более чем на 500 км. В северной части она сменяется волнистой равниной саксаульников. Неровная поверхность ее постепенно снижается с 600 м (абс.) на юго-востоке до 140 м на западе и северо-западе. В Муюнкумах

исключительно широко распространены поровые грунтовые и напорные воды.

Формируются грунтовые воды песков Муюнкумы в основном за счет инфильтрации зимне-весенних атмосферных осадков, особенно смежного покрова, скапливающегося на склонах бугров и фильтрации воды из рек.

Ниже грунтовых вод в Муюнкумских песках широко распространены напорные артезианские воды с отложениями верхнемелового и палеогенового возраста.

В целом грунтовые воды Муюнкумов вполне пригодны для обводнения пастбищ, сельскохозяйственного водоснабжения и оазисного орошения (таблица 7.8).

Таблица 7.8 - Основные гидрогеологические характеристики грунтовых и напорных вод бугристо-грядовых равнин песков Муюнкум

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Грунтовые воды	Меслкозернистые рыхлые пески, супеси, суглинки	20-30; местами 40-60	0,35-1,3	17-86; 259-430	ХПВ и для водопоя скота
Напорные воды	Пески, песчаники	15-100; 200-300	1,5-2,5	86-864	Для водопоя скота

Бетпак-Дала - это равнинная, местами слабоволнистая пустынная пастбищная территория, в восточной каменистой части которой развиты грунтовые воды трещинного и трещинно-карстового, а в западной - порового типа.Трещинные воды связаны с выветрелой зоной эффузивов, гранитоидов, песчаников, сланцев и других метаморфических пород и распространены спорадически. Состав - от сульфатно-хлоридного натриевого до хлоридного натриевого. Трещинно-карстовые воды развиты в карбонатных породах, слазавших замкнутые мульды. Состав воды чаще хлоридный натриевый (таблица 7.9).

Таблица 7.9 - Основные гидрогеологические характеристики трещинных и трещинно-карстовых вод юго-восточной части плато Бетпак-Дала

Тип подземных вод	Водовмещающие породы	Глубина залегания уровня, м	Минерализация, г/дм^3	Расходы водопунктов, м^3/сут	Целевое назначенние
Трещинные воды	Гранитоиды, песчаники, сланцы, местоморфические породы	5-15; 20-30	3-5	86-130; 172-258	Для водопоя скота
Трещинно-карстовые воды	Песчаники, пески, песчано-глинистые отложения, галечниеи, конгломераты	5-10; реже 30	3-10; 10-50	8-43 редко 430	Для водопоя скота

7.2 Водообеспеченность пастбищных массивов Жамбылской области

Для обводнения пастбищ подземные воды могут широко использоваться с помощью шахтных колодцев, скважин, галерей. В районах, где доброкачественные воды отсутствуют, их следует подавать водопроводами и отчасти перевозкой в цистернах.

Ниже приводится совмещенная карта водообеспеченности и продуктивности кормозапасов Жамбылской области в масштабе 1:500000 (рисунок 7.1).

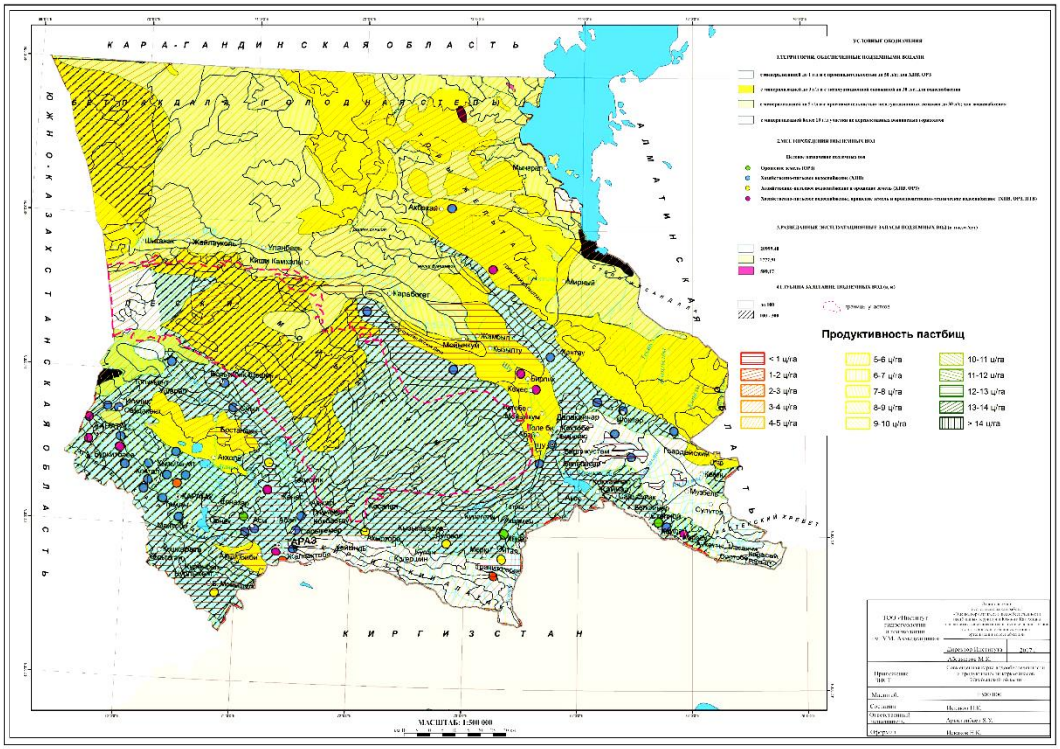


Рисунок 7.1 - Совмещенная карта водообеспеченности и продуктивности кормозапасов Жамбылской области

Выводы к разделу 7

В результате исследований проанализированы гидрогеологические условия пастбищных массивов Жамбылской области и разработаны методология и выявлены средообразующие факторы на пастбищных массивах, проведено гидрогеологическое и ландшафтное районирование, стратификация подземных вод. Построена совмещенная карта водообеспеченности и продуктивности кормозапасов масштаба 1: 500 000 Жамбылской области.

8ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ ЮЖНО – КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Южно –Казахстанская область расположена в пределах геологической структуры первого порядка – Туранской плиты и прилегающих к ней отрогах Западного Тянь-Шаня, представленных хр.Угамский, Каржантау, Таласский Алатау, а так же центральной частью хр.Каратау. Последний отделяет самый северный Сузакский административный район области от остальных 11 районов и имеет площадь равную почти 1/3 от площади всей области.

Подземные воды орогенных выше названных структур Западного Тянь-Шаня и содержат трещинные и трещинно - карстовые воды. Трещинные воды приурочены к выветрелой зоне палеозойских эффузивов, песчаников, сланцев, гранитов. Они залегают на глубине от 1 – 5 м и подошвы склонов до 50 м и более на водоразделах. Воды пресные гидрокарбонатного кальциевого и натриевого состава. Дебиты родников изменяются от 1 – 2 до 125-130 $м^3$/сут.

Подземный сток с гор в основном направлен в Кызылкумский артезианский бассейн. Наибольшие модули подземного стока с гор (5-7 л/сек с 1 кв.км) характерны для высокогорной части, вниз по склонам он уменьшается и уподножий крайнего юга хр.Каржантау он равен 0,3 – 0,5 л/сек с 1 $км^2$.

Трещинно-карстовые воды связаны с девон-карбоновыми известняками в Южно-Казахстанской области и распространены весьма широко, особенно в Каратау. Глубина залегания их изменяется от 5 -10м у подножия склонов до 100 м и более на водоразделах. Порово-пластовые воды содержатся в песчаных и гравелисто-галечных отложениях юрского возраста. Порово-пластовые воды четвертичных отложений залегают в песчаных и в гравелисто-галечных отложениях речных долин и межгорных впадин. Наиболее крупная депрессия расположена на южной периферии гор Каратау и Боролдай в долине р.Арысь. Глубина залегания водоносного горизонта здесь составляет 5 – 10 м, а мощность водоносной части разреза в долине обычно изменяется от 5 до 15м, а в депрессии – 30-50 м, местами около 100 м.

Дебиты водопунктов, заложенных в трещинно-карстовых породах изменяется от 500 до 50 тыс. $м^3$/сут; максимальные дебиты в Каратау, которые были получены в их трещинно-карстовых участках достигали 300 тыс.$м^3$/сут.

В предгорьях Каржынтау распространены грунтовые и артезианские воды. Первые приурочены к аллювиальным отложениям долин рек Келес, Бадам, Сайрам, Арысь и их притоков. Водовмещающие отложения представлены валунно-галечниками, переслаивающимися гравийными песками. В поймах воды залегают на глубине 1 – 5 м, надпойменных террасах до 15-20 м. Мощность водоносных горизонтов варьирует от 5 – 10 м в долинах небольших водотоков до 30-50 м в долинах крупных рек. Постепенно, по мере приближения от гор к долине р. Сырдарьи пресные грунтовые воды сменяются солоноватыми и даже солеными.

Артезианские воды юго-восточной части Кызылкумского артезианского бассейна занимают территорию по всему левобережью р.Сырдарьи и продолжаются далее на запад уже в пределах смежной Кызылординской области. Подземные воды в нем представлены песков и песчаников, залегающих среди глин юрского, мелового, палеогенового и неогенового возраста. Они напорные, многочисленные скважины здесь самоизливают. Глубина залегания верхних, сравнительно слабонапорных водоносных горизонтов изменяется от 20-30 м до 100-150 м, а нижних, высоконапорных, достигают 3000 м.

В междуречье Арыси и ее притоков Бадама и Сайрама дебиты скважин в аллювильно-пролювиальных отложениях, представленных гравийно-галечниками и песками дают значительные притоки (до 4000 $м^3$/сут). На этой же территории, на глубинах 2500-2600 м вскрываются высоко напорные артезианские воды мелового, палеогенового и неогенового возраста. Средняя мощность водоносных комплексов здесь достигает 130 м. По качеству артезианские воды на этой части территории также пресные, по составу гидрокарбонатные кальциевые и натриевые. Производительность скважин обычно от 100 до 2000 $м^3$/сут, местами до 5000 $м^3$/сут на самоизливе.

На предгорной равнине Северо-Восточного Каратау расположен Мойынкумский артезианский бассейн, который продолжается на востоке на территории Жамбылской области. На территории Южно-Казахстанской области бассейн часто называют Мойынкум-Бетбакдалинским. Мощность водовмещающих верхнемеловых отложений колеблется от единиц до нескольких десятком метров, а общая мощность водонасыщенных песчаных отложений достигает 200 м. Минимальная мощность водоносных пород (2-40 м) отмечается в северной, восточной и южной окраинах бассейна. В ряде наиболее прогнутых частях предкаратауского опускания налеозойского фундамента, в Кокпансорской и Тесбулакской впадниах, Северо-Каратауской синклинали, мощность водвмещающих пород равна 160-200 м. В Сузакской впадине она составляет 55 – 120 м. Глубина залегания водоносного горизонта напорных вод верхнего мела в целом изменяется от 30 до 730 м. При этом наиболее глубоко (350-730м) они вскрыты в Прикаратауской погруженной зоне.

В юго-западной части плато Бетпак-Дала кровля напорного горизонта верхнего мела располагается на глубине 40 – 150 м. В целом наблюдается увеличение глубины залегания кровли водовмещающих пород от бортов Шу-Сарысуйской впадины к региональному Каратаускому глубинному разлому. На поверхности данного района области, на бугристо-грядовой равнине Кызылкумов и Мойынкумов, долине р. Сырдарьи широко распространены эоловые песчаные массивы и аллювиальные отложения, заключающие доброкачественные подземные воды. Они залегают на глубине от 5 – 10 м в долине р.Сырдарьи и в межбарханных понижениях и под барханами до 50 м. Пресные воды преимущественно развиты в северной, восточной и южной частях территории.

В целом на территории Южно-Казахстанской области разведано 77 месторождений подземных вод, в том числе 6 месторождений минеральных вод с общей величиной разведанных запасов 2664,34 $м^3$/сут. (рисунок 8.1).

8.1 Выводы к разделу 8

Оценка водообеспеченности и кормозапасов пасбищных территорий Южно-Казахстанской области выполнена на основе детальных гидрогеологических исследований как по линии Комитета геологии и недропользования, так и КВР МСХ РК.

Данная область по обеспечению населения, особенно городского, стоит на одном из первых мест в РК. Что касается водоснабжения аграрного сектора, то и в этом направлении выполнены значительные исследования, которые позволили решить проблему обводнения пастбищ. В настоящее время задача возрождения отрасли животноводства во многом будет зависеть от условий обводнения пастбищных массивов и наличия комовой базы. Однозначно, результаты развала Союза весьма болезненно сказались на аграрном секторе экономики Казахстана, когда сельские жители стали выпасать свой скот вблизи своих сел, что в конечном итоге привело к началу развития негативных процессов в экосистемах регионов из-за перевыпаса скота.

Исследования пастбищных территорий с применением методов ДДЗ наглядно показало повсеместное начало деградации почвенно-растительного слоя на всех территориях, расположенных вокруг населенных пунктов. Поэтому одной из ключевых задач стала необходимость возрождения традиционных методов отгонного животноводства на всей территории Казахстана, особенно в Южном Казахстане. Круглогодичное содержание оголовья на естественных пастбищных массивах позволяет существенно повысить экоиническую эффективность животноводства и вернуть исконные традиционные методы скотоводства.

Практическая значимость исследований заключается в возможности разработки конкретных природоохранных мероприятий в пределах пастбищных массивов Южно-Казахстанской области с учетом специфики агроландшафтов, их состояния, наличия тех или иных негативных процессов и их уровня. Снижение нагрузки на пастбища и проведение эколого-мелиоративных мероприятий позволят повысить устойчивость пастбищ и улучшить и продуктивность. Значение полученных результатов будет выражаться в снижении уровней экологического риска и развития такого опасного процесса, как деградация почвенного покрова пастбищ и начала опустынивания земель. Проведенные гидрогеолого-экологические исследования и оценка кормовых запасов позволили выявить наиболее перспективные участки пастбищных территорий с хорошей обеспеченностью как по кормовым ресурсам, так и по водообеспеченности.

Снижение нагрузки на пастбища и проведение эколого-мелиоративных мероприятий позволят повысить устойчивость пастбищ и улучшить и продуктивность. Значение полученных результатов будет выражаться в снижении уровней экологического риска и развития такого опасного процесса, как деградация почвенного покрова пастбищ и начала опустынивания земель

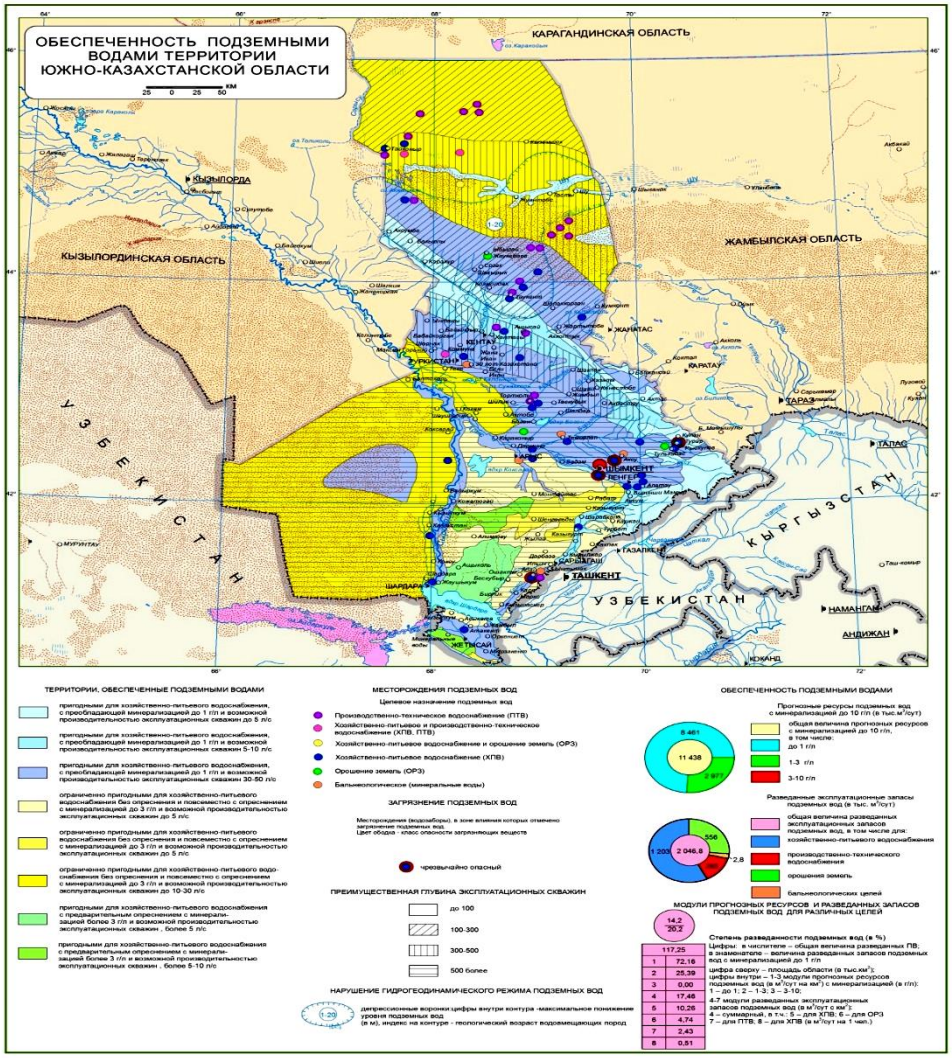


Рис. 2.29 - Обеспеченность подземными водами территории Южно-Казахстанской области

Рисунок 8.1- Карта водообеспеченности подземными водами Южно-Казахстанской области (Смоляр В.А.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Концепция аграрной политики и продовольственного обеспечения основывается на анализе результатов преобразований в сельском хозяйстве, тех основополагающих рыночных отношений, которые стали претворяться в жизнь за годы независимости.

Стратегической целью принятой Государственной программы является обеспечение водной безопасности Республики Казахстан путем повышения эффективности управления водными ресурсами.

В настоящее время основное количество подземных вод для сельского хозяйства республики потребляется для хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских населенных пунктов.

Однако, несмотря на очевидную экономическую целесообразность сельскохозяйственного освоения земельных массивов на базе подземных вод, а также имеющиеся значительные научные наработки по этому вопросу, оазисное орошение должного развития в республике не получило по различным причинам в основном организационного, экономического и политического характера, присущим ушедшей системе.

Так, имеющаяся в то время тенденция к осуществлению широкомасштабных гигантских проектов освоения огромных земельных массивов на базе большедебитных источников с применением широкозахватной дождевальной техники, требующей больших объемов планировочных работ, полностью противоречила требованиям, предъявляемым оазисным сельскохозяйственным производством. Большедебитные источники и широкозахватная дождевальная техника, требующие больших затрат дорогостоящей энергии, значительно увеличивали стоимость и без того дорогой оросительной подземной воды.

Наиболее характерным и обобщающим объектом неэффективного использования большедебитных источников подземных вод и широкозахватной дождевальной техники является реализованный Проект комплексной реконструкции орошаемых земель в СПК «Жоламан» в Алматинской области.

В последние годы (2009-2017гг) Институтом гидрогеологии и геоэкологии им.У.М.Ахмедсафина в рамках программы фундаментальных исследований (ПФИ) проводятся исследования пастбищных территорий Южного Казахстана с целью оценки на их территории естественных ежегодно возобновляемых ресурсов и запасов подземных вод с минерализацией до 1, 1-3 и до 5дм^3/л.

В этих исследованиях участие принимала автор настоящей диссертационной работы, результаты которых составили три обстоятельных раздела настоящей диссертации.

Аналогичные работы по остальной территории страны должны быть продолжены, что позволит в будущем ориентировать обводнение пастбищных угодий на использовании в первую очередь за счет легко доступных подземных вод первых от поверхности водоносных горизонтов. Восстановление водной инфраструктуры за счет широкого использования подземных вод позволит увеличить площади пастбищ с достаточной кормовой продуктивностью для содержания на них мясного и молочного скота.

При решении поставленных в диссертационной работе задач по научному обоснованию методов и технологий создания небольших малозатратных оросительных систем, использующих подземные воды водоносных горизонтов, возникающих при орошении, были созданы экспериментальные участки на территории сельскохозяйственного освоения, а также применены современные методы компьютерного моделирования и геоинформационно-аналитической технологии.

Результаты изучения гидрохимического режима грунтовых вод по построенным картам гидроизогипс, глубин залегания и минерализации и графиков колебания уровней грунтовых вод показал, что в течение более чем 15-летнего срока эксплуатации, формирование купола ирригационно-грунтовых вод в поливной период в пределах Шенгельдинского массива наиболее интенсивно протекает в его юго-восточной части на орошаемых землях насосной станции №2 с построенным закрытым горизонтальным дренажом. Здесь глубины залегания уровня грунтовых вод к середине вегетации зачастую составляют значения близкие к оптимальным для использования в качестве эффективного альтернативного источника для подпитки корневой системы таких сельскохозяйственных культур как соя, сахарная свекла и особенно кормовых культур, в частности люцерны [73, с.14-18].

В связи с этим, и по согласованию с местными органами эксплуатации насосной станции №2, сельскохозяйственными производственными кооперативами, осуществляющими услуги по подаче воды в точки водовыдела и сельскими товаропроизводителями в качестве экспериментальных натурных исследований избран репрезентативный участок в юго-восточной части на орошаемых землях насосной станции №2.

По результатам проведенных режимных наблюдений были построены карты гидроизогипс, глубин залегания уровня и минерализации грунтовых вод, используя инструментальные возможности программного комплекса Mapinfo, которые для учета влияния естественных водоразделов и повышения уровня детализации продублированы методом интерполяции.

Формирование купола ирригационно-грунтовых вод в поливной период, когда более 60% ирригационных вод идет на пополнение запасов подземных вод и их естественный подъем с интенсивностью в зависимости от мощности водоносного горизонта, фильтрационных свойств покровных отложений и водовмещающих пород, естественной и искусственной дренированности орошаемой территории, может быть использовано в качестве эффективного альтернативного источника для подпитки корневой системы таких сельскохозяйственных культур как соя, сахарная свекла и особенно кормовых культур, в частности люцерны.

Это было научно доказано и практически опробировано на опытных эколого-мелиоративных площадках экспериментального участка исследований. Здесь в середине вегетационного периода было частично перекрыто сопрягающее сооружение закрытого дренажа с открытым коллектором К-2, тем самым создав подпор грунтовых вод.

Таким образом, результаты натурных экспериментальных исследований

показали большую перспективу использования грунтовых вод как дополнительный источник орошения путем искусственного подпора и их подъема с учетом капиллярной каймы до нижнего уровня корневой системы и тем самым подпитки некоторых сельскохозяйственных культур в вегетационный период и послужила достоверной и полной информацией исходных данных для создания математической модели.

Основной целью моделирования являлось уточнение гидродинамических и водно-балансовых характеристик экспериментального участка орошения при сложившихся в 2017 году условиях орошения и размещения сельскохозяйственных культур, а также прогноз возможных их изменений при повторном использовании дренажного стока из существующей системы подземного дренажа.

При моделировании выполнялся комплексный подбор фильтрационных параметров и элементов водного баланса водоносных горизонтов, обеспечивающих совпадение динамики уровней подземных вод (замеренных на участке и рассчитанных на модели) в пределах заданной точности. Учитывалось также совпадение элементов водного баланса (полученных по данным полевых измерений и рассчитанных на модели) в пределах их гидрогеологической достоверности.

Для оценки точности калибровки модели использовались данные режимных наблюдений за уровнями подземных вод по 15-ти наблюдательным скважинам, расположенным на экспериментальном участке. Точность совпадения замеренных по скважинам уровней и рассчитанных на модели не должна была превышать 0,5м, что обусловлено детальностью схематизации литологического разреза и точностью пространственной дискретизации. Принимая во внимание, что амплитуда колебания УГВ в наблюдательных скважинах достигала 4м, заявленная точность решения не должна была превышать 12,5%. Временной отрезок решения задачи идентификации модели охватывал период с 15 апреля по 15 ноября 2017 года (180 дней) для которых имелись данные замеров уровней подземных вод на участке.

Расчеты баланса потока подземных вод, выполненные на модели, дали возможность оценить изменение емкостных запасов и ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод четвертичного горизонта на площади экспериментального участка. При сложившихся в 2017 году условиях орошения и размещения с/х культур, рост величины емкостных запасов составил 12.5 млн. $м^3$, а ежегодно возобновляемые ресурсы (расход потока) увеличились на 46.5 тыс. $м^3$/сут за вегетационный период.

Таким образом, была создана, откалибрована и идентифицирована геофильтрационная модель гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка орошения. Точность и достоверность решений на модели отвечает поставленным целям и задачам моделирования.

На модели воссоздан режим колебаний УГВ в полном соответствии с фильтрационными параметрами грунтового водоносного горизонта, режимом орошения и размещением сельскохозяйственных культур на экспериментальном участке НС2 на вегетационный период 2017 г.

По результатам моделирования построены уточненные карты гидроизогипс, гидродинамические сетки потока подземных вод и глубин залегания УГВ от поверхности земли на характерные периоды времени эксплуатации орошаемых полей на экспериментальном участке. Рассчитанные на эти же периоды балансы потока подземных вод позволили детально охарактеризовать и количественно оценить изменение во времени структуры водного баланса потока подземных вод. На основании модельных расчетов были обоснованы объемы фильтрационных потерь оросительных вод в количестве 40.5% от водоподачи.

Выполненный на модели, прогноз влияния дополнительного питания подземных вод, за счет использования существующего дренажного стока в условиях эксплуатации массива орошения в 2017 году, позволил количественно оценить возможные изменения глубины залегания УГВ на участках, прилегающих к существующим дренам. Установлено, что к концу вегетационного периода, дополнительный подъем УГВ будет достигать около 1.5 м над дренами, а зона влияния дополнительного питания на УГВ сможет развиться на расстоянии до 300-350 м.

Выполненное моделирование выявило ряд вопросов, которые требуют проведения дополнительных полевых опытно–экспериментальных работ, могущих стать предметом последующих научно–теоретических и научно-практических исследований.

Созданная модель в дальнейшем может быть использована в качестве постоянно-действующей модели, как инструмент для выполнения оперативных и долгосрочных прогнозов в дальнейших исследованиях.

Вторым, не менее важным направлением выполненных исследований избрано изучение подземных вод пастбищных массивов, оценка их кормовых запасов, использование доброкачественных неглубоко залегающих естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод и разработка мер по улучшению экологического состояния пастбищ – главная задача, которую необходимо решать в первую очередь.

Результаты полевых и научных исследований для выявления перспективных для орошения подземными водами площадей, оптимальных с экономической и экологической точек зрения размеров участков использованы при составлении карт водообеспеченности аридных территорий Южного Казахстана и при выполнении прогноза потребности в питьевой воде животноводческой отрасли на пастбищных угодьях.

Для оценки кормозапасов и оценки состояния пастбищных территорий Кызылординской области использованы отечественные методы оценки естественных ежегодно возобновляемых ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод зоны активного водообмена пастбищных территорий и условий обводнения пастбищ.

Дана количественная оценка естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод по территории пастбищных массивов Кызылординской области; впервые произведена оценка кормовых запасов на основе анализа синхронной спутниковой информации по сезонам года

(весна,лето,осень);определен видовой состав поедаемых кормов по всем ландшафтным зонам (горных, предгорных,песчаных массивов и др.);показаны участки деградированных зон пастбищ и роста непоедаемых видов из-за перевыпаса скота; составлены карты водообеспеченности пастбищных массивов Кызылординской области, схематическая геоморфологическая карта пастбищных территорий Кызылординской области, схематическая ландшафтная карта пастбищных территорий Кызылординской области.

Данная методика была продолжена и при исследованиях всех оставшихся областей Южного Казахстана.

В результате исследований проанализированы гидрогеологические условия пастбищных массивов Жамбылской области и разработаны методология и выявлены средообразующие факторы на пастбищных массивах, проведено гидрогеологическое и ландшафтное районирование, стратификация подземных вод. Построена совмещенная карта водообеспеченности и продуктивности кормозапасов масштаба 1: 500 000 Жамбылской области.

Проведенные исследования подтверждают высокие перспективы водообеспеченности пастбищных массивов Алматинской области. На основании изучения подземных вод пастбищных массивов составлена карта водообеспеченности, на которой выделены четыре района: а) высоко перспективный, б) перспективный, в) низко перспективный, г) бесперспективный.

По степени водообеспеченности ресурсами подземных вод районы преимущественно с минерализацией до 3 г/л., подразделяются на следующие подрайоны:

- хорошо водообеспеченные с модулями эксплуатационных ресурсов подземных вод принятых в количестве 300-10 000 $м^3$/сут при непрерывном процессе извлечении воды;

- удовлетворительно водообеспеченные. Модули эксплуатационных ресурсов подземных вод составляют 30-300 $м^3$/сут также при непрерывном процессе извлечении воды;

- слабо водообеспеченные, Модули эксплуатационных ресурсов подземных вод составляют 1,0 -30 $м^3$/сут также при непрерывном процессе извлечении воды;

- сильно расчлененные и дренированные горные районы с различной степенью водообеспеченности.

Кроме того на представленной Карте водообеспеченности даны прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод, выделенных подрайонов в пределах Алматинской области, перспективных для последующего освоения, в $м^3$/с., тыс. $м^3$/сут. Эти данные показаны кружками, внутри которых фигурируют расчетные величины.

Резумируя вышеизложенное необходимо отметить, что выполнение комплекса научных исследований ***позволили впервые:***

- ***установить*** экологически безопасную долю участия грунтовых вод в субирригации с учетом их минерализации;

- ***разработать*** экологически безопасные методы интегрированного ис-

пользования оросительных и грунтовых вод на орошаемых землях, не нарушающих природный баланс местных экосистем;

-***определить*** экологически безопасные параметры непроизводительных потерь воды при различной технологии орошения возделываемых культур;

- ***установить*** экологически безопасные пределы использования грунтовых вод на субирригацию и изменения объемов оросительных норм.

- ***дать количественную оценку*** естественных ежегодно возобновляемых ресурсов подземных вод по территории пастбищных массивов в Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызыл–Ординской областей аридной зоны Республики Казахстан;

- ***выполнить оценку*** кормовых запасов на основе анализа синхронной спутниковой информации по сезонам года (весна,лето,осень);

- ***определить видовой состав*** поедаемых кормов по всем ландшафтным зонам (горных,предгорных,песчаных массивов и др.);

- ***показать участки*** деградированных зон пастбищ и роста непоедаемых видов из-за перевыпаса скота;

- ***составить Карты*** кормовых запасов и гидрогеологических условий пастбищных массивов в Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызыл–Ординской областей аридной зоны Республики Казахстан.

-***создать, откалибровать и идентифицировать*** геофильтрационную модель гидрогеолого-мелиоративных условий экспериментального участка с воссозданием режима колебаний УГВ в полном соответствии с фильтрационными параметрами грунтового водоносного горизонта, режимом орошения и размещением сельскохозяйственных культур;

- ***построить*** уточненные карты гидроизогипс, гидродинамические сетки потока подземных вод и глубин залегания УГВ от поверхности земли на характерные периоды времени эксплуатации орошаемых полей на экспериментальном участке;

- ***рассчитать балансы*** потока подземных вод, что позволило детально охарактеризовать и количественно оценить изменение во времени структуры водного баланса потока подземных вод;

- ***рекомендовать*** использование созданной модели в качестве постоянно-действующего математического инструмента при выполнении оперативных эксплуатационных водохозяйственных настроек и управлении гидрологическими, гидрогеолого-мелиоративными, почвенно-мелиоративными процессами, а также для выполнения долгосрочных прогнозов.

При этом, степень внедрения и экономическая эффективность выполненных научно-прикладного характера продиктована нижеследующими определениями:

- Предварительная оценка результатов натурных экспериментальных исследований показала большую перспективу использования грунтовых вод как дополнительный источник орошения путем искусственного подпора и их подъема с учетом капиллярной каймы до нижнего уровня корневой системы и тем самым подпитки некоторых сельскохозяйственных культур в вегетационный период:

Так, на поле, занятом посевами сои, экономия поливной воды на один гектар составила порядка 22 % (при плановой оросительной норме для сои – 10526 м^3/га фактически израсходовано 8246 м ^{3}/ га. В пересчете на посевную площадь только одного поля, отведенную под сою, экономия составила 72960 м ^{3}/ га, которой можно было бы произвести полив дополнительно порядка 10 гектар;

Создание искусственной подпитки корневой системы сои слабоминерализованными грунтовыми водами, обогащенными при вертикальной инфильтрации минеральными и другими полезными ингредиентами для роста сои, способствовали увеличению ее урожайности до 14,5 центнера с гектара или по сравнению с традиционным режимом орошения в 2015 году на 37%, в 2016 году – на 36%.

На поле, занятом посевами сахарной свеклы экономия поливной воды на один гектар составила порядка 18 % (при плановой оросительной норме для сахарной свеклы – 7456 м^3/га фактически израсходовано 6134 м ^{3}/ га).В пересчете на посевную площадь только одного поля, отведенную под посевы сахарной свеклы, экономия составила 47592 м ^{3}/ га, которой можно было бы произвести полив дополнительно порядка 6,5 гектара;

Создание искусственной подпитки корневой системы сахарной свеклы слабоминерализованными грунтовыми водами, обогащенными при вертикальной инфильтрации минеральными и другими полезными ингредиентами для роста сахарной свеклы, способствовали увеличению ее урожайности до 314,5 центнера с гектара или по сравнению с традиционным режимом орошения в 2015 году на 12%, в 2016 году – на 14%.

- Основные положения перспектив создания малозатратных оросительных систем на территории аридной зоны Казахстана и рекомендации использования созданной модели в качестве автоматизированного постоянно-действующего математического инструмента будут переданы Комитету по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства в пользование при выполнении оперативных эксплуатационных водохозяйственных настроек, РГУ Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр - при выполнении мониторинга гидрологических, гидрогеолого-мелиоративных, почвенно-мелиоративнх процессов, а также долгосрочных прогнозов.

- Практическая значимость оценки естественных ежегодно возобновляемых ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод зоны активного водообмена пастбищных территорий и условий обводнения пастбищ Южного Казахстана и применение методов дистанционного зондирования для оценки кормозапасов и оценки состояния пастбищных территорий аридной зоны Казахстана заключается в возможности разработки конкретных природоохранных мероприятий в пределах пастбищных массивов с учетом специфики агроландшафтов, их состояния, существующих негативных процессов и их уровня.

- Снижение экологической нагрузки, проведение необходимых эколого-мелиоративных работ позволят повысить устойчивость пастбищ и улучшить их продуктивность. Значение полученных результатов будет выражаться в снижении уровней экологического риска и развития такого опасного процесса,

как деградация почвенно-растительного покрова пастбищ и начала опустынивания земель.

- Отдельные положения оценки естественных ежегодно возобновляемых ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод зоны активного водообмена пастбищных территорий и условий обводнения пастбищ Южного Казахстана и применение методов дистанционного зондирования для оценки кормозапасов и оценки состояния пастбищных территорий аридной зоны Казахстана были доложены на ряде совещаний работников аграрного сектора республики с участием ряда международных организаций (ЮНЕСКО, ПРООН) и представителей деловых кругов иностранных инвесторов, донорских компаний, работающих в Казахстане в области сельского хозяйства;

- Основные положения разработанных рекомендаций по экологически безопасным технологиям интегрированного использования поверхностных и грунтовых вод на орошаемых территориях, направленные на максимально эффективное использование местных ресурсов подземных вод, рассмотрены и одобрены на семинаре, организованному для руководителей фермерских хозяйств Байтерекского сельского округа Акиматом Энбекши-Казахского района Алматинской области;

- Ряд положений в области искусственного восполнения запасов подземных вод, методики и технологии создания небольших, малозатратных установок ИВЗПВ, систем суб-ирригации и искусственных водоносных горизонтов, по оценке естественных ресурсов подземных вод пастбищных массивов применительно к природным и техногенным условиям Казахстана, как выполненных впервые, опубликованы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Mukhamedzhanov, M.A., Makyzhanova, A.T., Kulagin, V.V. The rationale and definition of prospects by the use of groundwater for irrigation, forage production and pastures irrigation of Kazakhstan // News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Geology and technical sciences, Almaty, Vol.3, Number 423 (2017), p. 72-83, 2017.

2 Kulagin, V., Auelkhan Y., Karataev D., Umbetaliev D. Groundwater water-salt balance of shengeldy irrigated lands using water-saving technologies // News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Geology and technical sciences, Almaty,Vol.3, Number 423 (2017), p. 161-174, 2017.

3 Антоненко В.Н., Мирлас В.М., Кульдеев Е.И., Кулагин В.В., Кульдеева Э.М. Разработка метода искусственного восполнения запасов подземных вод и исследования перспектив его использования для питьевого водоснабжения в Юго-Восточном Казахстане //Отчет о научно-исследовательской работе. УДК: 551.49626.01, ГРНТИ:38.61.05.Астана,2014 – С. 12-56.

4 Программа по обеспечению населения РК питьевой водой «Ак-Булак» на 2011–2020 годы, Астана, 2010.- С-8-44.

5 Постановление Правительства РК от 9 ноября 2010г. № 1176 Закон «Об утверждении «Программы Ак-булак» на 2011-2020 годы. - С-8-10.

6 Постановление Правительства Республики Казахстан от 1 сентября 2011 года № 994 «О внесении изменений и дополнений в программу «Акбулак» на 2011-2020 годы» -С. 2-12.

7 Кулагин В.В., Антоненко В.Н., Шакибаев И.И. Искусственное восполнение запасов подземных вод - основа рационального использования водных ресурсов. // Сбор. науч. труд. КазНИВХ. – Тараз, 2010. - Т. 47.- №1. – С. 3-9.

8 Антоненко В.Н., Кульдеев Е.И. Особенности магазинирования подземных вод // Геология в XXI веке: Матер. межд. науч.-прак. конф. Сатпаевские чтения. – Алматы. 2011. – С 35- 40.

9 Антоненко В.Н. Перспективы магазинирования подземных вод в юго-восточном Казахстане // Труды международной конференции «Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана вод. Алматы, 2008. – С. 152-155.

10 Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Алимкулов С.К. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения. – Алматы, 2015. –С. 10-244.

11 Абсаметов М.К., Мухамеджанов М.А., Сыдыков Ж.С., Муртазин Е.Ж. Подземные воды Казахстана – стратегический ресурс водной безопасности страны. – Алматы. 2017. – С.12- 220.

12 Гаврилов М.Б. К вопросу оценки гидрогеолого-мелиоративных условий песчаных массивов Южного Казахстана для целей оазисного орошения// Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию кафедры гидогеологии и инженерной геологии, КаНТУ им. К.И. Сатпаева. –Алматы. 21-22 ноября 2002.- С. 225-227.

13 Отчеты по результатам мониторинга поверхностных, грунтовых, дренажных вод и почв на объекте ПУИД СПК «Жоламан» Алматинской области за 2013–2015 годы. // Фонды РГУ ЗГГМЦ КВР МСХ.-Алматы.-С.4-18.

14 Мухамеджанов М.А. Подземные воды Казахстана – стратегический ресурс, важный источник организации водоснабжения // Тр. межд. н-п. конф. «Актуальные проблемы управления водными ресурсами и водосбережения. – Алматы, 2014. –С. 17-20.

15 Мухамеджанов М.А., Арыстанбаев Я.У., Бекжигитова Д.Н., Искаков Н.К. и др. Подземные воды аридных районов Казахстана и их использование в условиях изменения климата и роста водопотребления // Мат-лы межд. н.-п. конф. «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование». – Алматы. 2016. – Кн. 1. – С. 122-126.

16 Сериков Б.Т, Макыжанова А.Т., Сагинтаев Ж., ИскаковН.К. Повышение водообеспеченности пастбищных территорий Южного Казахстана за счет использования подземных вод //сборник докладов издан в электронном формате и размещен на веб-сайте КазНИТУ в разделе «Наука». 2016 г. - С. 433-435.

17 Водные ресурсы Индии: экономические, политические, социальные аспекты // Мат-лы н. конф. «Институт востоковедения РАН». – М., 2014. – С. 12-240.

18 Арыстанбаев Я.У., Абсеметова А.Е., Бекжигитова Д.Н., Казанбаева Л.М. Естественные ресурсы подземных вод, кормозапасы пастбищных территорий Южного Казахстана // М-лы межд. н.-п. конф. Том IV «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК». КазНАУ. – Алматы, 2016. – С. 122-126.

19 Сабирова А.И. Регулирование процессов использования приаульных пастбищ и вовлечение земель запаса на основе их обводнения с применением возобновляемых источников энергии // М-лы межд. н.-п. конф. – Т. IV: Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК. – Алматы. КазНАУ. 2016. – С. 157-161.

20 Сыдыков Ж.С., Джакелов А.К., Джабасов М.Х., Мухамеджанов М.А., Шлыгина В.Ф. Подземные воды Казахстана. Ресурсы, использование и проблемы охраны. – Алматы, 1999.- С. 118-127; 203-219.

21 Ахметов Ж.А., Жуматаев Б.К., Абдукаримова Г.Т. Анализ динамики и прогноз перспектив использования подземных вод для водоснабжения промышленности и аграрного сектора экономики Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2014. №1.-С.45-51.

22 Островский В.Н. Формирование подземных вод в аридных районах Казахстана. // Под ред. Ж.С.Сыдыкова и д-ра геогр. наук И.С.Соседова. JL: Гидрометиоиздат, 1976.- С.5- 227.

23 Шлыгина В.Ф. Формирование подземных вод конусов выноса на предгорной равнине Заилийского Алатау// В сб.: Формирование подземных вод Казахстана. Алма-Ата. Наука КазССР. 1965.- С 149-153.

24 Лагутин Е.И.Ресурсосберегающие технологии освоения маломощных

водоносных горизонтов подземных вод для реконструкции и обводнения пастбищ в Центральном Казахстане // Матер. одиннадцатой междунар. науч.-техн. конф. «Ресурсосберегающие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». — Усть-Каменогорск. 2012. – С.361-365.

25 Лагутин Е.И., Сатпаев А.Г. Инженерно-геологические условия обводнения пастбищ пустыни Бетпакдала за счет искусственных запасов подземных вод // Матер. междунар. науч.- теор. конф., посвещенной 100-летию У.М. Ахмедсафина. – Алматы, 2012.-С.123-134.

26Ливинский Ю.Н. Условия формирования подземных вод Кеген- Каркаринской межгорной впадины // Матер. междунар. науч.-практич. конф. « Сатпаевские чтения». – Алматы. 2012.- С 45-47.

27Ливинский Ю.Н. Закономерности формирования ресурсов подземных вод северо-восточного склона Жонгарского Алатау. // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе». – Алматы, 2012.-С. 45-49.

28 Казанбаева Л.М., Нургазиева А.А. //Подземные воды пастбищных территорий Южного Казахстана и ландшафтно-экологическое районирование/Евразийский транзитный и водный потенциал для устойчивого развития мировой экономики//ttp://group-global.org/ru/publication/17018-podzemnye-vody-pastbishchnyh-territoriy-yuzhnogo-kazahstana-i-landshaftno, 2015 г.-С 78-81.

29 Арыстанбаев Я.У., Искаков Н.К., Абсеметова А.Е. Водообеспеченность пастбищных угодий Алматинской области» // сборник докладов издан в электронном формате и размещен на веб-сайте КазНИТУ в разделе «Наука».-2016. – С. 357-362.

30 Ахметов Ж.К., Жуматаев Б.К., Акынбаева М.Ж. и др. Состояние и перспективы использования подземных вод в аграрном секторе экономики Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2014. – № 3. – С. 146-148.

31 Мухамеджанов М.А., Арыстанбаев Я.У., Бекмухамедов Н.Э., Искаков Н.К.,Макыжанова А.Т. и др. Оценка кормозапасов и водообеспеченности пастбищных территорий Южного Казахстана для развития животноводства на основе использования естественных пастбищных угодий и организации водоснабжения//. Отчет (промежуточный) ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М.Ахмедсафина, Алматы, 2015.-С. 34-56.

32 Мухамеджанов М.А., Арыстанбаев Я.У., Бекмухамедов Н.Э., Искаков Н.К. и др. Оценка кормозапасов и водообеспеченности пастбищных территорий Южного Казахстана для развития животноводства на основе использования естественных пастбищных угодий и организации водоснабжения//. Отчет (промежуточный) ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М.Ахмедсафина, Алматы, 2016.-С. 41-52.

33 Мухамеджанов М.А., Арыстанбаев Я.У., Бекмухамедов Н.Э., Искаков Н.К.,Макыжанова А.Т. и др. Оценка кормозапасов и водообеспеченности пастбищных территорий Южного Казахстана для развития животноводства на ос-

нове использования естественных пастбищных угодий и организации водоснабжения//. Отчет (заключительный) ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М.Ахмедсафина, Алматы, 2017.-С. 32-41.

34 Отчеты о мелиоративном состоянии орошаемых земель на Шенгельдинском массиве орошения за 2012–2016 годы. // Фонды РГУ ЗГГМЦ КВР МСХ. Алматы.- С. 2-45.

35 Смоляр В.А., Мустафаев С.Т. // Гидрогеология Бассейна озера Балхаш//. –Алматы, - 2007. – С. 44-126.

36 Отчеты по результатам мониторинга поверхностных, грунтовых, дренажных вод и почв на объекте ПУИД «Шенгельды» Алматинской области за 2013–2015 годы. // Фонды РГУ ЗГГМЦ КВР МСХ. Алматы.- С. 4-24.

37 Кулагин В.В., Шакибаев И.И., Муртазин Е.Ж. Методические указания по проведению мониторинга орошаемых земель Республики Казахстан//. – Астана: 1998г.- С.2-12.

38 Правила государственного ведения мониторинга и оценки мелиоративного состояния орошаемых земель в Республике Казахстан и информационного банка данных о мелиоративном состоянии земель сельскохозяйственного назначения приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан-Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 25 июля 2016 года № 330.- С 2-48.

39 Завалей В.А., Калитов Д.К. Определение параметров водоносных горизонтов по результатам опытно-фильтрационных работ// Учебное пособие для студентов специальностей 180440 – «Гидрогеология, инженерная геология и геоэкология», 050706 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», 451140 и 050805 – «Водные ресурсы и водопользование» - С . 16-54.

40 Шестаков В.М. //Постановка опытно-фильтрационных работ вблизи водотоков // Разведка и охрана недр. – М.: Недра, 1977. - № 9. - С. 38-44.

41 Зеегофер Д.О., Шестаков В.М. Методика обработки данных опытных откачек вблизи реки // Разведка и охрана недр. - М.: Недра, 1968. - № 9. – С. 35 - 40.

42Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов // М.: Недра, 1965. – С 48-54.

43 Веригин Н.Н. Методы определения фильтрационных свойств горных пород // М.: Госстройиздат, 1962. – С. 12-54; С.98-106.

44 Инженерная геология и гидрогеология // Киев, «Будівельник», 1976. – С. 12-154.

45 Симончик С.Г., Куранов Н.П. Справочное пособие для обработки материалов инженерно-геологических изысканий // М.: ДАР.ВОДГЕО, 2005. –С. 8-94.

46 Шестаков В.М. и др. Опытно-фильтрационные работы// М.: Недра, 1974.- С.15- 204.

47 Сатпаев А.Г. Определение составляющих водного баланса орошаемых земель. Методические указания к лабораторному занятию//. - Алма-Ата: КазНТУ, 1996.-С.4-12.

48 Антоненко В.Н., Кулагин В.В. Мелиоративная гидрогеология//. Практикум по выполнению лабораторных работ. – Алматы: Учебное пособие КазНТУ. 2007.-С.3-52.

49 Сатпаев А.Г. Определение составляющих солевого баланса орошаемых земель. Методические указания к лабораторному занятию//. - Алма-Ата: КазНТУ, 1996.-С.13-28.

50 Веселов В.В., Мирлас В. М., Спивак Л.Ф., Степаненко В.П. Принципы создания автоматизированной системы моделирования процессов геофильтрации на ЭВМ. // ж. "Водные ресурсы". - М., 1985г. - № 4. - С. 178-183.

51Веселов В.В., Мирлас В.М. Принципы организации и архитектура автоматизированной системы управления водными ресурсами//. В кн. "Теоретическое и алгоритмическое обеспечение задач вычислительной геологоразведки", ВЦ СО АН СССР. - Новосибирск, 1987. - С. 119-130.

52 Гончаренко Д.Б., Кочеткова Р.П., Куваев А.А. Изучение гидрогеохимических условий аридной зоны с использованием многомерного анализа // В сб.: «Проблемы гидрогеологии XXI века: наука и образование». – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С. 1-12.

53Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование геофильтрации//. – М.: Недра, 1967. – С. 1-16.

54 Мирлас В.М., Антоненко В.Н., Тынбаев М., Кульдеева Э.М. Применение численного моделирования при решении задач искусственного восполнения запасов подземных вод // Сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе» посещённая 80-летнему юбилею кафедры ГиИГ. – Алматы, 2012. – С. 283-287.

55 Мирлас В.М., Кулагин В.В., Кульдеева Э.М. Исследования процесса инфильтрационного питания подземных вод для прогноза перспектив искусственного восполнения запасов. //Сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития геологического кластера: образование-наука-производство», посвященная 80-летию К.Турысова. – Алматы, 2014. – С. 55-61.

56 Кулагин В.В..Макыжанова А.Т., Тасболат А.Р., Алменов А.А.,Сериков Б.Т. Особенности формирования режима и баланса грунтовых вод на рисовых системах в результате многолетней антропогенной нагрузки в Алматинской области// Труды международных Сатпаевских чтений «Научное наследие Шахмардана Есенова», Алматы, КазНИТУ, (2017), , ISSN: 978-601-323-034-4.- С. 135-141.

57 Веселов В.В. Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана//. – Алматы, 2002. – С. 5-160.

58 Ахмедсафин У.М., Джабасов М.Х., Сыдыков Ж.С. и др. Территориальное распределение ресурсов подземных вод Казахстана//. Алма- Ата: Наука, 1979.-С.12- 152.

59 Сыдыков Ж.С.,Шлыгина В.Ф. Подземные воды Казахстана. Структурно-гидрогеологическая основа и систематика. Алматы.1998. – С. 15-48;С.54-240.

60 Гидрогеология СССР. Том 36. Южный Казахстан. М.,Недра,1970.-С.12-472.

61 Шлыгина В.Ф. Чу-Илийские горы, Кендыктас и плато Карой//Гидрогеологическое районирование и оценка региональных ресурсов подземных вод Казахстана.Алма-Ата,Наука,1980.- С.183-188.

62.Смоляр В.А.,Мустафаев С.Т. Гидрогеология бассейна озера Балхаш.Алматы,Гылым,2007. –С 2- 352.- Приложение- 88 карт.

63 Кулагин В.В., Макыжанова А.Т., Тасболат А.Р., Базарбаева К.С. Современное состояние, проблемы и перспективы использования водно-земельных ресурсов в бассейне реки Сырдарья// Труды международных Сатпаевских чтений «Научное наследие Шахмардана Есенова», Казахстан, Алматы. КазНИТУ.- 2017.0- **ISSN:** 978-601-323-034-4.- С. 141-146.

64 Джакелов А.К, Базарбаева Г.О. Закономерности формирования ресурсов подземных вод Сырдарьинского артезианского бассейна // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Сатпаевские чтения». – Алматы, 2012. – С. 412-421

65 Бижанова Г., Курочкина Л.Я. Антропогенные смены пастбищ Мойынкумов и их картографирование//. – Алма-Ата: Изд-во «Наука» КазССР, 1989. – С.16-82.

66 Отчет о НИР. Институт географии. Оценить и дать прогноз возобновляемых водных ресурсов поверхностных вод в речных системах бассейнов юга и юго-востока Казахстана с учетом влияния климатических и антропогенных факторов. Оценить качество поверхностных вод в речных системах// (промежуточный, 2010 г.). – Алматы.- 2010.-С. 12-180.

67 Турсунов А.А. Аральское море и экологическая обстановка в Средней Азии и Казахстане. // Гидротехническое строительство. 1989, № 6.-С15-41.

68 Турсунов А.А. От Арала до Лобнора (Гидроэкология бессточных бассейнов Центральной Азии). Алматы: ТОО «Верена», 2002.-С. 152- 241.

69 Арыстанбаев Я.У.,Абсеметова А.Е.,Бекжигитова Д.Н.,Казанбаева Л.М. Естественные ресурсы подземных вод, кормозапасы пастбищных территорий Южного Казахстана//М-лы межд.н.-п.конф. Том IV «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК».Каз.НАУ. –Алматы,2016. С.122-126.

70 Муханова Г.К. Обводнение пастбищ в Казахстане: сложности и новые пути //М-лы межд.н.-п.конф. Том IV «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК». Каз.НАУ. –Алматы, 2016. С.150-153.

71 Сабирова А.И./Регулирование процессов использования приаульных пастбищ и вовлечение земель запаса на основе их обводнения с применением возобновляемых источников энергии // М-лы межд.н.-п.конф. Том IV «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК».Каз.НАУ. –Алматы,2016. С.157-161.

72 Мухамеджанов М.А., Казанбаева Л.М., Бекжигитова Д.Н. Условия восполнения подземных вод аридных и полуаридных регионов Казахстана и методологические аспекты определения перспективных объектов// сборник до-

кладов издан в электронном формате и размещен на веб-сайте КазНИТУ в разделе «Наука».- 2016. – С. 428-432.

73 Кулагин В.В., Муртазин Е.Ж., Исмагулова А.Ж., Макыжанова А.Т., АльжигитоваМ.М.,УмбеталиевД.Б./Гидрогеолого-мелиоративные исследования для обоснования перспектив интегрированного использования поверхностных и грунтовых вод на Шенгельдинском орошаемом массиве в Алматинской области// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции «Прорывные научные исследования как двигатель науки нового времени», Россия,Санкт-Петербург, (2016), с.14-18 ISBN 978-5-8392-0627-4

Приложение А

Паспорты мониторинговых скважин РГУ Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр КВР МСХ РК

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 418

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок на объекте ПУИД ПК«Шенгельды»

Координаты: X 77^0 27^I 21^{II}

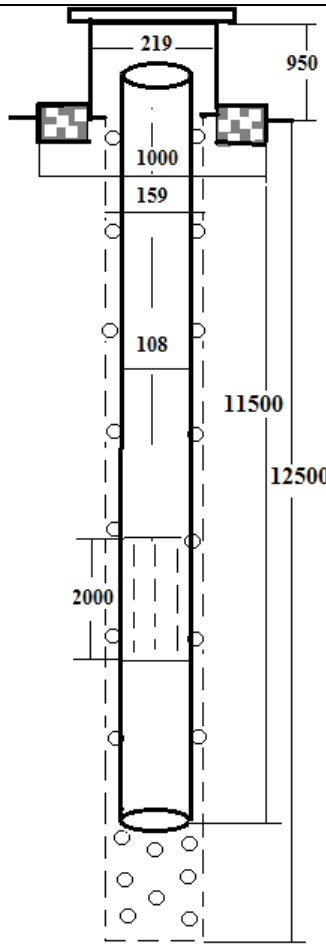
Y 43^0 57^I 41^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 517,89

Глубина скважины,м: 12,5

Высота оголовка, м: 0,95

Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, полихлорвиниловый, 5,5,0-7,5 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		**Почвенно-растительный слой**	**0,4**		
		Супесь желто-серого цвета, сухая, с включениями дресвы и щебня	**1,6**		
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	**2,9**	**4,45**	**4,40**
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем. С глубины 4,5 м водонасыщенные	**5,6**		
		Глина плотная, серовато-зеленая, с включением дресвы и мелкого щебня, загипсованная	**2,5**		

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 502

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок на объекте ПУИД ПК«Шенгельды»

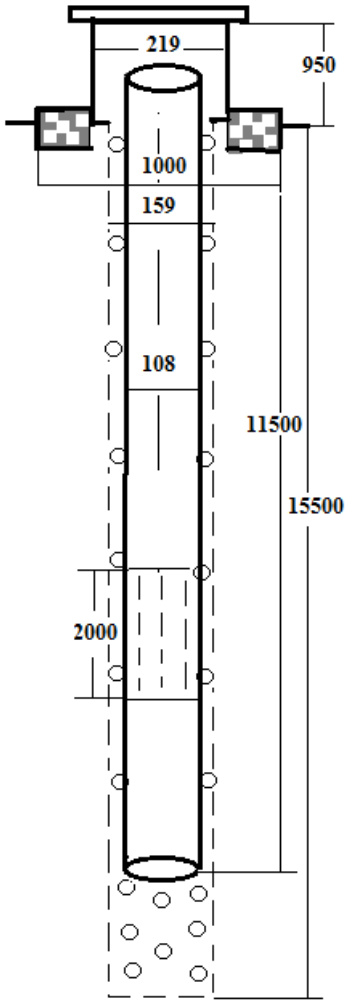
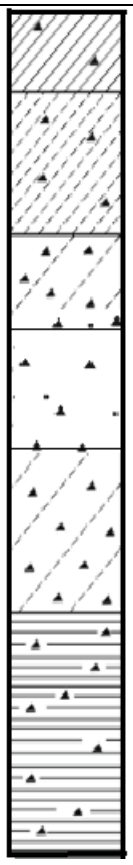
Координаты: X 77^0 26^I 48^{II}
Y 43^0 57^I 10^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 506,94

Глубина скважины,м: 15,5

Высота оголовка, м: 0,95

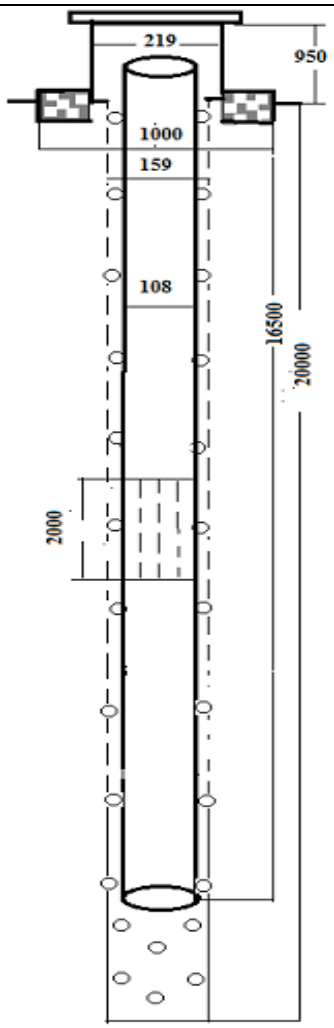
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, полихлорвиниловый, 4,0-6,0 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		**Супесь желто-серого цвета, сухая, с включениями дресвы и щебня**	**0,8**		
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	**2,8**		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	**1,7**	**4,52**	**4,40**
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	**2,5**		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем.	**2,7**		
		Глина плотная, серовато-зеленая, с включением дресвы и мелкого щебня, загипсованная	**5,0**		

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 503-К

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, гидрохимический куст на репрезентативном участке объекта ПУИД ПК»Шенгельды»
Координаты: X 77 28 20
Y 43 57 02
Абсолютная отметка устья,м: 511,31

Глубина скважины,м: 20,0
Высота оголовка, м: 0,95
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, полихлорвиниловый, 6,0-8,0 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
					
		Почвенно-растительный слой	0,2		
		Суглинок легкий, серый, с мелким щебнем и дресвой	0,2		
		Дресвяно-щебнистые отложения с супесчаным заполнителем	4,7		
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем. С глубины 5,1 м водонасыщенные	6,5	5,4	5,1
		Глина средней плотности, коричневого цвета, с редкими включениями дресвы и щебня	8,4		

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 503К-1

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, гидрохимический куст на репрезентативном участке объекта ПУИД ПК»Шенгельды»

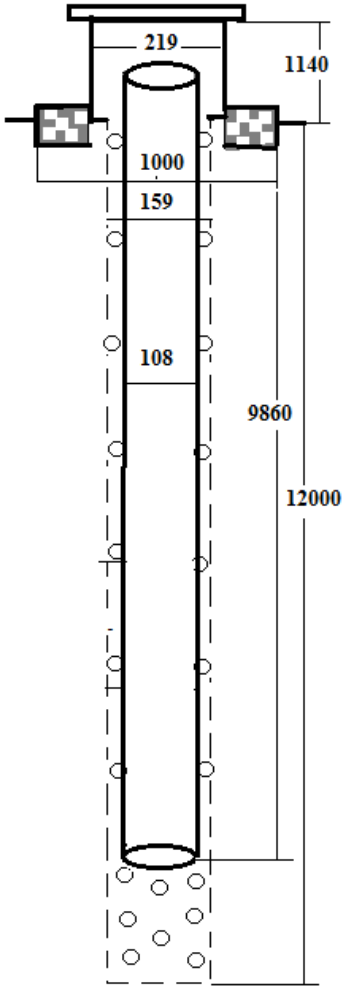
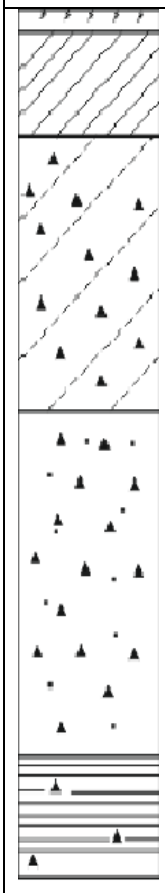
Координаты: X 77^0 28^I 20^{II}

Y 43^0 57^I 04^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 511,36

Глубина скважины,м: 12,0

Высота оголовка, м: 1,14

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		**Почвенно-растительный слой**	**0,2**		
		Суглинок легкий,серый, с мелким щебнем и дресвой до 10 %, сухой	**0,4**		
		Дресвяно-щебнистые отложения с супесчаным заполнителем	**5,0**		
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем. С глубины 5,6 м водонасыщенные	**4,9**	**5,6**	**5,6**
		Глина средней плотности, коричневого цвета, с редкими включениями дресвы и щебня	**2,1**		

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 503К-2

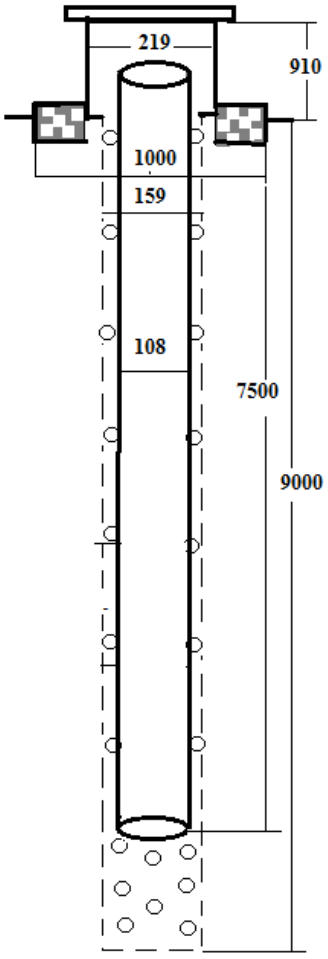
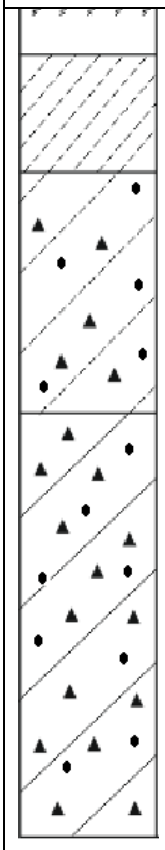
Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, гидрохимический куст на репрезентативном участке объекта ПУИД ПК»Шенгельды»

Координаты: X 77^0 28^I 20^{II}
Y 43^0 57^I 00^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 511,30

Глубина скважины,м: 9,0

Высота оголовка, м: 0,91

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
					
		**Почвенно-растительный слой**	**0,15**		
		Супесь тяжелая,коричнева,сухая	**0,65**		
		Гравийно-щебнистые отложения с супесчаным заполнителем	**3,1**		
		Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем. С глубины 5,4 м водонасыщенные	**5,1**	**5,4**	**5,3**

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 503К-3

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, гидрохимический куст на репрезентативном участке объекта ПУИД ПК»Шенгельды»

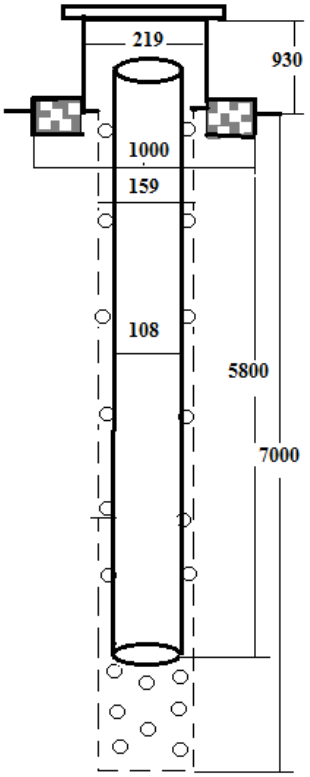
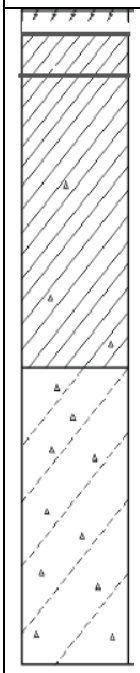
Координаты: X 77^{0} 28^{I} 20^{II}

Y 43^{0} 57^{I} 07^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 511,43

Глубина скважины,м: 7,90

Высота оголовка, м: 0,93

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		**Почвенно-растительный слой**	**0,20**		
		Суглинок легкий, серый, с мелким щебнем	**0,55**		
		Дресвяно-щебнистые отложения с супесчаным заполнителем	**3,3**		
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем. С глубины 5,1 м водонасыщенные	**3,95**	**5,1**	**4,8**

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 500

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок на объекте ПУИД ПК«Шенгельды»

Координаты: X 77^{0} 27^{I} 58^{II}

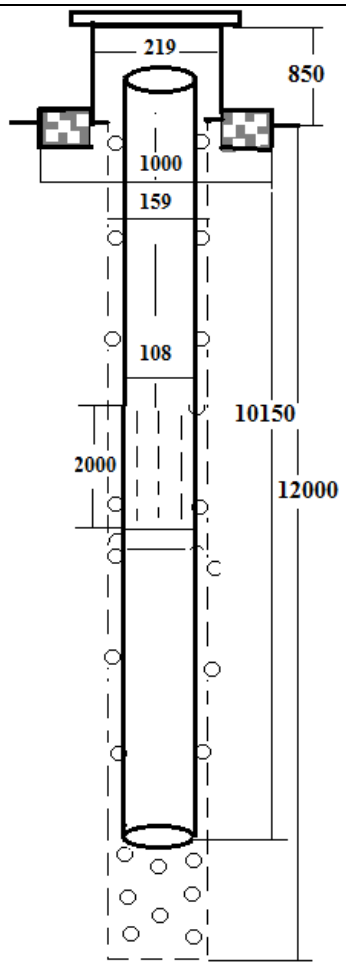
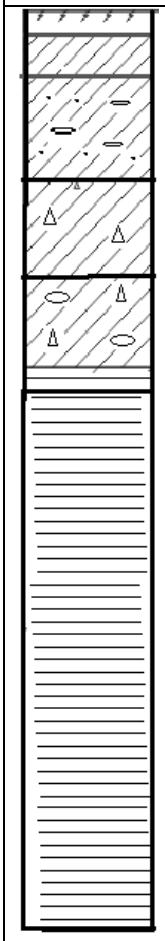
Y 43^{0} 58^{I} 01^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 527,32

Глубина скважины,м: 12,0

Высота оголовка, м: 0,85

Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, полихлорвиниловый, 3,0-5,0 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		Почвенно-растительный слой	0,20	3,4	3,4
		Суглинок легкий, серовато-желтого цвета	0,6		
		Дресвяно-щебнистые отложения с супесчаным заполнителем, с глубины 2,4 м водонасыщенные	2,2		
		Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем. Водонасыщенные.	1,5		
		Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	1,0		
		Глина светло-коричневая, плотная	0,3		
		Глина бурого цвета, со следами огипсования	6,2		

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 501

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок на объекте ПУИД ПК«Шенгельды»

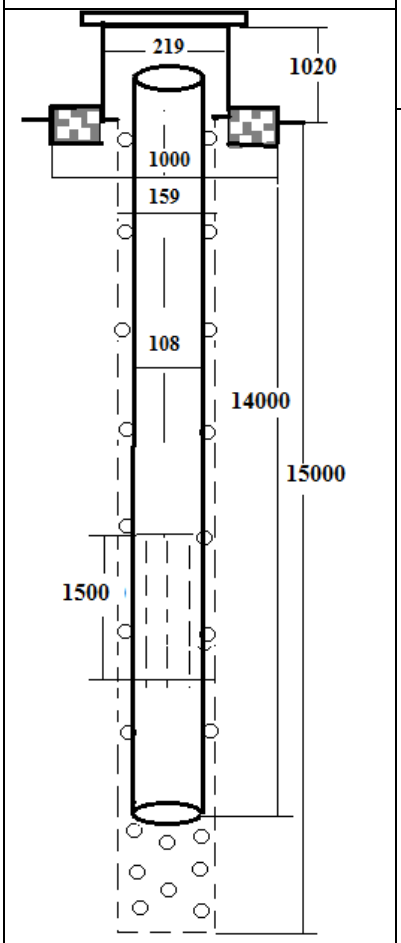
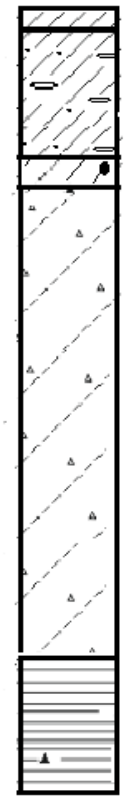
Координаты: X 77^0 28^I 45^{II}
Y 43^0 57^I 39^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 528,02

Глубина скважины,м: 14,0

Высота оголовка, м: 1,02

Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, полихлорвиниловый, 7,7-9,2 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		Суглинок легкий,серый	0,4	5,6	5,55
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 15-20%	3,2		
		Гравийно-щебнистые отлож.	0,5		
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем. Дресва средняя и крупная. Заполнитель – песок мелкий и средней крупности. Водонасыщенные	7,4		
		Глина плотная, серовато-зеленая, с включением мелкого щебня, загипсованная			

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 505

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок на объекте ПУИД ПК«Шенгельды»

Координаты: X 77^{0} 28^{I} 04^{II}

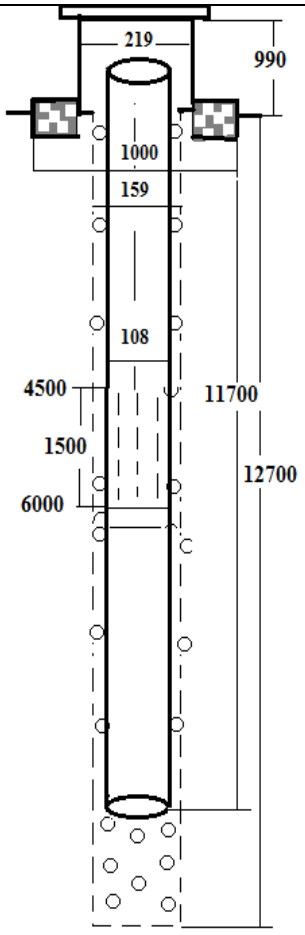
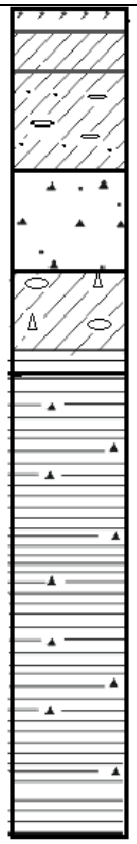
Y 43^{0} 56^{I} 28^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 504,68

Глубина скважины,м: 12,7

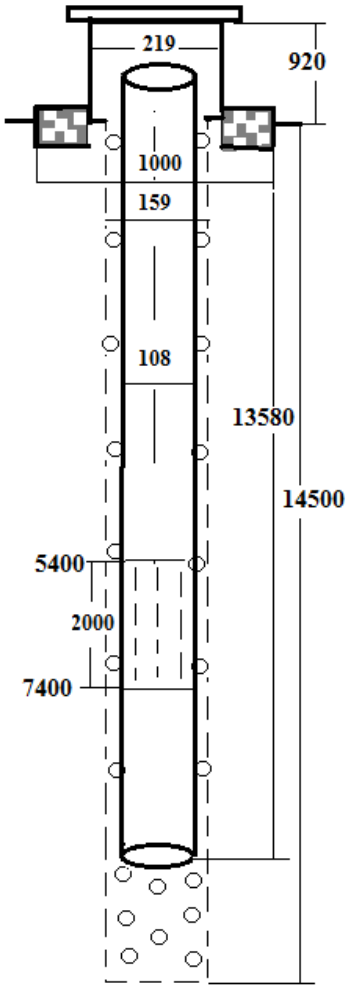
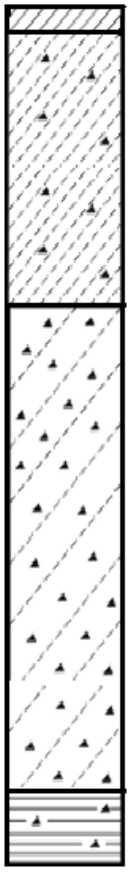
Высота оголовка, м: 0,99

Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, полихлорвиниловый, 4,5-6,0 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		**Почвенно-растительный слой**	**0,20**	**4,8**	**5,1**
		Суглинок легкий,с мелкой дресвой	**0,5**		
		Супесчаные отложения с включением дресвы и мелкого щебня.	**2,2**		
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем.	**2,1**		
		Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем. С глубины 3,4 м водонасыщенные	**2,5**		
		Глина плотная, зеленовато-серого цвета, с включением дресвяно-щебнистого материала до 10%	**5,2**		

ПАСПОРТ
МОНИТОРИНГОВОЙ СКВАЖИНЫ № 506

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок на объекте ПУИД ПК«Шенгельды»
Координаты: X 77^{0} 28^{I} 26^{II}
Y 43^{0} 55^{I} 53^{II}
Абсолютная отметка устья,м: 496,22
Глубина скважины,м: 14,5
Высота оголовка, м: 0,92
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, полихлорвиниловый, 5,4-7,4 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
					
		Супесь тяжелая серого цвета	0,5		
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	3,7		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем. С глубины 5,8 м водонасыщенные	8,8	5,80	5,40
		Глина плотная, бурого цвета, с включением (10-15%) щебня и дресвы	1,5		

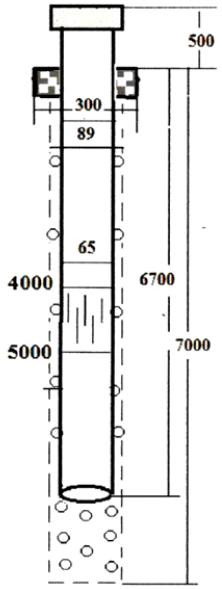
Приложение Б
Паспорты временных наблюдательных скважин

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 1

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

Координаты: X 77^0 27^I 37^{II}
Y 43^0 58^I 07^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 525,92
Глубина скважины,м: 7,00
Высота оголовка, м: 0,50
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 4,0-5,0 м

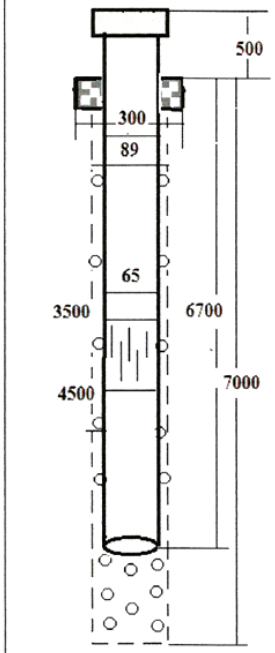
Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		Почвенно-растительный слой	0,20	4,2	4,1
		Суглинок легкий, серовато-желтого цвета	0,6		
		Дресвяно-щебнистые отложения с супесчаным заполнителем	2,2		
		Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем	1,5		
		Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	1,1		
		Глина светло-коричневая, плотная	1,4		

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 2

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

Координаты: X 77^{0} 27^{I} 36^{II}
Y 43^{0} 58^{I} 05^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 526,44
Глубина скважины,м: 7,00
Высота оголовка, м: 0,50
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 3,5-4,5 м

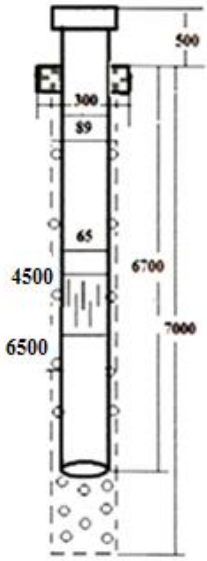
Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
					
		Почвенно-растительный слой	0,2	3,6	3,5
		Суглинок легкий,серый	0,8		
		Супесь желто-серого цвета, с включениями дресвы и щебня	2,2		
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%,	1,5		
		Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	1,2		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем. С глубины 4,5 м водонасыщенные	1,1		

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 3

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

Координаты: X 77^{0} 27^{I} 56^{II}
Y 43^{0} 57^{I} 31^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 522,48
Глубина скважины,м: 7,00
Высота оголовка, м: 0,50
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 4,5-6,5 м

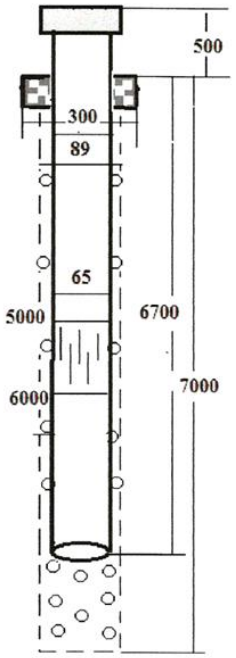
Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		Почвенно-растительный слой	0,4	3,8	3,9
		Суглинок легкий,серый	0,5		
		Супесь желто-серого цвета, с включениями дресвы и щебня	2,1		
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%.	1,6		
		Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем С глубины 4,5 м водонасыщенные	2,2		

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 5

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

Координаты: X 77^{0} 28^{I} 01^{II}
Y 43^{0} 57^{I} 15^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 517,98
Глубина скважины,м: 7,00
Высота оголовка, м: 0,50
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 5,0-6,0 м

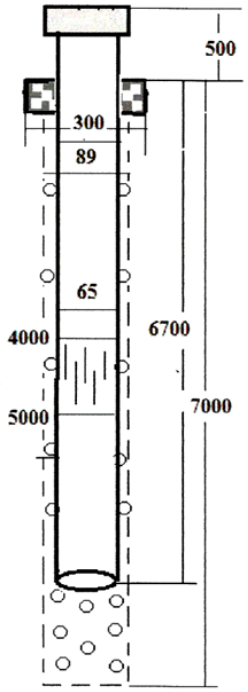
Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		Почвенно-растительный слой	0,2		
		Суглинок легкий,серый, с мелким щебнем и дресвой до 10 %, сухой	0,4		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	1,3		
		Суглинок легкий,серый, с мелким щебнем и дресвой до 10 %, сухой	1,1		
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%,	2,2	5,2	5,1
		Глина плотная, серовато-зеленая	1,8		

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 6

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

Координаты: X 77^{0} 28 30^{II}
Y 43^{0} 56^{I} 52^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 517,48
Глубина скважины,м: 7,00
Высота оголовка, м: 0,50
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 4,0-5,0 м

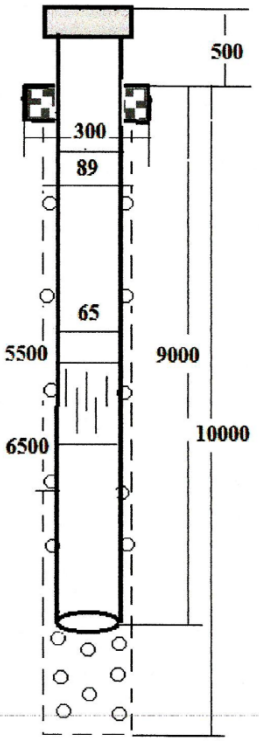
Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		Почвенно-растительный слой	0,3	4,1	4,0
		Суглинок легкий,серый, с мелким щебнем и дресвой до 10 %, сухой	0,9		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	1,4		
		Суглинок легкий,серый, с мелким щебнем и дресвой до 10 %, сухой	0,6		
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%,	2,6		
		Глина плотная, серовато-зеленая	1,2		

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 7

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

Координаты: X 77^0 28^I 11^{II}
Y 43^0 56^I 47^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 513,08
Глубина скважины,м: 10,00
Высота оголовка, м: 0,50
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 5,5-6,5 м

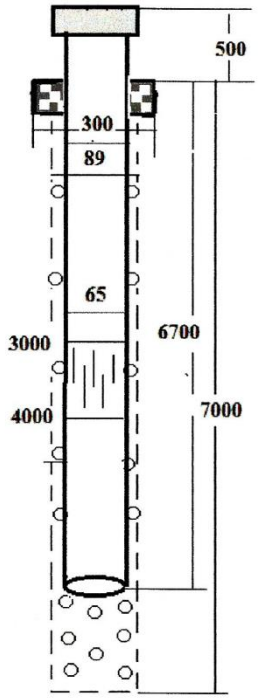
Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
		Почвенно-растительный слой	0,4	5,5	5,6
		Суглинок легкий,серый, с мелким щебнем и дресвой до 10 %, сухой	0,7		
		Супесь желто-серого цвета, сухая, с включениями дресвы и щебня	1,4		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	1,5		
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем.	2,8		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	1,3		
		Глина плотная, серовато-зеленая	2,0		

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 8

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

Координаты: X 77^{0} 27^{I} 16^{II}
Y 43^{0} 56^{I} 34^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 501,04
Глубина скважины,м: 7,00
Высота оголовка, м: 0,50
Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 3,0-4,0 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя, м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
					
		Почвенно-растительный слой	0,2	3,4	3,4
		Суглинок легкий,с мелкой дресвой	0,5		
		Супесчаные отложения с включением дресвы и мелкого щебня.	0,8		
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем.	1,7		
		Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем. С глубины 3,4 м водонасыщенные	3,0		
		Глина плотная, зеленовато-серого цвета, с включением дресвяно-щебнистого материала до 10%	0,8		

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ № 9

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, репрезентативный участок

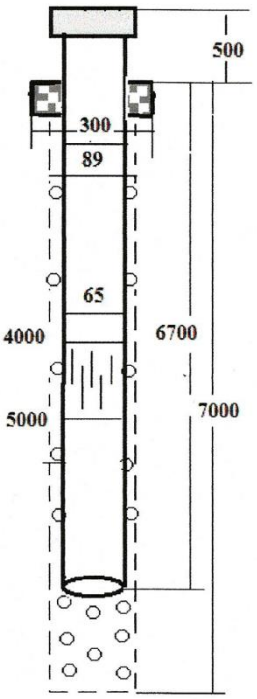
Координаты: X 77^0 27^I 07^{II}
Y 43^0 56^I 11^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 492,46

Глубина скважины,м: 7,00

Высота оголовка, м: 0,50

Тип и интервал установки фильтра: щелевой, 3х30 мм, 4,0-5,0 м

Конструкция скважины	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м	Уровень грунтовых вод,м	
				появившийся	установившийся
					
		Супесь тяжелая серого цвета	1,2	3,8	4,0
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	1,9		
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем. С глубины 3,8 м водонасыщенные	2,1		
		Глина плотная, бурого цвета, с включением (10-15%) щебня и дресвы	1,8		

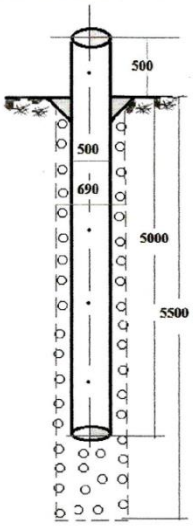
ПАСПОРТ

ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ №1 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №1, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 27^I 32^{II}
Y 43^0 57^I 05^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 512,11
Глубина пьезометра,м: 5,00
Высота оголовка, м: 0,50

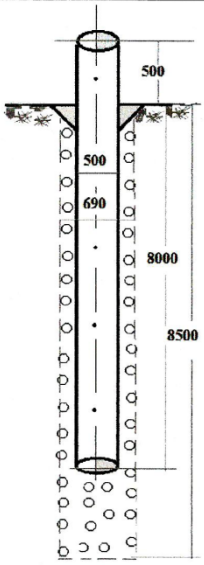
Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Почвенно-растительный слой	0,6
		Суглинок легкий, серый, с мелким щебнем	1,3
		Дресвяно-щебнистые отложения с супесчаным заполнителем	2,3
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	1,3

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ № 2 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №2, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 27^I 29^{II}
Y 43^0 56^I 48^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 512,56
Глубина пьезометра,м: 8,50
Высота оголовка, м: 0,50

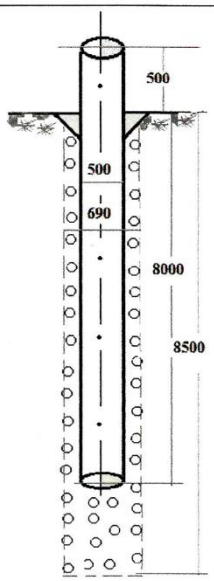
Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Почвенно-растительный слой	0,5
		Супесь желто-серого цвета	0,7
		Супесь сухая, с включениями дресвы и щебня	1,6
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	1,1
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	3,3
		Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем.	1,3

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ №3 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №3, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 27^I 22^{II}
Y 43^0 26^I 50^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 506,48
Глубина пьезометра,м: 5,00
Высота оголовка, м: 0,50

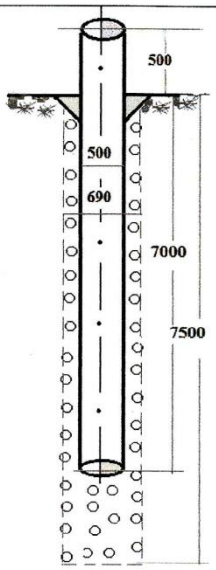
Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Почвенно-растительный слой	0,4
		Супесь желто-серого цвета	0,5
		Супесь сухая, с включениями дресвы и щебня	1,8
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	1,3
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	3,2
		Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем.	1,1

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ № 4 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №4, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 27^I 29^{II}
Y 43^0 57^I 02^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 512,56
Глубина пьезометра,м: 7,00
Высота оголовка, м: 0,50

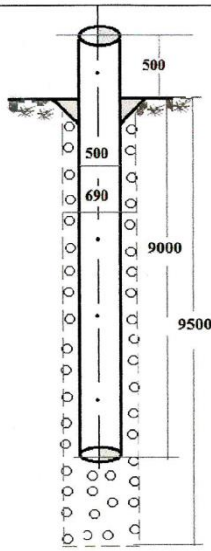
Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Почвенно-растительный слой	0,5
		Суглинок легкий	0,7
		Супесь желто-серого цвета, сухая, с включениями дресвы и щебня	2,2
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	1,2
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем.	2,9

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ № 5 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №5, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 28^I 39^{II}
Y 43^0 57^I 28^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 527,65
Глубина пьезометра,м: 9,00
Высота оголовка, м: 0,50

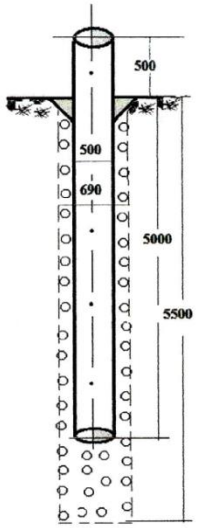
Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Почвенно-растительный слой	0,3
		Суглинок легкий	0,6
		Супесь желто-серого цвета, сухая, с включениями дресвы и щебня	2,7
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	1,6
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем.	3,8

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ № 6 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №6, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 28^I 06^{II}
Y 43^0 57^I 20^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 521,61
Глубина пьезометра,м: 5,00
Высота оголовка, м: 0,50

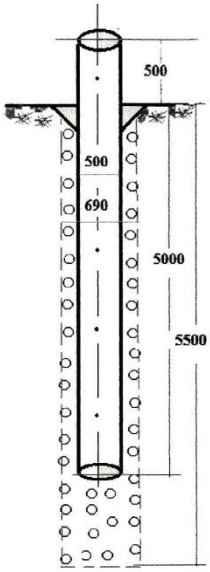
Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Почвенно-растительный слой	0,4
		Суглинок легкий,серый	0,6
		Супесь желто-серого цвета, с включениями дресвы и щебня	1,8
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%	1,4
		Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	1,3

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ № 7 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №7, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 28^I 13^{II}
Y 43^0 56^I 57^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 515,21
Глубина пьезометра,м: 5,00
Высота оголовка, м: 0,50

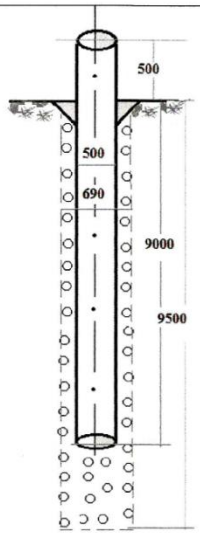
Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Почвенно-растительный слой	0,5
		Суглинок легкий,серый, с мелким щебнем и дресвой до 10 %, сухой	0,8
		Супесь желто-серого цвета, сухая, с включениями дресвы и щебня	1,2
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	1,3
		Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем.	1,7

ПАСПОРТ
ВРЕМЕННОГО НАБЛЮДАТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОМЕТРА НА ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ № 8 В ГРАНИЦАХ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО УЧАСТКА НА ШЕНГЕЛЬДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

Местоположение: Алматинская область, Шенгельдинский массив, эколого-мелиоративная опытная площадка №8, оборудованная в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований

Координаты: X 77^0 28^I 14^{II}
Y 43^0 56^I 3102^{II}

Абсолютная отметка устья,м: 512,56
Глубина пьезометра,м: 9,00
Высота оголовка, м: 0,50

Конструкция пьезометра	Породы разреза	Описание литологического слоя	Мощность слоя,м
			
		Супесь тяжелая серого цвета	0,7
		Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%, сухие	3,1
		Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	5,2
		Глина плотная, бурого цвета, с включением (10-15%) щебня и дресвы	0,5

Приложение Г

Таблица – Данные стационарных наблюдений за уровнем грунтовых вод в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований на Шенгельдинском массиве орошения

№ скв.	год	январь	февраль	март	апрель	май			июнь			июль			август			сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
		III	III	III	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	III	III	III	III
418 517,85	2005	4,15	3,95	3,75	3,45	3,40	3,42	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	2,86	2,61	2,54	3,12	3,35	3,4	3,25	4,2	4,25
		513,7	513,9	514,1	514,4	514,45	514,43	514,35	514,45	514,55	514,65	514,75	514,99	515,24	515,41	514,73	514,5	514,45	514,6	513,65	513,6
	2010	4,12	3,75	3,53	3,25	3,34	3,36	3,38	3,2	3,1	3,0	2.,9	2,75	2,55	2,13	2,62	2,85	3,12	3,19	3,82	4,09
		513,73	514,1	514,32	514,6	514,51	514,49	514,47	514,65	514,75	511,85	514,95	515,1	515,3	515,72	515,23	515	514,73	514,66	514,03	513,76
	2014	4,40	4,26	3,41	3,52	3,63	3,31	3,23	3,16	3,09	3,11	2,98	2,87	2,68	2,83	2,99	3,25	3,45	3,41	3,61	3,60
		513,45	513,59	514,44	514,33	514,22	514,54	514,62	514,69	514,76	514,74	514,87	514,98	515,17	515,02	514,86	514,6	514,4	514,44	514,24	514,25
	2015	3,67	3,15	3,25	3,25	3,35	3,3	3,3	3,23	3,24	3,15	3,05	2,89	2,78	3,05	3,40	3,51	3,49	3,52	3,77	3,81
		514,18	514,7	514,6	514,6	514,5	514,55	514,55	514,62	514,61	514,7	514,8	514,96	515,07	514,8	514,45	514,34	514,36	514,33	514,08	514,04
	2016	3,07	3,15	3,25	3,25	3,35	3,3	3,3	3,4	3,34	3,25	3,35	3,1	3,07	3,11	3,54	3,40	3,56	3,88	3,91.	4,07
		514,78	514,7	514,6	514,6	514,5	514,55	514,55	514,45	514,51	514,6	514,5	514,75	514,78	514,74	514,31	514,45	514,29	513,97	513,94	513,78
	2017	3,87	3,78	3,65	3,85	3,65	3,43	3,16	2,99	2,87	2,44	2,23	2,01	2,14	1.87	3,05	2,34	2,77	3,12	-	-
		513,98	514,07	514,2	514	514,2	514,42	514,69	514,86	514,98	515,45	515,62	515,84	515,71	515,98	514,8	515,51	515,08	514,73	-	-
500 527,32	2005	4,35	4,37	4,4	4,85	4,95	5,05	5,15	4,15	4,05	4,02	3,9	3,85	3,91	3,98	4,11	4,15	4,45	4,65	4,7	4,5
		522,97	522,95	522,92	522,47	522,37	522,27	522,17	523,17	523,27	523,3	523,42	523,47	523,41	523,34	523,21	523,17	522,87	522,67	522,62	522,82
	2010	4,25	6,35	5,15	4,1	3,85	3,85	3,85	3,45	3,15	3,02	3,05	3,1	3,15	2,41	3,35	3,52	3,45	3,15	4,4	4,85
		523,07	520,97	522,17	523,22	523,47	523,47	523,47	523,87	524,17	524,3	524,27	524,22	524,17	524,91	523,97	523,8	523,87	524,17	522,92	522,47
	2014	3,95	4,05	4,05	3,63	3,63	3,64	4,15	4,10	4,10	4,10	4,00	3,95	3,75	3,75	3,70	3,68	3,65	3,60	3,65	3,75
		523,37	523,27	523,27	523,69	523,69	523,68	523,17	523,22	523,22	523,22	523,32	523,37	523,57	523,57	523,62	523,64	523,67	523,72	523,67	523,57
	2015	3,85	3,95	3,95	3,75	3,86	3,97	4,1	4,09	4,07	4,05	3,9	3,85	3,85	4,05	4,25	4,35	4,42	4,65	4,75	4,80
		523,47	523,37	523,37	523,57	523,46	523,35	523,22	523,23	523,25	523,27	523,42	523,47	523,47	523,27	523,07	522,97	522,9	522,67	522,57	522,52
	2016	4,85	4,95	4,85	4,80	4,59	4,38	4,17	4,17	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	3,90	3,67	3,45	3,55	3,75	4,00	4,10
		522,47	522,37	522,47	522,52	522,73	522,9	523,15	523,15	523,17	523,17	523,1	523,17	523,1	523,42	523,65	523,87	523,77	523,57	523,32	523,22

							4					7		7							
	2017	4,65	4,34	4,22	4,45	4,33	4,12	3,90	3,85	3,44	3,23	3,07	2,96	2,45	2,56	4,94	2,98	3,34	3,62	-	-
		522,67	522,98	523,10	522,87	522,99	523,20	523,42	523,47	523,88	524,09	524,25	524,36	524,87	524,76	524,88	524,34	523,98	523,20	-	-
501	2005	6,78	7,18	7,48	6,98	6,88	6,83	6,78	6,43	6,23	6,31	5,98	5,93	5,70	5,54	5,14	5,24	5,46	5,51	6,0	6,67
		521,24	520,84	520,54	521,04	521,14	521,19	521,24	521,59	521,79	521,71	522,04	522,09	522,32	522,48	522,88	522,78	522,56	522,51	522,02	521,35
	2010	8,18	7,98	7,88	7,8	7,68	7,69	7,68	7,85	7,99	8,02	8,03	8,06	8,08	8,08	8,13	8,13	8,14	7,84	8,84	8,18
		519,84	520,04	520,14	520,22	520,34	520,33	520,34	520,17	520,03	520,00	519,99	519,96	519,94	519,94	519,89	519,89	519,88	520,18	519,18	519,84
528,02	2014	8,18	9,78	9,78	7,65	7,78	7,88	7,98	7,93	7,93	7,88	7,83	7,78	7,58	7,28	6,98	6,43	6,38	6,28	6,33	6,38
		519,84	518,24	518,24	520,37	520,24	520,14	520,04	520,09	520,09	520,14	520,19	520,24	520,44	520,74	521,04	521,59	521,64	521,74	521,69	521,64
	2015	6,58	6,78	6,98	7,18	7,36	7,54	7,74	7,7	7,66	7,63	7,63	7,58	7,58	7,68	7,78	7,98	8,03	8,28	8,38	8,43
		521,44	521,24	521,04	520,84	520,66	520,48	520,28	520,32	520,36	520,39	520,39	520,44	520,44	520,34	520,24	520,04	519,99	519,74	519,64	519,59
	2016	8,48	8,58	8,48	8,48	8,53	8,58	8,65	8,68	8,73	8,78	8,73	8,68	8,68	8,68	8,73	8,78	8,60	8,68	8,88	8,98
		519,54	519,44	519,54	519,54	519,49	519,44	519,37	519,34	519,29	519,24	519,29	519,34	519,34	519,34	519,29	519,24	519,42	519,34	519,14	519,04
	2017	7,58	7,48	6,28	6,18	5,86	5,54	5,74	5,7	5,66	4,93	4,43	3,98	3,58	4,08	6,80	4,98	5,23	6,28	-	-
		520,44	520,54	521,74	521,84	522,16	522,48	522,28	522,32	522,36	523,09	523,59	524,04	524,44	523,94	523,24	523,04	522,79	521,74	-	-
502 505,16	2005	6,2	6,23	6,25	6,25	6,25	6,25	6,3	6,98	6,85	6,9	6,55	6,55	6,05	5,55	4,17	4,38	4,45	4,65	5,1	5,54
		498,96	498,93	498,91	498,91	498,91	498,91	498,86	498,18	498,31	498,26	498,61	498,61	499,11	499,61	500,99	500,78	500,71	500,51	500,06	499,62
	2010	6,03	6,09	6,15	6,15	6,1	6,1	6,1	5,7	5,55	5,49	5,15	4,8	3,95	2,96	3,01	4,05	5,15	5,85	6,08	6,55
		499,13	499,07	499,01	499,01	499,06	499,06	499,06	499,46	499,61	499,64	500,01	500,36	501,21	502,2	502,15	501,11	500,01	499,31	499,08	498,61
	2014	7,18	6,78	6,78	6,65	6,48	6,18	6,08	5,93	5,63	5,28	5,23	4,78	4,58	4,28	4,98	5,43	6,08	6,28	6,33	6,38
		497,98	498,38	498,38	498,51	498,68	498,98	499,08	499,23	499,53	499,88	499,93	500,38	500,58	500,88	500,18	499,73	499,08	498,88	498,83	498,78
	2015	7,65	7,75	7,95	7,39	7,1	6,61	6,51	6,05	5,75	5,18	5,15	4,95	4,45	4,45	4,75	4,95	6,05	6,45	6,55	7,61
		497,51	497,41	497,21	497,77	498,06	498,55	498,65	499,11	499,41	499,98	500,01	500,21	500,71	500,71	500,41	500,21	499,11	498,71	498,61	497,55
	2016	7,70	7,75	7,55	7,55	7,70	7,85	7,00	6,60	6,02	5,70	5,30	5,05	4,55	4,65	4,95	5,35	6,30	6,95	7,15	7,75
		497,46	497,41	497,61	497,61	497,46	497,31	498,16	498,56	499,14	499,46	499,86	500,11	500,61	500,51	500,21	499,81	498,86	498,21	498,01	497,41
	2017	8,02	7,77	7,61	7,32	7,65	7,43	6,87	6,23	5,45	5,12	4,98	4,32	3,99	3,24	2,90	2,23	3,34	3,98	-	-
		497,14	497,39	497,55	497,84	497,51	497,7	497,29	498,93	499,71	500,04	500,1	500,84	501,1	501,92	502,29	502,93	501,82	501,18	-	-

							3					8		7							
	2005	5,76	5,35	5,91	5,65	5,45	5,15	4,95	4,72	4,45	4,37	4,05	4,05	4,45	4,95	3,92	3,97	4,03	4,2	4,5	4,8
		505,37	505,78	505,22	505,48	505,68	505,98	506,18	506,41	506,68	506,76	507,08	507,08	506,68	506,18	507,21	507,16	507,1	506,93	506,63	506,33
	2010	4,15	4,95	4,45	4,19	5,15	5,15	5,15	4,95	4,85	4,65	4,35	4,05	3,75	3,72	3,65	3,28	3,25	2,95	3,45	4,06
503(K)		506,98	506,18	506,68	506,94	505,98	505,98	505,98	506,18	506,28	506,48	506,78	507,08	507,38	507,41	507,48	507,85	507,88	508,18	507,68	507,07
511,13	2014	4,55	4,65	4,75	5,90	5,90	5,90	5,95	5,55	5,05	4,72	4,65	4,60	4,40	4,38	4,38	4,38	4,35	4,25	4,35	4,45
		506,58	506,48	506,38	505,23	505,23	505,23	505,18	505,58	506,08	506,41	506,48	506,53	506,73	506,75	506,75	506,75	506,78	506,88	506,78	506,68
	2015	4,65	4,75	4,8	5,98	6,02	6,07	6,11	6,05	6	5,95	5,95	5,95	5,95	5,7	5,65	5,55	5,55	5,72	5,82	5,84
		506,48	506,38	506,33	505,15	505,11	505,06	505,02	505,08	505,13	505,18	505,18	505,18	505,18	505,43	505,48	505,58	505,58	505,41	505,31	505,29
	2016	5,90	5,95	5,80	5,75	6,11	6,47	6,85	6,19	6,05	5,88	5,65	5,95	5,35	5,65	5,15	5,25	6,05	6,20	6,50	6,65
		505,23	505,18	505,33	505,38	505,02	504,66	504,28	504,94	505,08	505,25	505,48	505,18	505,78	505,48	505,98	505,88	505,08	504,93	504,63	504,48
	2017	6,87	6,12	6,00	5,78	5,96	5,98	5,34	5,45	5,12	5,01	4,45	3,89	3,45	3,12	2,05	2,12	2,14	3,43	-	-
		504,26	505,01	505,13	505,35	505,17	505,15	505,79	505,68	506,01	506,12	506,68	507,24	507,68	508,01	509,08	509,01	508,99	507,7	-	-
	2005	5,31	5,61	5,81	5,51	5,41	5,41	5,31	4,68	4,44	4,29	4,09	4,01	4,01	4,01	4,01	4,13	4,31	4,71	4,83	4,99
		499,37	499,07	498,87	499,17	499,27	499,27	499,37	500	500,24	500,39	500,59	500,67	500,67	500,67	500,67	500,55	500,37	499,97	499,85	499,69
	2010	5,3	5,68	6,0	6,46	6,35	6,35	6,35	6,3	6,3	6,28	5,92	5,6	5,1	4,4	4,3	3,6	3,95	4,2	4,92	5,4
		499,38	499	498,68	498,22	498,33	498,33	498,33	498,38	498,38	498,4	498,76	499,08	499,58	500,28	500,38	501,08	500,73	500,48	499,76	499,28
505	2014	5,80	6,00	6,05	6,45	6,40	6,40	6,40	6,30	6,25	6,30	6,20	6,10	5,90	5,90	5,80	4,70	4,65	4,65	4,75	4,80
		498,88	498,68	498,63	498,23	498,28	498,28	498,28	498,38	498,43	498,38	498,48	498,58	498,78	498,78	498,88	498,98	500,03	500,03	499,93	499,88
504,68	2015	5,1	5,2	5,3	5,1	5,63	6,16	6,7	6,6	6,55	6,5	6,5	6,5	6,5	6,1	5,6	5,29	5,6	6,35	6,4	6,45
		499,58	499,48	499,38	499,58	499,05	499,52	497,98	498,08	498,13	498,18	498,18	498,18	498,18	498,58	499,08	499,39	499,08	498,32	498,28	498,23
	2016	6,50	6,50	6,30	6,40	5,61	6,06	6,44	6,26	6,25	5,5	5,45	5,65	5,15	5,04	5,05	4,80	5,40	6,10	6,30	6,50
		498,18	498,18	498,38	498,28	499,07	498,62	498,24	498,42	498,43	499,18	499,23	499,03	499,53	499,64	499,63	499,88	499,28	498,58	498,38	498,18
	2017	6,45	6,67	6,34	6,23	5,72	5,86	5,44	5,26	5,25	4,35	4,15	4,05	3,45	3,24	3,02	3,25	3,45	4,38	-	-
		498,23	498,01	498,34	498,45	498,96	498,82	499,24	499,42	499,43	500,33	500,53	500,63	501,23	501,44	501,66	501,43	501,23	500,3	-	-
	2005	5,41	5,51	5,91	5,81	5,81	5,76	5,71	5,51	5,31	5,11	5,01	4,82	4,76	4,67	4,16	4,41	4,61	5,01	5,23	5,34
		490,81	490,71	490,31	490,41	490,41	490,4	490,51	490,71	490,91	490,11	491,2	491,34	491,4	491,55	492,06	491,81	491,61	491,21	490,99	490,88

							6					1		6							
	2010	5,21	5,31	5,46	5,61	5,51	5,51	5,51	5,56	5,61	5,65	5,51	5,11	4,41	4,36	4,16	4,34	4,62	4,91	6,01	6,61
		491,01	490,91	490,76	490,61	490,71	490,71	490,71	490,66	490,61	490,57	490,71	491,11	491,81	491,86	492,06	491,88	491,6	491,31	490,21	489,61
506																					
	2014	5,91	6,01	6,11	6,48	6,46	6,41	6,41	6,31	6,31	6,26	4,42	4,16	4,01	4,31	4,86	4,81	4,76	5,06	5,76	5,81
496,22		490,31	490,21	490,11	489,74	489,76	489,81	489,81	489,91	489,91	489,96	491,8	492,06	492,21	491,91	491,36	491,41	491,46	491,16	490,46	490,41
	2015	5,91	6,06	6,11	5,96	6,12	6,26	6,43	6,31	6,26	6,21	4,21	4,21	4,21	4,41	4,91	4,97	5,06	5,26	5,36	6,01
		490,31	490,16	490,11	490,26	490,1	489,96	489,79	489,91	489,96	490,01	492,01	492,01	492,01	491,81	491,31	491,25	491,16	490,96	490,86	490,21
	2016	6,46	6,51	6,31	6,26	7,21	8,16	8,11	9,17	8,23	8,31	8,26	8,21	8,21	8,31	7,41	6,51	6,71	6,91	7,11	7,31
		489,76	489,71	489,91	489,96	489,01	488,06	488,11	487,05	487,99	487,91	487,96	488,01	488,21	487,91	488,81	489,71	489,51	489,31	489,11	488,91
	2017	6,91	6,36	6,41	5,76	7,22	7,04	6,22	6,11	6,09	6,00	5,21	4,46	4,24	4,48	4,97	3,97	4,46	4,96	-	-
		489,31	489,86	489,81	490,46	489	489,18	490	490,11	490,13	490,22	491,01	491,76	491,98	491,74	491,25	492,25	491,76	491,26	-	-

Примечание:* в числителе - уровень грунтовых вод, м
в знаменателе - абсолютная отметка уровня грунтовых вод, м

Приложение Д

Таблица – Данные режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод во временных скважинах, пробуренных в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований на Шенгельдинском массиве орошения

№ времен .скв.	апрель		май			июнь				июль				август				сентябрь				октябрь		
	I	III	I	II	III	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
1 525,92	4,65	4,23	4.05	3,90	3.89	3,85	3,44	3,32	3,12	3,07	2,87	2,56	2,44	2,41	4,95	2,65	2,98	3,23	3,12	3,28	3,34	3,48	3,56	3,62
	521,27	521,69	521,87	522,02	522,03	522,07	522,48	522,60	522,80	522,85	523,05	523,36	523,48	523,51	523,25	523,27	522,94	522,69	522,80	522,64	522,58	522,44	522,36	522,30
2 526,44	5,34	5,23	4.78	4,45	4.42	4,32	4,14	3,82	3,65	3,47	3,34	3,23	2,87	2,56	4,60	2,96	2,98	3,36	3,56	3,67	3,68	3,76	3,98	4,23
	521,1	521,21	521,66	521,99	522,02	522,12	522,3	522,62	522,79	522,97	523,1	523,21	523,61	523,88	521,84	523,48	523,46	523,08	522,88	522,77	522,76	522,68	522,46	522,21
3 522,48	6,23	6,45	6,24	5,89	5,65	5,43	5,36	5,05	4,89	4,51	4,02	3,76	3,01	2,99	3,35	2,45	2,16	2,53	3,03	3,34	3,78	4,09	4,12	4,97
	516,25	516,03	516,24	516,59	516,83	517,05	517,12	517,43	517,59	517,97	518,46	518,72	519,47	519,49	519,33	520,03	520,32	519,95	519,45	519,34	518,7	518,39	518,36	517,51
4 515,92	5,45	5,38	5,41	5,16	5,08	5,03	4,97	4,74	4,23	4,14	4,03	3,52	3,24	3,01	2,15	2,12	2,17	2,99	3,35	3,48	3,87	3,99	4,23	4,67
	510.47	510,54	510.51	510.36	510.84	510.89	510.95	511.18	511.69	511.78	511.89	512.4	512.68	512.91	513.77	513,80	513.75	512,93	512,57	512,44	512,05	511,93	511,69	511,25
5 517,98	6,03	6,25	6,04	5,67	5,45	5,23	5,14	4,95	4,77	4,34	4,01	3,66	3,23	2,78	2,64	2,76	2,45	2,34	3,34	3,56	3,98	4,23	4,45	5,27
	511,95	511,73	511,94	512,31	512,53	512,75	512,84	513,03	513,21	513,64	513,97	514,32	514,75	515,2	515,34	515,22	515,53	515,64	514,64	514,42	514	513,75	513,53	512,71
6 517,48	5,87	5,78	5,35	5,15	4,95	4,43	4,16	3,99	3,87	3,44	3,23	2,91	2,87	3.01	2,15	2,77	3.03	3,25	3,45	3,48	3,88	3,95	4,28	4,87
	511,61	511,7	512,13	512,33	512,53	513,05	513,32	513,49	513,61	514,04	514,25	514,57	514,61	514,47	515,33	514,71	514,45	514,23	514,03	514	513,6	513,53	513,2	512,61
7 513,08	6,45	6,35	6,28	5,81	5,67	5,33	5,23	5,12	4,77	4,43	4,12	3,66	3,34	3,29	2,10	2,87	2,56	2,65	3,23	3,54	3,68	4,34	4,56	5,12
	506,63	506,73	506,8	507,27	507,41	507,75	507,85	507,96	508,31	508,65	508,96	509,42	509,74	509,79	510,98	510,21	510,52	510,43	509,85	509,54	513,08	508,74	508,52	507,96
8 501,04	6,34	5,72	5,86	5,44	5,26	5,25	4,35	4,21	4,05	3,45	3,24	3,15	2,88	2,65	3,96	2,56	2,76	2,98	3,02	3,25		3,45		4,38
	494,7	495,32	495,18	495,6	495,78	495,79	496,69	496,83	496,99	497,59	497,8	497,89	498,16	498,39	497,08	498,48	498,28	498,06	498,02	497,79		497,59		496,66
9 492,46	6,87	7,22	7,04	6,22	6,11	6,09	6,00	5,21	4,46	4,24	4,48	4,01	3,98	3,88	5,90	3,86	3,77	3,86	3,97	4,22	4,46	4,55	4,72	4,96
	485,59	480,2	485,42	486,24	486,35	486,37	486,46	487,25	488	488,22	487,98	488,45	488,48	488,58	486,56	483,56	488,69	488,6	488,49	488,24	488	487,91	487,74	482,46

Примечание:* в числителе - уровень грунтовых вод, м

в знаменателе - абсолютная отметка уровня грунтовых вод, м

Приложение Е

Таблица – Данные режимных наблюдений за динамикой уровня грунтовых вод в наблюдательных пьезометрах в составе эколого-мелиоративных опытных площадок, оборудованных в границах репрезентативного участка экспериментальных исследований на Шенгельдинском массиве орошения

№ площадки	апрель		май			июнь				июль				август				сентябрь				октябрь		
	I	III	I	II	III	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
1		4,32	4,26	4,22	4,09	3,89	3,67	3,12	2,77	2,69	2,56	2,26	2,21	1,92	1,90	1,89	2,1	2,54	3,08	3,34	3,87	4,12	4,23	4,82
512,11		507,79	507,85	507,89	508,02	508,22	508,44	508,99	509,34	509,42	509,55	509,85	509,9	510,19	510,21	510,22	510,01	509,57	509,03	508,77	508,24	507,99	507,88	507,29
2		4,56	4,44	4,32	4,25	4,06	4,02	3,89	3,19	3,07	2,92	2,37	2,39	2,36	2,40	2,41	2,44	2,58	2,94	3,27	3,32	3,53	3,67	4,02
506,22		501,66	501,78	501,9	501,97	502,16	502,20	502,33	503,03	503,15	503,3	503,85	503,83	503,86	503,82	503,81	503,78	503,64	503,28	502,95	502,9	502,69	502,55	502,2
3		4,12	4,15	4,14	4,1	4,25	4,06	3,80	3,23	3,09	2,72	2,27	2,19	2,23	2,36	2,31	2,34	2,57	2,74	3,07	3,12	3,33	3,57	4,02
506,48		502,36	502,33	502,34	502,38	502,23	502,42	502,68	503,25	503,39	503,76	504,21	504,29	504,25	503,96	504,17	504,14	503,91	503,74	503,41	503,36	503,15	502,91	502,33
4		5,06	5,02	4,98	4,76	4,54	4,23	4,25	4,01	3,98	3,87	3,43	3,40	3,31	3,32	3,31	3,35	3,35	3,38	3,37	3,43	3,46	3,57	3,99
522,74		517,68	517,72	517,76	517,98	518,2	518,51	518,49	518,73	518,76	518,87	519,31	519,34	519,43	519,42	519,43	519,39	519,39	519,36	519,37	519,31	519,28	519,17	518,75
5		6,65	6,47	6,22	6,04	6,12	6,01	5,99	5,40	5,21	5,12	5,06	4,87	4,92	4,98	4,99	5,00	5,14	5,22	5,33	5,56	5,52	5,67	5,95
527,65		521,00	521,18	521,43	521,61	521,53	521,64	521,66	522,25	522,44	522,53	522,59	522,78	522,73	522,67	522,66	522,65	522,51	522,43	522,32	522,09	522,13	521,98	521,7
6		5,90	5,87	6,23	6,43	6,17	5,83	5,25	5,02	4,68	4,22	3,79	3,24	3,22	3,20	3,21	3,22	3,67	3,98	4,32	4,45	4,89	5,02	5,16
521,61		515,71	515,74	515,38	515,18	515,44	515,78	516,36	516,59	516,93	517,39	517,82	518,371	518,39	518,41	518,40	518,39	518,94	517,63	517,29	517,16	516,72	516,59	516,45
7		6,12	5,78	5,45	5.42	5,32	5,14	4,82	4,05	3,67	3,43	3,23	2,97	2,66	2,45	2,46	2,43	2,47	2,65	2,98	3,45	3,88	4,56	5,02
515,21		509,09	509,43	509,76	509,79	510,89	510,07	510,39	511,16	511,54	511,78	511,98	512,24	512,55	512,76	512,75	512,78	512,74	512,56	512,23	511,76	511,33	510,65	510,19
8		4,88	4,34	4,45	4,12	4,01	3,95	3,89	3,45	3,12	2,05	2,12	2,14	2,12	1,85	1,88	1,97	1,76	1,97	2,34	2,67	3,45	3,89	4,06
509,42		504,54	505,08	504,97	505,43	505,41	505,47	505,53	505,97	506,3	507,37	507,3	507,28	507,30	507,57	507,54	507, 45	507,66	507,45	507,08	506,75	505,97	505,53	505,36

Примечание:* в числителе - уровень грунтовых вод, м

в знаменателе - абсолютная отметка уровня грунтовых вод, м

Приложение Ж

Таблица – Результаты сокращенного химического анализа грунтовых вод на репрезентативном участке Шенгельдинского массива в период экспериментальных исследований в 2017 году

Место отбора	Дата отбора	pH	мг-экв% / мг/дм^3							∑k мг/экв	Минера-лизация, мг/дм^3	Формула Курлова	SAR
			CO_3	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na+K				
Скв.418	22.05.17	7,0	не обн	4,8	1,8	10,8	7,1	3,6	6,7	17,4	1212	$\frac{SO_4\ 62\ HCO_3\ 28\ Cl\ 10}{Ca\ 41\ Na\ 39\ Mg\ 20}$ M 1,21	2,0
				305	42	278	22	6	239				
	27.08.17	7,1	не обн	4,8	1,8	10,8	7,1	3,6	6,7	17,4	1244	$\frac{SO_4\ 63\ HCO_3\ 27Cl\ 10}{Ca\ 40\ Na\ 38\ Mg\ 22}$ M 1,24	2,2
				305	42	278	22	6	239				
	25.10.17	7,1	не обн	4,8	1,8	10,8	7,1	3,6	6,7	17,4	1223	$\frac{SO_4\ 60\ HCO_3\ 30\ Cl\ 10}{Ca\ 42\ Na\ 38\ Mg\ 20}$ M 1,22	2,1
				305	42	278	22	6	239				
Скв.500	22.05.17	7,4	не обн	5,4	3,5	10,5	5,6	3,4	10,4	19,4	1349	$\frac{SO_4\ 54\ HCO_3\ 28\ Cl\ 18}{Na\ 54\ Ca\ 29\ Mg\ 17}$ M 1,35	3,4
				329	124	504	112	41	239				
	05.08.17	7,9	не обн	5,0	2,8	16,2	3,4	5,2	15,4	24,0	1667	$\frac{SO_4\ 68\ HCO_3\ 21\ Cl\ 11}{Na\ 64\ Mg\ 22\ Ca\ 14}$ M 1,67	5,2
				305	99	778	68	63	354				
	25.10.17	6,9	не обн	6,4	1,7	8,9	6,6	0,7	9,7	17,0	1240	$\frac{SO_4\ 52\ HCO_3\ 38\ Cl\ 10}{Na\ 57\ Ca\ 39\ Mg\ 4}$ M 1,24	3,6
				390	60	427	132	8	223				
Скв.501	22.05.17	7,2	не обн	6,6	0,7	20,5	13,6	4,1	10,1	27,8	1963	$\frac{SO_4\ 74\ HCO_3\ 24\ Cl\ 2}{Ca\ 49\ Na\ 36\ Mg\ 15}$ M 1,96	2,4
				402	24	984	272	49	232				
	05.08.17	7,1	не обн	6,6	0,7	20,5	13,6	4,1	10,1	27,8	1924	$\frac{SO_4\ 72\ HCO_3\ 24\ Cl\ 4}{Ca\ 47\ Na\ 38\ Mg\ 15}$ M 1,92	2,2
				408	22	980	276	51	230				
	27.10.17	7,2	не обн	6,7	0,6	20,8	13,9	4,2	10,3	27,8	1952	$\frac{SO_4\ 73\ HCO_3\ 24\ Cl\ 3}{Ca\ 48\ Na\ 37\ Mg\ 15}$ M 1,95	2,4
				405	23	982	270	50	229				
Скв.502	22.05.17	7,2	не обн	7,6	2,3	5,5	5,0	3,7	6,7	15,4	1106	$\frac{HCO_3\ 49\ SO_4\ 36\ Cl\ 15}{Na\ 44\ Mg\ 24\ Ca\ 32}$ M 1,11	2,2
				463	81	264	100	44	154				
	05.08.17	7,1	не обн	6,0	1,3	7,1	3,8	2,6	8,0	14,4	839	$\frac{SO_4\ 49\ HCO_3\ 42\ Cl\ 9}{Na\ 56\ Ca\ 26\ Mg\ 18}$ M 0,84	3,1
				366	46	341	76	32	184				
	27.10.17	7,2	не обн	6,6	2,2	10,2	4,5	4,1	10,4	19,0	1273	$\frac{SO_4\ 54\ HCO_3\ 35\ Cl\ 11}{Na\ 55\ Ca\ 24\ Mg\ 21}$ M 1,27	3,5
				402	78	489	90	49	239				
				354	85	644	118	55	257				

Место отбора	Дата отбора	pH	мг-экв% / мг/дм^3							∑k мг/экв	Минера-лизация, мг/дм^3	Формула Курлова	SAR
			CO_3	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Mg	Na+K				
Скв.503-К	22.05.17	7,3	не обн	1,8	0,9	5,7	4,2	0,7	3,5	8,4	585	$\underline{SO_4\ 68\ HCO_3\ 21\ Cl\ 11}$ $M_{0,59}$ Ca 50 Na 42 Mg 8	1,5
				109	31	273	84	8	80				
	05.08.17	7,1	не обн	4,4	2,0	12,4	6,0	3,0	9,8	18,8	1336	$\underline{SO_4\ 66\ HCO_3\ 23\ Cl\ 11}$ $M_{1,34}$ Na 52 Ca 32 Mg 16	3,2
				268	71	596	120	36	225				
	27.10.17	7,1	не обн	3,0	3,5	6,9	2,3	4,2	6,9	13,4	823	$\underline{SO_4\ 51\ Cl\ 26\ HCO_3\ 23}$ $M_{0,82}$ Na 51 Mg 31 Ca 18	2,7
				183	124	331	46	51	158				
				317	96	937	184	31	359				
Скв.506	22.05.17	7,4	не обн	4,8	2,5	14,7	8,0	1,1	12,9	22,0	1554	$\underline{SO_4\ 67\ HCO_3\ 22\ Cl\ 11}$ $M_{1,55}$ Na 59 Ca 36 Mg 5	4,2
				292	88	706	160	13	296				
	05.09.17	7,3	не обн	5,4	2,3	17,1	6,0	4,2	14,6	24,8	1768	$\underline{SO_4\ 69\ HCO_3\ 22\ Cl\ 9}$ $M_{1,77}$ Na 59 Ca 24 Mg 17	4,5
				329	81	821	120	51	356				
	27.09.17	7,4	не обн	5,0	2,0	13,0	7,7	2,7	9,6	20,0	1201	$\underline{SO_4\ 65\ HCO_3\ 25\ Cl\ 10}$ $M_{1,20}$ Na 48 Ca 38 Mg 14	3,0
				305	71	624	154	33	14				
				292	81	581	110	29	259				
				317	78	855	222	17	292				
Скв.505	22.05.17	7,4	не обн	5,4	2,3	12,1	5,5	3,3	11,0	19,8	1393	$\underline{SO_4\ 61\ HCO_3\ 27\ Cl\ 12}$ $M_{1,39}$ Na 55 Ca 28 Mg 17	3,7
				329	81	581	110	40	252				
	05.08.17	7,4	не обн	4,6	2,5	15,5	7,0	1,3	14,3	22,6	1675	$\underline{SO_4\ 68\ Cl\ 12\ HCO_3\ 20}$ $M_{1,68}$ Na 63 Ca 31 Mg 6	4,8
				281	89	744	140	16	329				
	27.10.17	7,2	не обн	3,0	3,5	6,9	2,3	4,2	6,9	13,4	913	$\underline{SO_4\ 51\ Cl\ 26\ HCO_3\ 23}$ $M_{0,91}$ Na 51 Mg 31 Ca 18	2,7
				183	124	331	46	51	158				
				195	553	2200	288	181	811				

Приложение И

Таблица значений коэффициента фильтрации пород зоны аэрации и водовмещающих отложений грунтовых вод на экспериментальном участке исследований объекта Шенгельды

№/№ п.п	Наименование и номер выработки	Интервал опробования	Мощность толщи,м	Наименование грунта	Интервал установки фильтра	Метод опробования	Значения коэффициента фильтрации, м/сутки		
							1	2	Среднее
1	Мониторинговая скважина, № 418	4,9-10,5	5,9	Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем.	5,5-7,5	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	2,15	2,46	2,31
2	Мониторинговая скважина, № 500	4,5 -5,5	1,0	Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	4,0-6,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	3,67	4,12	3,89
3	Мониторинговая скважина, №501	4,1-11,5	7,4	Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем. Дресва средняя и крупная. Заполнитель – песок мелкий и средней крупности.	7,7-9,2	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	6,45	6,37	6,41
4	Мониторинговая скважина, № 502	5,3- 8,0	2,7	Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	4,0-6,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	2,90	2,60	2,75
5	Мониторинговая скважина, №503-К	5,1- 11,6	6,5	Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	6,0-8,0	Опытная кустовая откачка из совершенной скважины	6,50	6,45	6,48
6	Мониторинговая скважина, №505	5,0-7,5	2,5	Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем	4,5-6,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	1,1	1,15	1,12
7	Мониторинговая скважина, №506	4,2-13,0	8,8	Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем	5,4-7,4	Опытная откачка из	3,1	2,8	2,95

						одиночной совершенной скважины			
8	Временная наблюдательная скважина, №1	4,5- 5,6	1,1	Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	4,0 -5,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	3,2	2,9	3,05
9	Временная наблюдательная скважина, № 2	3,2 – 4,7	1,5	Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%	3,5-4,5	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	2,9	3,1	3,0
10	Временная наблюдательная скважина, №3	4,6-6,8	2,2	Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	4,5-6,5	Опытная откачка из одиночной несовершенной скважины	3,0	3,4	3,2
11	Временная наблюдательная скважина, № 4	3,9-6,2	2,3	Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	4,0-5,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	3,2	3,0	3,1
12	Временная наблюдательная скважина, №5	3,0-5,2	2,2	Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%	5,0-6,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	2,95	3,12	3,03
13	Временная наблюдательная скважина,№ 6	3,2-5,8	2,6	Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%	4,0-5,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	3,35	3,2	3,28
14	Временная наблюдательная скважина№7	4,0-6,8	2,8	Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	5,5-6,5	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	5,8	5,6	5,7
15	Временная наблюдательная скважина, №8	3,2-6,2	3,0	Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем	3,0-4,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	0,9	1,2	1,05
16	Временная наблюдательная скважина,№9	3,1-5,2	2,1	Щебнисто-дресвяные отложения с супесчаным заполнителем.	4,0-5,0	Опытная откачка из одиночной совершенной скважины	2,5	2,8	2,25
17	Шурф на эколого-мелиоративной площадке №1	0,6- 1,9	1,3	Суглинок легкий, серый, с включением до 5% мелкого щебня	-	Налив в шурф	0,84	0,30	0,57
18	Шурф на эколого-мелиоративной площадке №2	0,5- 1,2	0,7	Супесь, тяжелая, желто-серого цвета, средней плотности	-	налив в шурф	1,3	0,9	1,10
19	Шурф на эколого-	0,9-2,7	1,8	Супесь, тяжелая, желто-серого цвета,с включением до 5% мелких дресвы и	-	налив в шурф	1,2	1,1	1,15

	мелиоративной площадке №3			щебня					
20	Шурф на эколого-мелиоративной площадке №7	0,5-1,3	0,8	Суглинок легкий, серый, с мелким щебнем и дресвой до 10%	-	налив в шурф	0,35	0,47	0,41
21	Шурф на эколого-мелиоративной площадке №8	0-0,7	0,7	Супесь, тяжелая, серого цвета, средней плотности	-	налив в шурф	0,9	1,1	1,0

Приложение К

Таблица - Значения коэффициентов водоотдачи

Наименование пород	Коэффициент водоотдачи (в долях единицы)
Суглинок легкий, серый, с включением до 5% мелкого щебня	0,067
Суглинок легкий, серый, с мелким щебнем и дресвой до 10%	0,068
Супесь, тяжелая, желто-серого цвета, средней плотности	0,069
Супесь, тяжелая, серого цвета, средней плотности	0,07
Супесь, тяжелая, желто-серого цвета,с включением до 5% мелких дресвы и щебня	0,072

Коэффициент водоотдачи (в долях единицы)рассчитывался по формуле П.А. Бецинского по значениям коэффициента фильтрации, определенного по данным опытных наливов

Приложение Л

Таблица - Значения высоты капиллярного поднятия

Наименование пород	Высота капиллярного поднятия
1	2
Суглинок легкий, серый, с включением до 5% мелкого щебня	2,50
Суглинок легкий, серый, с включением до 5% мелкого щебня	2,30
Супесь, тяжелая, серого цвета, средней плотности	2,0
Дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым заполнителем	2,15
Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	1,80
Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем	1,50
Супесчаные отложения с дресвой и щебнем до 20%	1,35
Дресвяно-щебнистые отложения с песчаным заполнителем. Дресва средняя и крупная. Заполнитель – песок мелкий и средней крупности	0,80
Щебнисто-гравийные отложения с супесчаным заполнителем	0,60

Значения высоты капиллярного поднятия определялись на опытных площадках совместно с величиной объемной влажности при подпитке грунтовых вод за счет инфильтрации дренажных вод созданием искусственного их подпора на открытом коллекторе К-2