

Казахский национальный исследовательский технический университет имени  
К.И. Сатпаева

УДК 556.3: 910.3 (574)

На правах рукописи

**ИБРАИМОВ ВИТАЛИЙ МЕДАТОВИЧ**

**Создание и применение географической информационной  
системы для обоснованного планирования и постановки  
поисково-разведочных гидрогеологических работ**

6D075500 – Гидрогеология и инженерная геология

Диссертация на соискание степени  
доктора философии (PhD)

Научный консультант  
кандидат геолого-  
минералогических наук,  
профессор  
Завалей В.А.

Зарубежный научный  
консультант  
доктор PhD,  
старший научный сотрудник  
Томас Сакс (Латвийский  
университет, Латвия)

Республика Казахстан  
Алматы, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....</b>	<b>4</b>
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....</b>	<b>5</b>
<b>ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....</b>	<b>8</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>10</b>
<b>1 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>16</b>
1.1 Обоснование выбора Талгарского месторождения для создания географической информационной системы (ГИС).....	16
1.2 Природные условия Талгарского месторождения подземных вод.....	16
1.2.1 Административное и географическое положение месторождения.....	16
1.2.2 Климатические условия.....	18
1.2.3 Геоморфологические условия.....	21
1.2.4 Гидрологические условия.....	22
1.2.5 Геологическое строение.....	25
1.2.6 Гидрогеологические условия.....	31
1.3 Обоснование граничных условий Талгарского МПВ.....	40
1.4 Режим эксплуатации Талгарского водозабора подземных вод и его анализ.....	43
Выводы по 1 разделу.....	50
<b>2 ПРЕДПОСЫЛКИ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ГИС ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ.....</b>	<b>51</b>
Выводы по 3 разделу.....	64
<b>3 ОБЗОР РАННЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ В ГИДРОГЕОЛОГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС. ВЫБОР АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИС ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ...</b>	<b>65</b>
3.1 Обзор и применения ГИС-технологий в мировой практике.....	65
3.2 Анализ применения географических информационных систем при проведении гидрогеологических исследований в Казахстане....	66
3.3 Выбор аппаратно-программного комплекса для создания ГИС гидрогеологических условий Талгарского МПВ.....	71
Выводы по 2 разделу.....	74
<b>4 Создание и применение ГИС для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных гидрогеологических работ (на примере Талгарского МПВ).....</b>	<b>75</b>
4.1 Гидрогеологическая информация.....	75
4.2 База данных в гидрогеологии для использования в ГИС.....	77
4.3 Технология создания ГИС гидрогеологического значения на примере Талгарского МПВ.....	79
4.3.1 Общая технологическая схема создания ГИС.....	79

4.3.2	Процесс создания ГИС гидрогеологического значения на примере Талгарского МПВ.....	81
4.3.3.	Решение поисково-разведочных гидрогеологических задач с применением разработанной ГИС.....	100
4.3.4	Возможности решение различных задач с применением единой ГИС гидрогеологического значения.....	104
4.3.5	Обеспечение устойчивого функционирования геоинформационных систем и целостности баз данных.....	112
4.3.6	Методы обработки географических данных и основные направления их использования в гидрогеологии.....	112
	Выводы по 4 разделу.....	115
<b>5</b>	<b>ВНЕДРЕНИЕ ЕДИНОЙ ГИС ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТРУКТУРЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....</b>	<b>116</b>
5.1	Законодательство Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования, ответственность за его несоблюдение.....	116
5.2	Принципы внедрения единой ГИС гидрогеологического значения и алгоритм её использования в государственных структурах Республики Казахстан.....	129
	Выводы по 5 разделу.....	133
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>134</b>
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>137</b>

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:  
ГОСТ Р 7.0.4-2006 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Издания. Выходные сведения. Общие требования и правила оформления;

ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления;

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам;

ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления;

ГОСТ 7.11-2004 (ИСО 832:1994) Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных европейских языках;

ГОСТ 7.12-93 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила;

ГОСТ 7.80-2000 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления;

ГОСО РК 5.04.034-2011 Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Послевузовское образование. Докторантура. Основные положения (изменения от 23 августа 2012 г. № 1080).

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**Водоносный горизонт** – водопроницаемый пласт, насыщенный водой, находящейся в постоянном движении благодаря гидравлической связи и перепаду давления, существующих во всем пласте, и ограниченный водонепроницаемыми породами снизу и сверху, или только снизу.

**Водоносный комплекс** – группа гидравлически связанных между собой водоносных горизонтов, одинаковых или разных по литологическому составу, разделенных слабопроницаемыми породами относительно небольшой мощности и имеющих близкие условия питания и разгрузки.

**Водоохранная зона** – территория, примыкающая к водным объектам, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности для предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод.

**Водопользование** – использование водных ресурсов в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан, для удовлетворения собственных нужд и (или) коммерческих интересов физических и юридических лиц.

**Водопользователь** – физическое или юридическое лицо, которому в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан, предоставлено право использования водных ресурсов для удовлетворения собственных нужд и (или) коммерческих интересов.

**Водопункт** – естественный выход или искусственное вскрытие подземных вод (источник, мочажина, скважина, колодец и т.д.).

**Географическая информационная система, геоинформационная система, ГИС** – 1. Информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (пространственных данных). – 2. Программное средство ГИС (1) – программный продукт, в котором реализованы функциональные возможности ГИС.

**Геоинформатика** – наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем, по разработке геоинформационных технологий и по приложению ГИС для практических или геонаучных целей. Входит составной частью в геоматику (по одной из точек зрения) или предметно, методически и технологически пересекается с ней.

**Геоинформационный проект, ГИС-проект** – уникальное предприятие по созданию и обеспечению функционирования геоинформационной системы, отвечающей поставленным требованиям, предполагающее координированное выполнение взаимосвязанных действий по аппаратному, программному, информационному и кадровому обеспечению системы с достижением определенных ее параметров (полнота информации, актуальность информации,

производительность системы, функциональность системы, надежность ее функционирования и т.д.) в условиях временных и ресурсных ограничений.

**Геомоделирование, пространственное моделирование** – одна из главных функций ГИС (наряду с пространственным анализом), способность ГИС и программных средств ГИС строить и использовать модели пространственных объектов и динамики процессов (математико-статистический анализ пространственных размещений и временных рядов, межслойный корреляционный анализ взаимосвязей разнотипных объектов и т. п.) или обеспечивать интерфейс с моделями вне среды ГИС.

**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.

**Зона санитарной охраны** – специально выделяемая территория вокруг источника водоснабжения и водопроводных сооружений, на которой должен соблюдаться установленный режим с целью охраны источника водоснабжения (открытого и подземного), водопроводных сооружений и окружающей их территории от загрязнения для предупреждения ухудшения качества воды.

**Месторождение (участок) подземных вод** – это пространственно оконтуриваемые в пределах водонапорной системы скопления воды определенного состава и в количестве, достаточном для их экономически целесообразного извлечения и использования в различных целях (водоснабжение, лечебные цели, извлечение полезных компонентов, теплофикация и т. д.).

**Модель (пространственных) данных, представление (пространственных) данных или геоинформационная модель** – логические правила для формализованного цифрового описания объектов реальности (местности) как пространственных объектов; наиболее универсальные и употребительные из них: векторная модель (данных), включая векторную топологическую модель и модель «спагетти», растровая модель (данных), регулярно-ячеистая модель (данных) и квадротомическая модель (данных). Машинные реализации М. п. д. называют форматами пространственных данных. Существуют способы и технологии перехода от одних М. п. д. к другим (например, растрово-векторное преобразование, векторно-растровое преобразование).

**Недропользователь** – физическое или юридическое лицо, обладающее в соответствии с законами Республики Казахстан правом на проведение операций по недропользованию;

**Оверлей** – это наложение друг на друга двух или более слоев, в результате чего образуется графическая композиция исходных слоев (графический оверлей) или один слой, содержащий композицию пространственных объектов исходных слоев, топологию этой композиции и атрибуты, арифметически или логически

производные от значений атрибутов исходных объектов (топологический оверлей в векторном представлении пространственных объектов).

**Поисково-разведочные работы** – совмещенная стадия гидрогеологических работ поиска и выявления водоносных горизонтов и участков для постановки дальнейших разведочных работ с целью изучения основных особенностей геолого-гидрогеологических условий месторождения, оценки основных источников формирования и общей величины эксплуатационных запасов подземных вод в пределах выявленных при поисках перспективных участков.

**Рекласс или реклассификация** – операции (удаления и слияния) переклассификации выполняемые в процессе моделирования пространственных взаимосвязей нескольких классов площадных объектов в ГИС.

**Удельный дебит скважины** – количество воды, выдаваемое скважиной при откачке или самоизливе (в л/с) при понижении уровня воды в ней на 1 м.

**Эксплуатационная разведка подземных вод** – комплекс гидрогеологических работ выполняемых в процессе строительства и эксплуатации водозаборов на участках с утвержденными запасами подземных вод с целью выявления соответствия режима эксплуатации выполненным по результатам разведочных работ, прогнозам, переоценки запасов подземных вод по данным эксплуатации, обоснования рационального режима эксплуатации и его оперативного регулирования, получения материалов для оценки эксплуатационных запасов подземных вод и на других месторождениях и участках, находящихся в аналогичных условиях.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей диссертации применяются следующие обозначения и сокращения:

GPS	- Глобальная система позиционирования;
SQL	- Structured query language – язык структурированных запросов;
БД	- База данных;
ГГП	- Гидрогеологическое подразделение;
ГКП на ПХВ «Алматы Су» УЭ и КХ г.Алматы	Государственное коммунальное предприятие на праве хозяйственного ведения «Алматы су» Управления энергетики и Коммунального хозяйства города Алматы;
ГИН	- Геологическое изучение недр;
ГИС	- Географическая информационная система;
ГКЗ	- Государственная комиссия по запасам;
ДДЗ	- Данные дистанционного зондирования;
ЗСО	- Зона санитарной охраны;
ИПДО	- Инициативы прозрачности добывающих отраслей;
ИС	- Информационная система;
ИЯФ	- Институт ядерной физики;
КГН	- Комитет геологии и недропользования;
КВР	- Комитет по водным ресурсам;
МД	- Межрегиональный департамент;
МИР	- Министерство по инвестициям и развитию;
МКЗ	- Межрегиональная комиссия по запасам;
МПВ	- Месторождение подземных вод;
МРП	- Месячный расчетный показатель;
МСБ	- Малый и средний бизнес;
МСХ	- Министерство сельского хозяйства;
НАО «КазННТУ им. К.И. Сатпаева»	- Национальное Акционерное Общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»;
ОГП	- опасные геологические процессы;
ПВ	- подземные воды;
ПДМ	- постоянно действующая модель;
ПЗГС	- подразделение по защите государственных секретов;
ПО	- программное обеспечение;
РГУ	- Республиканское государственное учреждение;
РК	- Республика Казахстан;
РЦГИ	- Региональный центр геологической информации;
СНГ	- Содружество Независимых Государств;
СНиП	- строительные нормы и правила;
СУБД	- система управления базами данных;

ТОО	- Товарищество с ограниченной ответственностью.
	-
°С	- Градус Цельсия;
г.г.	- Годы;
г/л	- Грамм на литр;
км	- Километр;
км <sup>2</sup>	- Квадратный километр;
л/с	- Литр в секунду;
м.	- Метр;
м/с	- Метр в секунду;
м <sup>3</sup> /с	- Кубический метр в секунду;
м <sup>3</sup> /сутки	- Кубический метр в сутки.

## ВВЕДЕНИЕ

Великий ученый Владимир Иванович Вернадский предавал серьезное значение природной воде. Он отмечал что: «Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных самых грандиозных, геологических процессов. Нет земного вещества – минерала, горной породы, живого тела, которое бы ее не заключало. Природная вода охватывает и создает всю жизнь человека» [1].

Во все времена подземные воды являются важнейшим полезным ископаемым. Непрерывный рост потребности в воде для хозяйственно-питьевых (бытовых) нужд, для водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных объектов обуславливает необходимость в проведении регулярных поисково-разведочных работ на подземные воды.

**Актуальность работы.** Президент Республики Казахстан в своем послании народу Казахстана (28.01.2011 г.) ставит в приоритет вопрос обеспечения казахстанцев качественной питьевой водой, как важнейшей задачей улучшения здоровья населения.

В настоящее время не все села Казахстана обеспечены качественной питьевой водой. При наличии поверхностных вод рядом с водопотребителем, потребности в воде нуждающиеся удовлетворяют за счет поверхностных источников, не защищенность которых напрямую сказывается на их качестве. Характерная особенность качества речной воды – относительно большая мутность, высокое содержание органических веществ и бактерий [2]. Для Казахстана, с аридным климатом, редкой речной сетью и прогрессирующим ухудшением качества поверхностных вод, подземные воды являются стратегическим ресурсом, играющим особую роль в обеспечении населения питьевой водой [3]. Согласно подпункту 6.4 СНиПа РК 4.01-02-2009 для питьевых водопроводов должны максимально использоваться имеющиеся ресурсы подземных вод, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям [4]. Необходимость проведения поисково-разведочных работ для обеспечения запасами подземных вод нуждающихся сел и других водопотребителей очевидна. Неравномерная гидрографическая сеть речных систем на территории Казахстана также обуславливает основную роль подземных вод в водоснабжении не только для хозяйственно-питьевых целей, но и для целей производственно-технического водоснабжения, регулярного орошения, обводнения пастбищ, залива сенокосов, поддержания пластового давления и т.д.

Изыскания источников подземных вод для целей водоснабжения и проектирование водозаборов, эксплуатирующих эти воды - довольно трудная задача. Это обуславливается многообразием природных условий нашей страны, а часто слабой или недостаточной изученностью в гидрогеологическом отношении того или иного района [5].

Гидрогеологические работы по поискам и разведке месторождений (участков) подземных вод следует рассматривать как сложный научно-

технический процесс, позволяющий с помощью методических и технических приемов выявить месторождение или участок, изучить условия формирования подземных вод, оценить их эксплуатационные запасы и обосновать промышленное освоение [6].

Результаты гидрогеологических поисково-разведочных работ зависят от качества и информативности имеющихся данных по району, где эти работы проводятся. Разобщенность большого количества архивных (фондовых) и изданных (опубликованных) материалов, отсутствие единых информационных баз усложняют учет всех данных, имеющихся по изучаемому району [7].

Под данными понимается совокупность фактов и сведений, представленных в каком-либо формализованном виде (в количественном или качественном выражении), для дальнейшего использования.

Почти все данные, имеющиеся в гидрогеологии, можно отнести к типу пространственных данных, образующих таким образом информационные ресурсы. Их эффективное использование предполагает наличие организационных структур и элементов, позволяющих оперировать ими. Такие инструменты - географические информационные системы (ГИС) [8, с.3].

На сегодняшний день в Республики Казахстан нет единой, постоянно действующей географической информационной системы, учитывающей непрерывно обновляющуюся информацию по гидрогеологическим условиям и способной решать важнейшие «повседневные» практические и научные задачи гидрогеологии.

Не вызывает сомнения необходимость создания географической информационной системы, представляющей собой постоянно действующую геоинформационную модель гидрогеологических условий Казахстана, предназначенную для оперативного и качественного выполнения не только поисково-разведочных работ, мониторинга и эксплуатационной разведки подземных вод, но и ведения наблюдений за соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования.

Создание ГИС отражающей гидрогеологические условия Казахстана, необходимо и является весьма актуальной.

**Объектом исследования** при создании и применении географической информационной системы для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных работ выбрана площадь Талгарского месторождения подземных вод. Выбор при создании ГИС именно Талгарского месторождения подземных вод обусловлен достаточно хорошо изученными гидрогеологическими условиями данного района, что позволяет более полно показать возможности созданной геоинформационной системы. Таким образом **предметом исследования** являются подземные воды водоносных комплексов и горизонтов Талгарского МПВ.

**Целью настоящей работы** является разработка географической информационной системы, представляющей собой постоянно действующую геоинформационную модель гидрогеологических условий Талгарского МПВ для демонстрации её возможностей при решении задач поисково-разведочных работ,

ведении мониторинга за изменением гидрогеологических условий и соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования.

**Для выполнения поставленной цели в работе решались следующие задачи:**

- сбор, изучение и анализ геолого-морфологической информации (литолого-фациальный состав, мощность водоносных и водоупорных пород, глубина и степень расчленения рельефа земли и др.); гидрогеологической (минерализация воды, её химический состав, фильтрационные и емкостные свойства пород и др.) и технической (диаметр, глубина скважины, тип её фильтра, техническое состояние и др.) информации по скважинам;

- создание географической информационной системы на примере Талгарского МПВ, позволяющей улучшить качество, повысить достоверность и корректность используемых данных при выполнении поисково-разведочных (и других) работ на подземные воды, обеспечивающей быструю обработку, хранение и модификацию больших объемов многоаспектной информации и её обработку с последующим выводом и использованием;

- разработка предложений, относящихся к требованиям (стандартам) предъявляемым к принимаемым гидрогеологическим материалам в государственные органы, удовлетворяющим параметрам, которые позволят использовать эти данные в общей географической информационной системе и обеспечат простоту и оперативность ввода информации в общую базу данных;

- определение принципа внедрения и алгоритма использования созданной ГИС в действующей структуре государственных органов Республики Казахстан.

**Методология исследования** в соответствии с поставленными задачами для достижения выбранной цели включала в себя несколько этапов. На первом этапе выбирались границы моделируемой области в плане (границы геоинформационной модели), собиралась информация, способная отразить полную характеристику, результаты наблюдений и изменений по каждому реальному объекту, вынесенному в модель геоинформационной системы как существующего, так и ранее имеющегося в пределах изучаемых границ. На втором этапе рассматривались предпосылки необходимости создания ГИС гидрогеологического значения. Третий этап заключался в проведении сравнительной работы имеющегося программного обеспечения, используемого в создании ГИС для выбора аппаратно-программного комплекса, обеспечивающего сбор, обработку, отображение и распространение пространственных данных, интеграцию данных, информации и знаний для их эффективного использования при решении поставленных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением гидросферой и сферами общественных отношений (сфера недр и недропользования; водная; экологическая; земельная; сфера здравоохранения; налоговая; связанная с привлечением к административной ответственности). На четвертом этапе осуществлялась подготовка атрибутивной, географической и временной информации для слоев ГИС с цифровыми представлениями

пространственных объектов. Определялся состав и структура ГИС Талгарского месторождения подземных вод. На четвертом этапе с помощью программного комплекса MapInfo Professional была создана географическая информационная система, представляющая собой постоянно действующую модель гидрогеологических условий Талгарского МПВ. На пятом этапе приведена демонстрация возможностей созданной ГИС при использовании её в решении задач поисково-разведочных работ, ведении мониторинга за изменением гидрогеологических условий и соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования. На шестом этапе рассмотрен принцип внедрения и использования созданной ГИС в действующую структуру государственных органов Республики Казахстан.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Применение и использование атрибутивной, географической и временной информации для слоев ГИС с цифровыми представлениями пространственных объектов для отображения наиболее полной характеристики объектов, формирующих, влияющих и отражающих гидрогеологические условия;

2. Разработанная принципиальная структура базы данных ГИС, позволит обеспечить сбор, обработку и отображение пространственных данных, интеграцию данных, информации и знаний для их эффективного использования при решении практических и научных задач в гидрогеологии, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением гидросферой и сферами общественных отношений (сфера недр и недропользования; водная; экологическая; земельная; сфера здравоохранения; налоговая; связанная с привлечением к административной ответственности);

3. Внедрение и использование созданной ГИС в действующую структуру государственных органов Республики Казахстан, как эффективный аппаратно-программный комплекс для постоянного ведения учета и баланса по водным объектам, мониторинга (эксплуатационной разведки подземных вод) за изменением гидрогеологических условий и соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования.

**Личный вклад автора** заключается в самостоятельном проведении анализа, обработки материалов и создании географической информационной системы с выбором и использованием наиболее подходящих для решения поставленных задач программных комплексов. В основу диссертационной работы легли результаты многолетних исследований, полученные автором при проведении работ ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR» в области изучения различных гидрогеологических условий месторождений и участков подземных вод, в процессе выполнения поисково-разведочных и оценочных работ по различным договорам как с Государственными органами, так и с различными организациями-недропользователями. Диссертация выполнена на кафедре «Геологии нефти и газа» НАО «КазННТУ им. К.И. Сатпаева».

**Научно-практическая новизна.** Впервые в Казахстане разработана географическая информационная система для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных гидрогеологических работ на примере Талгарского МПВ. Приведен алгоритм внедрение и использование созданной ГИС в действующую структуру государственных органов Республики Казахстан, как эффективный аппаратно-программный комплекс для постоянного ведения учета и баланса по водным объектам, мониторинга (эксплуатационной разведки подземных вод) за изменением гидрогеологических условий и соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования.

**Практическая значимость работы.**

Разработанная ГИС:

- в несколько раз сократить время выполнения работ;
- позволит обеспечить полноценность получаемой информации и повысить достоверность и корректность изучаемых данных;
- обеспечит накопление информации о местности в виде цифровых карт, планов, схем и их визуализацию;
- обеспечит максимальную точность и правильность при выборе участков заложения поисково-разведочных скважин, построении их разрезов и прогнозе ожидаемых результатов;
- снизит фактические временные и финансовые затраты при выполнении сбора, систематизации и анализа гидрогеологической информации;
- позволит вести учет сдаваемых материалов, повысит их качество, обеспечит возможность отслеживания за соблюдением недропользователями и водопользователями действующего законодательства Республики Казахстан;
- будет служить информационной основой при решении любой практической или научной задачи гидрогеологического значения при выполнении её в границах созданной геоинформационной модели Талгарского МПВ.

**Публикации.** В результате исследований по теме диссертационной работы опубликованы 7 статей, в том числе 1 статья в международном журнале, входящем в базу данных Scopus, 3 статьи в республиканских специализированных изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерством образования и науки Республики Казахстан, а так же материалы и тезисы 3 докладов на республиканских и международных конференциях.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста и включает введение, 5 разделов и заключение, 7 таблицы, 62 рисунков, список использованных источников из 68 наименований.

**Благодарности.** Настоящая диссертационная работа является частью результата учебного процесса и производственной практики за весь период становления автора как специалиста-гидрогеолога.

Автор выражает благодарность всему коллективу Кафедры гидрогеологии и инженерной геологии (с недавнего времени Кафедры геологии нефти и газа)

НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева». Отдельные слова благодарности относятся к научному руководителю кандидату геолого-минералогических наук, профессору Завалей Вячеславу Алексеевичу – за многолетнее руководство, помощь и консультации при подготовке диссертации к защите.

Автор благодарен научному консультанту старшему научному сотруднику Латвийского университета, доктору PhD Томасу Сакс за проведение зарубежных стажировок, за помощь, оказанную в процессе написания данной диссертационной работы.

Также выражаю особую признательность и благодарность трудовым коллективам ТОО «Гидрогеоэкологическая научно-производственная и проектная фирма «КазГИДЭК», ТОО «Производственная компания «Геотерм», за знания и опыт, полученный в процессе выполнения работ в составе данных коллективов за период 2008-2012 годы. Особую благодарность выражаю ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR» (2012-2018 г.г.).

Всех преподавателей, специалистов и ученых, которые давали ценные советы и конструктивные замечания при написании диссертационной работы – искренне благодарю.

## **1 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследования при создании и применении географической информационной системы для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных работ выбрана площадь Талгарского месторождения подземных вод для площади которого и была создана геоинформационная модель.

### **1.1 Обоснование выбора Талгарского месторождения для создания географической информационной системы (ГИС)**

Выбор для создания и наглядного применения географической информационной системы для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных, именно Талгарского месторождения подземных вод, обусловлен достаточно хорошо изученными гидрогеологическими условиями данного района, что позволяет более полно показать возможности созданной геоинформационной системы.

Эксплуатационные запасы Талгарского месторождения подземных вод переоценены сравнительно недавно – в 2009-2010 годах ТОО «Карст-1» (Джазылбеков Н.А.) [9]. В отчете детально отражена гидрогеологическая ситуация всего месторождения, представлен добротный графический материал, проведен анализ эксплуатации за долгое время промышленной разработки месторождения, что позволяет на примере созданной ГИС визуально (фактичеки) показать большие возможности анализа и обработки данных.

Автор диссертационной работы изучал гидрогеологические условия Талгарского месторождения в целом и в частности на участках скважин №№ 185/1, 161/4, 1487/5 и №№ 492, 2113, 50 в рамках выполнения различных Проектов эксплуатации подземных вод Талгарского месторождения на участках вышеуказанных скважин [10, 11].

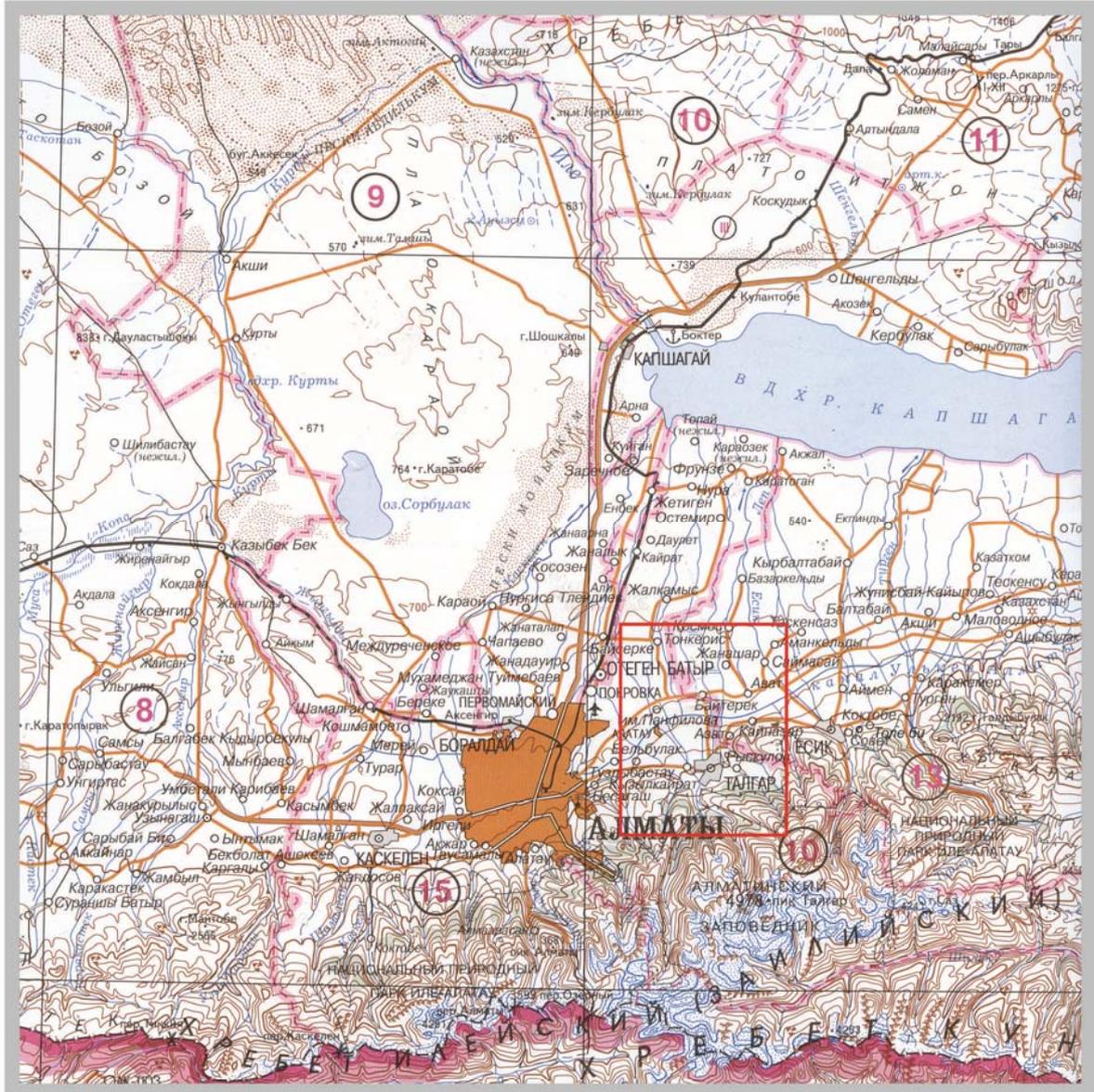
### **1.2 Природные условия Талгарское месторождение подземных вод**

При описании природных условий Талгарское месторождения подземных вод использовались отчеты и проекты по данному месторождению [9-12].

#### **1.2.1 Административное и географическое положение месторождения**

В административном отношении описываемая территория входит в состав Талгарского и Енбекшиказахского районов Алматинской области РК (рисунок 1.1). Водозаборные участки протягиваются вдоль автомобильной трассы Алматы-Нарынкол от восточной окраины г.Алматы до поселка Байтерек (Новоалексеевка). Фактическая длина Талгарского подземного водозабора составляет 13 км, а расчетная длина водозабора – 17 км.

Район исследования расположен в центральной части Илийской межгорной впадины и тяготеет к полосе развития предгорного шлейфа конусов выноса, находящихся на северных склонах хребта Заилийский Алатау. Естественными границами его являются: на юге – водораздельная линия



Масштаб 1:1 000 000

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- |  |                      |   |                          |
|--|----------------------|---|--------------------------|
| <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span> | - Участок водозабора | <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; vertical-align: middle;">III</span> | - г. Капшагай            |
| <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; vertical-align: middle;">8</span>            | - Жамбылский район   | <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; vertical-align: middle;">13</span>  | - Енбекшиказахский район |
| <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; vertical-align: middle;">9</span>            | - Илийский район     | <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; vertical-align: middle;">15</span>  | - Карасайский район      |
| <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; vertical-align: middle;">10</span>           | - Талгарский район   |   |                          |
| <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px 5px; vertical-align: middle;">11</span>           | - Кербулакский район |   |                          |

Административная карта Алматинской области масштаба 1:1 000 000 составленная и подготовленная к печати РГКП «Национальный картографо-геодезический фонд» в 2012 г. Редакторы: Е.А. Гесско, А.О. Мамытова, Е.Г. Рынкевич. Компьютерная картография: Д.Е. Закирова, З.М. Мамбаева. Технический редактор В.С. Грошевский

Рисунок 1.1 – Обзорная карта района работ

Заилийского Алатау, на севере береговая линия Капшагайского водохранилища, на западе и востоке соответственно долины рек Малая Алматинка и Иссык.

Талгарское месторождение подземных вод приурочено к одноименному конусу выноса имеющему площадь 244 км<sup>2</sup>, а с учетом предгорной равнины – 360 км<sup>2</sup>.

Непосредственно на площади Талгарского месторождения располагается ряд населенных пунктов, наиболее крупным из которых является районный центр – город Талгар, а также небольшие поселки Алатау (ИЯФ), Байтерек (Новоалексеевка), им.Панфилова, Карабулак (Ключи), Енбекши, Туздыбастау (Калинина), Бельбулак, Талдыбулак, Бирлик, Жанашар, Ават, Кызылту, Гульдала, Аркабай, Тонкерис, Койшибек, Алга, Кызылкайрат и др [11, с.8].

### 1.2.2 Климатические условия

Климат территории Талгарского месторождения подземных вод умеренно-теплый с резко выраженной континентальностью. Существенное влияние на климатические условия оказывает горно-долинная циркуляция воздуха в предгорьях северных склонов Заилийского Алатау.

Климатические условия района достаточно полно характеризуются метеорологическими данными трех метеостанций (таблица 1.1) [9, с.26].

Таблица 1.1 – Данные по метеостанциям

Название метеорологической станции	Высота метеостанции над уровнем моря, м	Период наблюдений
г. Алматы, ГМО	847	1932-2004 г.г.
г. Алматы, АМЦ	671	1951-2004 г.г.
Каменское плато	1350	1961-2004 г.г.
г.Талгар, метеопост		1899-1993 г.г.

Температурно-влажностные условия описываемого района освещены по данным наблюдений метеостанции, расположенных в г.Алматы, и метеопоста Талгар, имеющих наблюдения с 1899 года. С 1994 года метеопост Талгар не функционирует. Для расчета испарения использовались данные метеостанции Алматы АМЦ, расположенной непосредственно в зоне выклинивания. Радиационный режим представлен данными метеостанции Алматы ГМО. Ветровой режим в значительной степени зависит от местных орографических условий и от влияния горно-долинной циркуляции.

*Солнечная радиация.* Положение Талгарского месторождения в южных широтах обеспечивает приход довольно значительных сумм солнечной радиации. Так, годовая величина суммарной радиации составляет 125,2 ккал/см<sup>2</sup>.

Величина притока солнечной энергии значительно зависит от продолжительности солнечного сияния. За год продолжительность солнечного

сияния составляет 2792 часа с минимумом (111 часов) в декабре, с максимумом (316 часов) в июле. Без солнца отмечается в среднем за год 49 дней.

*Температура воздуха.* Среднегодовая температура воздуха у подножия гор положительная и составляет 7-8°C. В горах, по мере их поднятия, среднегодовая температура понижается. Так на высоте 3000 м температура понижается на 1,5°C.

Отрицательные среднемесячные температуры воздуха сохраняются в течение четырех месяцев (ноябрь-февраль). Наиболее холодный месяц - январь (- 7,2°C). Значительному понижению температуры воздуха в этот период способствуют не только холодные вторжения с севера, но и сток горного холодного воздуха.

В зимние месяцы температура поверхности почвы понижается до 11-18° С, а в экстремально холодные годы до -45° С. Отрицательные температуры воздуха и почвы способствуют глубокому промерзанию грунтов. Нормативная глубина промерзания дна суглинков - 96 см, супесей - 116 см. крупнообломочных пород - 141 см.

С марта по ноябрь устанавливаются положительные температуры воздуха. Наибольших значений они достигают в июле-августе (20,2-21,6° С). Средняя месячная температура самого жаркого месяца июля в предгорьях составляет 23,3°C, абсолютный максимум (42,0° С) отмечен на метеостанции Алматы, ГМО. Продолжительность теплого периода меняется от 8-8,5 месяцев на равнине и в низкогорье до 1-2 месяцев у нижней границы вечных снегов. Продолжительность теплого периода, по метеостанции Талгар в среднем составляет 160 дней.

В холодный период распределение температуры с высотой носит сложный инверсионный характер. Из-за оттока холодного воздуха на предгорную равнину в нижнем ярусе год (до 2000 м) зимой теплее, чем на равнине. Продолжительность холодного периода с высотой увеличивается. В предгорьях он составляет несколько более 4-х месяцев, на высоте 2300 м в среднем 5 месяцев, на высоте 3000 м - более 7 месяцев.

В горах годовая амплитуда колебаний месячной температуры составляет 5-7 °С, что несколько ниже, чем на равнине. Это объясняется сглаживающим влиянием горно-долинной циркуляции.

*Ветер.* Ветровой режим территории носит очень разнообразный характер. В предгорьях и горных районах наибольшая повторяемость у ветров юго-восточного и южного румбов. На равнине господствуют юго-западные ветры. В горах ветровой режим характеризуется слабыми ветрами с четко выраженной горно-долинной циркуляцией, днем ветер дует из долины, ночью с гор.

Существенное влияние на ветровой режим оказывают особенности горного рельефа, где проявляется горно-долинная циркуляция. Среднегодовая скорость ветра 1,5 м/с. В течение года средняя величина скорости ветра меняется мало. Наименьшие значения отмечаются в холодный период (1,1-1,4 м/с). Зимой увеличивается повторяемость штилевой погоды (10-12 дней в месяц). В летний период ветровая деятельность несколько усиливается за счет влияния горно-

долинной циркуляции. Наибольшие скорости отмечаются весной (до 1,8 м/с). Максимальная скорость ветра - 20 м/с.

*Осадки.* Распределение осадков по территории зависит от общециркуляционных факторов и от рельефа местности. Активизация атмосферных процессов, усиление термической и динамической конвекции вдоль горных склонов приводит к увеличению количества осадков до высоты 2000-2300 м.

В районе города Алматы (включая площадь Талгарского месторождения) осадков выпадает столько, сколько и в зоне достаточного увлажнения (Москва, Санкт-Петербург), но своеобразие годового распределения и высокий температурный фон теплого периода создают здесь условия засушливости. По характеру внутригодового распределения месячных осадков выделяется глубокий минимум летом (август) и 2 максимума - главный весной и второстепенный осенью.

Количество ежегодно выпадающих атмосферных осадков: в северной (равнинной) части территории района - 493 мм, в центральной - 583 мм, в южной (горной) - 849 мм. Следовательно, на каждые 100 м повышения поверхности в среднем за год количество осадков увеличивается на 50 мм. Временная изменчивость количества атмосферных осадков дают интегральные кривые, построенные в относительных величинах по трем метеостанциям.

Многолетнее количество осадков по метеорологическому посту Талгар за период 1932-2008 г.г. составляет 725 мм. Годовая сумма осадков 1% обеспеченности - 1213 мм, 50% - 709 мм, 95% - 457 мм. Наибольшее количество осадков приходится на теплый период (апрель-октябрь) - 466 мм. Наибольшие месячные суммы осадков наблюдаются в весенние месяцы (апрель-май). Меньше всего осадков выпадает в августе и сентябре, когда испарение достигает наибольших значений.

График корреляции осадков по метеостанциям приведен на рисунке 1.2 [9, с.34].

*Снежный покров.* Мощность снежного покрова на равнине 10-30 см, в горах составляет 60-80 см. Увеличение периода снегонакопления и количества осадков в горах является важным фактором увеличения количества влаги, аккумулируемой в виде снега. Промерзание почво-грунтов в горах носит изменчивый характер и зависит от высоты и экспозиции склонов. На высоте 1500 м глубина промерзания достигает 20-30 см, на высоте 2300 м - 50-60 см и на высоте 3000-3200 м сезонное промерзание смыкается с многолетней мерзлотой.

По метеопосту Талгар устойчивый снежный покров формируется в начале декабря. В среднем снежный покров сохраняется 3-3,5 месяца. Наибольшая высота его за зиму - 54 см, средняя - 20-25 см. минимальная - 16 см. Разрушение снежного покрова происходит обычно в конце февраля - начале марта.

*Влажность воздуха.* Относительная влажность воздуха в зимние месяцы достигает 80-85%, с увеличением температуры воздуха она уменьшается до 50-55%, в дневные же часы нередко составляет ниже 30%.

Относительная влажность воздуха, характеризующая степень насыщения воздуха водяными парами, меняется в течение года. Наиболее высокой относительная влажность воздуха бывает в холодное время года.

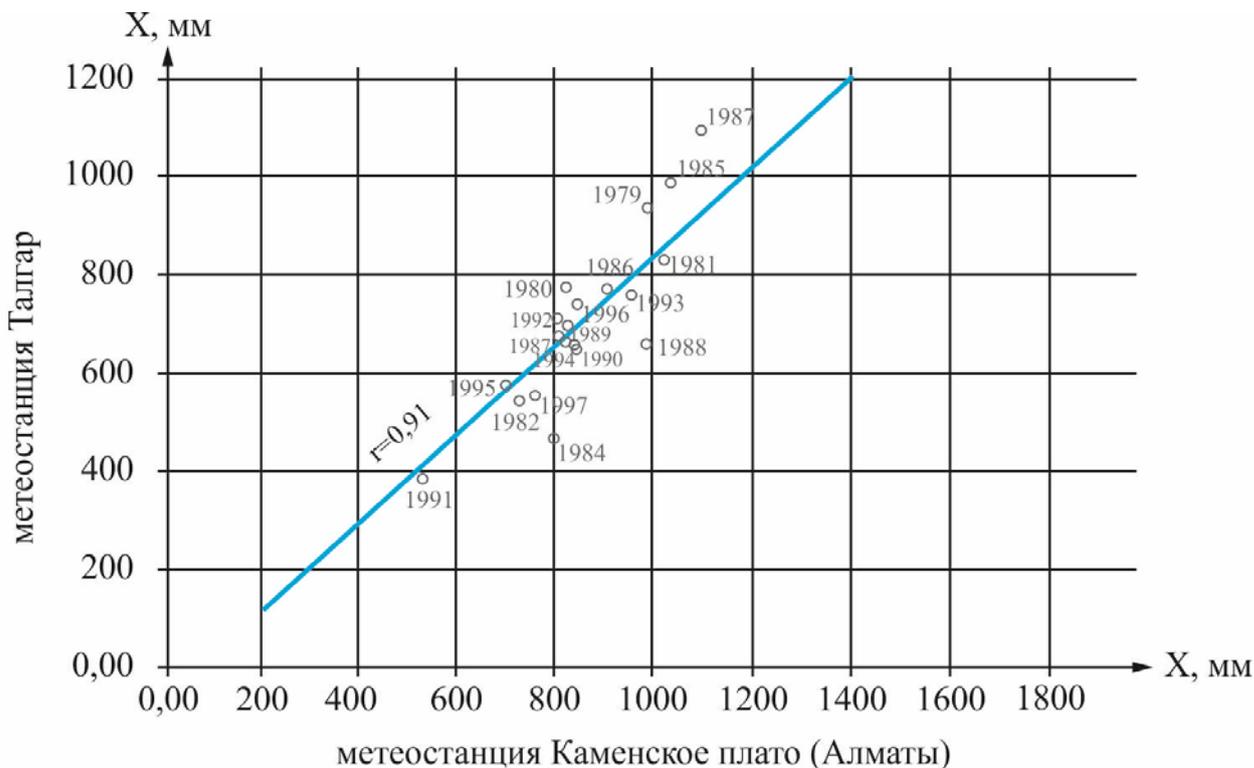


Рисунок 1.2 – График корреляционной связи количества атмосферных осадков по метеостанциям Талгар и Каменское плато (Алматы)

Среднее месячное значение ее составляет 70-85%. В теплое время года, по мере повышения температуры воздуха относительная влажность падает. В период с апреля по октябрь значения ее колеблются от 59-56% до 45-46 % с минимумом в августе. Нередко в дневные часы составляет 30 %.

Среднемесячная температура воздуха в январе, от -2,5°C до -5°C; среднемесячная температура воздуха в июле, от +12°C до +21°C; средняя скорость ветра три зимних месяца 1,3 м/с; среднемесячная относительная влажность воздуха в июле 45-70%.

### 1.2.3 Геоморфологические условия

Располагаясь в пределах обширной Копя-Илийской межгорной впадины, район характеризуется всеми особенностями, которые присущи аналогичным впадинам юго-восточной территории Казахстана. На юге возвышается хребет Заилийский Алатау, заходящий в его пределы своими северными отрогами.

Узкие гребни горного массива хребта Заилийский Алатау с острыми и резкими формами вершин с абсолютными отметками до 4000-5000 м покрыты вечными снегами и небольшими каровыми ледниками. Склоны крутые, прорезанные глубокими ущельями рек. Относительные превышения достигают 500-800 и более метров.

С севера горы окаймлены предгорной ступенью – «прилавками», которые крутым уступом высотой до 200 м обрываются на границе конуса выноса. «Прилавки» представляют собой холмисто-увалистую, интенсивно расчлененную ущелевидными и V-образными долинами равнину с абсолютными отметками поверхности от 900 до 1600 м. Местами уступ размыт за счет эрозионных процессов, и предгорная ступень постепенно переходит в нижележащую поверхность предгорного шлейфа.

К северу от «прилавок», вдоль всего северного склона Заилийского Алатау, протягивается предгорный шлейф, образованный слившимися конусами выноса горных рек. Талгарский конус выноса является одним из наиболее крупных конусов в предгорьях Заилийского Алатау. Вершина его расположена в прилавокной зоне на абсолютных отметках 1000-1100 м, к периферийной части абсолютные высоты снижаются до 670 м, уклон поверхности достигает 0,035. Сплошность поверхности конуса выноса местами нарушается за счет присутствия отдельных уваловидных возвышенностей с относительными превышениями не более 10 м и многочисленными эрозионными врезами. Глубина врезов 3-5 м, в долине р. Талгар до 15-18 м, ширина их 10-15 м. Поперечный профиль V-образный или трапециевидный. По мере приближения к периферии конуса глубина врезов уменьшается до 1-1,5 м, сами они выполаживаются, расширяются и приобретают плавные очертания. Северная граница конуса, в отличие от южной границы, в рельефе практически не выражена и условно проводится по горизонталям 650-680 м, где наблюдается интенсивное выклинивание подземных вод.

Севернее конуса выноса, вплоть до береговой линии Капшагайского водохранилища простирается наклонная аккумулятивная равнина, где абсолютные отметки поверхности земли снижаются с юга на север от 650-680 м до 475 м. Уклон составляет в пределах 0,015-0,005.

Главнейшая роль при формировании рельефа в рассматриваемом районе принадлежит тектоническим процессам, обусловившим образование основных орографических элементов - хребтов и разделяющих их межгорных впадин. Активизация тектонической жизни усиливает в одних участках эрозию, в других - аккумуляцию; создаются новые и преобразуются древние формы рельефа. Процессы формирования рельефа, начавшиеся в палеогене, продолжаются и в настоящее время [11, с.11].

#### 1.2.4 Гидрологические условия

Талгарское месторождение подземных вод характеризуется хорошей изученностью поверхностного стока до 1993 года. Начиная с 2007 года, налаживаются гидрометрические работы на реках Талгар и Иссык. На всех реках месторождения, как в зоне питания, так и в зоне разгрузки существовали гидрологические посты.

Гидрографическая сеть в районе развита довольно хорошо и относится к бассейну р. Или.

По характеру водного режима и условиям формирования стока все реки месторождения можно разделить на три типа [9, с.36-49]:

I. Горные реки с весенним - летним половодьем (реки Талгар и Иссык).

II. Горные реки (горные-карасу) с весенним половодьем (ручьи. Каменный, Ближний, Красильникова, Солдатская щель, и реки Кайназар, Бесагаш, Котурбулак, Шимбулак, Бельбулак, Тиксай).

III. Равнинные реки типа «карасу» с выровненным годовым ходом стока вследствие высокой естественной зарегулированности (реки Альмерек, Байсерке, Чагатай, Жалкамыс, Шиликты, Жинишке, Теренькара, Самамбай, Уразовка, Сазталгар, Бесагаш, Саламатка, Могильный, Кожемячка, и Иссык-карасу).

Реки первых двух типов стекают с северного склона Заилийского Алатау и питают подземные воды месторождения. Равнинные же реки типа «карасу» формируют свой сток у подножия конусов выноса в зоне разгрузки подземных вод.

I. Реки Талгар и Иссык самые крупные в исследуемом районе, зарождающиеся в высокогорной зоне - области развития вечных снежников и ледников. Они имеют, в основном, снежно-ледниковое питание и, в меньшей мере, пополняется за счет выклинивающихся подземных вод. Реки многоводные с бурным течением.

Водосборные площади бассейнов этих рек почти полностью расположены в области высокогорных снегов и ледников. Благодаря этому реки обладают резко выраженным ледниково-снеговым типом питания. Для них характерно растянутое весеннее - летнее половодье. Подъем уровней воды начинается обычно во второй декаде апреля, увеличение стока в этот период вызвано таянием сезонных снегозапасов. Пик весеннего половодья приходит чаще всего в конце мая - начале июня, после чего наблюдается некоторое уменьшение водности. В конце июня на реках начинается летнее половодье, продолжающееся до сентября. С декабря по апрель устанавливается меженный режим. Среднегодовой измеренный расход воды р.Талгар - 10,3 м<sup>3</sup>/с, р.Иссык - 4,91 м<sup>3</sup>/с. Максимальные наблюдаемые расходы составляют: на реке Талгар - 106 м<sup>3</sup>/с (1947 г.), на реке Иссык - 745 м<sup>3</sup>/с (селевой расход в 1963 г.).

Среднегодовые расходы р.Талгар порядка 8-13 м<sup>3</sup>/с; минимальные - 1-3 м<sup>3</sup>/с (март); максимальные - достигают 30 м<sup>3</sup>/с (май). При выходе из гор расход резко уменьшается, так как значительная часть воды фильтруется в рыхлообломочные образования конуса выноса и разбирается па орошение и водоснабжение г.Талгар.

Для реки Талгар характерно наличие двух паводков: весеннего (март-май), обусловленного таянием снегов в предгорьях и среднегорье и летнего (с начала июля до конца августа), связанного с таянием снежников и ледников в высокогорье.

Вода в реке пресная (до 0,2 г/л), гидрокарбонатная кальциевая. В верховьях рек вода бактериологически чистая, ниже по течению, особенно после населенных пунктов, довольно сильно загрязняется.

Гидропосты на реках Талгар и Иссык имеют соответственно восьмидесятилетний и семидесятисемилетний периоды наблюдений.

Особенно значительный маловодный цикл наблюдался с 1933 по 1940 г.г., Тогда в течении восьми лет подряд сток на реках был ниже нормы, его обеспеченность за этот период не превысила 80 %, причем обеспеченная водность 1940 и 1938 годов оказалась даже ниже 95 %.

Для определения параметров кривых обеспеченностей годового стока рек Талгар и Иссык были использованы все имеющиеся годы наблюдений. В результате анализа колебаний стока оказалось, что весь период наблюдений с 1928 по 2008 годы включает три полных цикла колебаний водности, один 1931 по 1946 год, второй с 1947 по 1975 год и третий 1976 по 2008 годы. Как выяснилось, водность каждого из трех полных циклов (норма стока р. Талгар 10 м<sup>3</sup>/с) незначительно отличается от средней водности за все годы наблюдений.

В 1993 году селевой поток полностью разрушил гидрометрический пост на реке Талгар, который был восстановлен только в 2007 году. Поэтому для восстановления расхода реки Талгар за период 1993-2006 г.г. были использованы корреляционные связи с другими горными реками, которые берут начало в горах Заилийского Алатау и находятся в одной климатической зоне.

Так коэффициент корреляции рек Талгар-Иссык составил - 0,5; Талгар - Малая Алматинка - 0,69; Талгар-Проходная - 0,83; Иссык-Каскелен - 0,72. Наиболее приемлемые значения коэффициента корреляции составили для рек Талгар-Проходная (0,83) и Иссык-Каскелен (0,72).

Обеспеченная водность на 2008 год составляет: для р.Талгар - 46 % и р.Иссык 67 %. Сток рек Талгар и Иссык широко используется в орошаемом земледелии, а в отдельные периоды года полностью разбирается на нужды сельского хозяйства.

II. Все другие реки зоны питания, стекающие с северного склона Заилийского Алатау, являются горными «карасу» со снежно-родниковым питанием. В связи с расположением водосборов на небольшой высоте и значительной величиной подземного питания для рек характерна высокая естественная зарегулированность стока. Реки предгорного типа с родниковым и снежным питанием – Котурбулак, Бельбулак, Шымбулак, Рахат начинаются в зоне прилавков и питаются преимущественно подземными водами. Среднегодовые расходы их до 1 м<sup>3</sup>/с. Реки этого типа характеризуются постоянством у истоков и увеличением их в нижних частях. Они отличаются маловодностью и короткими паводками в период таяния снегов. Большинство из них теряют сток недалеко от выхода из гор. Наибольшие месячные расходы наблюдаются в апреле-мае. реже в июне. Зимний сток уменьшается с декабря по февраль на очень малую величину.

III. Реки третьего типа – равнинные «карасу». Питаются они исключительно грунтовыми водами, формирующимися в горах и на конусе выноса. Вследствие этого они имеют выровненный ход стока. Форма гидрографа у них плавная, почти с отсутствием пика. Сток за период половодья не превышает 10% от годового стока.

Реки равнинного типа («карасу») зарождаются в зоне выклинивания подземных вод, приуроченной к периферийной части конуса выноса и имеют родниковое питание, к которому присоединяется снеговое и дождевое. Режим рек «карасу» в течении года постоянен. Минерализация воды рек небольшая, сухой остаток не превышает 0,3 г/л. Воды гидрокарбонатные кальциевые и гидрокарбонатные натриевые.

#### 1.2.5 Геологическое строение

Талгарское месторождение находится в южной части обширной Илийской впадины и в структурно-тектоническом отношении тяготеет к зоне максимального погружения ее консолидированного фундамента, известного под названием Алматинской впадины. Последняя представляет собой структуру III порядка возникшую и сформировавшуюся (как и Илийская депрессия) в эпоху альпийского орогенеза в результате неоднократно повторявшихся блоковых тектонических подвижек и в силу постоянной тенденции к опусканию, являющуюся областью аккумуляции мощной толщи терригенных осадков.

Возникновение конусов выноса в предгорьях хребта Заилийский Алатау является закономерным процессом геологического развития данного региона и отражением структурного своеобразного положения.

Основную часть месторождения занимает Талгарский конус, площадью 244 км<sup>2</sup>, выноса, и предгорная равнина, площадью около 116 км<sup>2</sup>, расположенные у подножья наиболее поднятого участка хребта Заилийский Алатау. Общая площадь месторождения 360 км<sup>2</sup>.

Поверхность конуса выноса слабоволнистая, на отдельных участках плоская с абсолютными отметками 670-680 м (на севере) до 1000-1150 м (на юге). Неровность создается неглубокими эрозионными врезами с пологими (3-5°) удлиненными склонами, к тальвегу которых приурочены русла сезонных водотоков. Конус прорезают долины рек Талгар, Бельбулак, Шымбулак, Котурбулак, Сасыкбулак, Тиксай и др. Глубина их вреза достигают 2-6 м, чаще 0,5-2,0 м, и лишь в долине р.Талгар после выхода из гор река врезана на 10-15 м.

К северу от Талгарского конуса выноса развита предгорная наклонная равнина, прорезанная долинами, как ряда упомянутых выше рек, так и долинами рек типа «карасу», бурущими начало в зоне выклинивания (Уразовка, Жалкамыс, Чиликты, Жинишке, Альмерек, Саз-Талгар, Каным и др.). Большая часть из них сопровождается комплексами пойменных и надпойменных террас.

В южной части месторождения конус выноса через предгорные ступени («прилавки») примыкает к горстovому рельефу Заилийского Алатау. В юго-восточной части, в 7 км от гор Талгар, отделена отчетливо выраженным уступом высотой 15-25 м от Восточно-Талгарская впадина, представляющая собой депрессию, вытянутую в субширотном направлении на 10 км при ширине 3,5-4,0 км.

С юга впадина ограничена горами Жуман и Талгар с абсолютными отметками до 3500 м, а севера и запада – холмисто-увалистыми прилавками, расположенными на отметках 1500-1600 м.

По уклону впадина расчленена эрозионными врезами с крутыми, часто обрывистыми склонами, глубиной до 30 м. Часть из них занята реками Трехрядка, Каменка, Осиновка, Бесагаш, Кайназар, Дальний.

Талгарский конус выноса от расположенных с запада и востока Алматинского и Иссык-Тургенского конусов выноса разделяют межконусные пространства, которые определяются по заметному сокращению мощности водоносных горизонтов и прослоев и увеличению суглинистого материала.

Талгарское месторождение состоит из двух участков (конус выноса и предгорная равнина). Конус выноса имеет отчетливо выраженную северную границу, совпадающую с началом зоны выклинивания подземных вод. Граница участка в предгорной равнине проведена условно по охвату населенных пунктов Кызылту, Тонкерис, Койшибек и Жанашар, и находится севернее от Талгарского водозабора на расстоянии до 11 км.

В геологическом строении месторождения участвуют породы от палеозойских образований до современных отложений включительно. Породы палеозоя и рвущие их интрузии обнажаются в южной части участка, на площади месторождения и к северу от него они не вскрываются ни одной скважиной и по данным геофизических исследований залегают на глубинах от 700-800 м до 3000 и более метров.

Поверхность складчатого фундамента неровная, осложнена прогибами и поднятиями, возникновение которых обусловлено как избирательной денудацией, так и в первую очередь, его блоковым строением и дифференцированным характером проявления новейших технологических движений.

Наиболее интенсивные подвижки в новейший этап геологического развития испытывал хребет Заилийский Алатау и прилегающие к нему участки Илийской межгорной депрессии, а именно Алматинская впадина, в виду чего зона максимального погружения консолидированного фундамента смещена относительно географической оси и фиксируется вблизи от подножий этого хребта.

На породах жесткого фундамента залегает мощная толща рыхлообломочных отложений, которая по особенностям литологического строения может быть подразделена на две части: нижнюю песчано-глинистую, представленную образованиями палеогена и неогена; верхнюю - преимущественно обломочную, сложенную четвертичными осадками, в основном, аллювиально-пролювиального генезиса.

*Средний-верхний плиоцен. Илийская свита (N<sup>2-3</sup> 2 il).* Полный разрез неогена вскрыт структурными скважинами (10<sup>T</sup>, 3<sup>T</sup>, 5<sup>T</sup>), расположенными в зоне максимального прогибания складчатого фундамента и скважиной № 8<sup>T</sup> на предгорной равнине, где отмечается уменьшение общей мощности неогеновых отложений. Значительно больше сведений имеется о строении верхней части разреза образований этого возраста, сложенной осадками среднего-верхнего плиоцена. Выходы ее на дневную поверхность известны в южной предгорной части района. Судя по обнажениям ее на северных склонах Заилийского Алатау,

описываемые осадки представлены толщей грубообломочных накоплений в основном с глинистым заполнителем и отдельными прослоями галечников и песков.

При удалении от гор отмечается заметное сокращение количества обломочного материала. Основную часть разреза слагают плотные глины палево-желтой и коричнево-серой окраски, среди которых встречаются прослойки и линзы разнозернистых, иногда гравелистых, песков, песчаников, гравелитов, реже галечников и конгломератов. Полная мощность отложений илийской свиты, вскрыта единичными скважинами и в пределах Алматинской впадины достигает 1200 м.

Находка остракод и диатомовых водорослей в отложениях илийской свиты указывают на формирование осадков в мелководном озерном бассейне. Интенсивность тектонических движений влияли на условия и характер осадконакопления. Поэтому в южной предгорной части региона процессы седиментации протекали с преобладанием делювиально-пролювиального сноса с формирующихся гор.

На линии Талгарского водозабора отложения илийской свиты вскрываются скважинами на глубинах 410 м (скважина № 10Г) и 557 м (скважина № 2635). Осадки представлены грубообломочными накоплениями с глинистым заполнителем и прослоями глин.

*Четвертичные отложения* распространены повсеместно. Наиболее широко распространены среднечетвертичные и нерасчлененные четвертичные образования.

Позднечетвертичный и современный аллювий приурочен к речным долинам и протягиваются полосами вдоль русел рек.

*Нижнечетвертичные отложения (Q<sub>1</sub>)* на юге Талгарского месторождения слагают отчетливо выраженные в рельефе предгорные ступени («прилавки»). С палеозойскими и интрузивными породами нижнечетвертичные отложения часто контактируют по линиям тектонических разломов, которые простираются в северо-восточном и субширотном направлениях. На предгорной равнине вскрываются скважинами на глубинах 180-235 м.

Характер осадконакопления практически аналогичен с плиоценовым периодом.

На юге месторождения *флювиогляциальные* нижнечетвертичные отложения представлены грубообломочными накоплениями обычно с глинистым заполнителем. Полная мощность их не превышает 150 м.

В пределах конуса выноса четкого разделения между четвертичными отложениями нет. Поэтому они объединены в нерасчлененные четвертичные отложения.

В пределах предгорной равнины распространены нижнечетвертичные *аллювиально-пролювиальные* отложения, разрез которых представлен переслаиванием плотных желтовато-бурых суглинков и супесей с песками, гравийниками и гравийно-галечниками. Основную часть разреза слагают водонепроницаемые отложения. Наряду с линзами и прослоями водоносных

отложений отмечаются выдержанные по простиранию горизонты разнозернистых, иногда гравелистых песков, реже гравийно-галечников мощностью до 6-10 м.

Верхняя часть разреза нижнечетвертичных отложений на прилавках сложена мощной толщей лессовидных суглинков (до 100 и более м), происхождение которых связывается с аридным климатом и широким развитием эоловых процессов.

На остальной части месторождения и прилегающей предгорной равнине нижнечетвертичные отложения представлены переслаиванием галечников, гравийно-галечников, песков с суглинками и супесями, иногда глинами.

*Средне-верхнечетвертичные отложения (Q<sub>2-3</sub>)* получили распространение на юго-востоке от Талгарского месторождения. Здесь они слагают верхнюю часть Восточно-Талгарской межгорной впадины.

В среднечетвертичное время тектонические движения привели к вздыманию хребта Заилийского Алатау, окончательному формированию Алматинской впадины и возникновению небольшой межгорной депрессии к востоку горной реки Талгар. Изменения рельефа поверхности привели к мощному выносу терригенных материалов с гор и формирования грубообломочных образований.

Образованные отложения представлены валунно-галечниками и галечниками с прослоями и линзами суглинков, супесей, глин. Причем содержание и количество таких прослоев повышается вблизи бортов впадины, сложенных нижнечетвертичными флювиогляциальными отложениями. По простиранию наблюдаются частые фациальные переходы, выражающиеся как в смене одних литологических разностей другими, так в изменчивости заполнителя валунно-галечников (песчаный, супесчаный, суглинистый). Эрозионные врезы позволяют наблюдать в естественных обнажениях вещественный состав и структуру рассматриваемых отложений. Валуны, галька, щебень разных размеров и различной степени окатанности размещены в песчано-глинистом заполнителе.

В центральной части впадины с поверхности повсеместно распространены суглинки, мощность которых изменяется от долей метров до 10-16 м.

Ниже залегают галечниковые и гравийно-галечниковые отложения с включением валунов, содержащие линзовидные прослои суглинков мощностью от 1,5-6,0 до 15-18 м. Отмечается частая смена заполнителя (песчаный, песчано-гравийный, песчано-глинистый, глинистый). Полная мощность отложений составляет 150-200 м.

*Нерасчлененные четвертичные отложения (Q)* слагают Талгарский конус выноса, залегают на отложениях Илийской свиты. Литологический состав их весьма сходен по площади и в разрезе, маркирующие горизонты отсутствуют, органические остатки не встречены, а поэтому выделение разновозрастных осадков практически невозможно. Наряду с этим сравнительная литологическая однородность создает одинаковую среду для накопления и циркуляции подземных вод, что позволяет давать их совместную характеристику.

Талгарский конус выноса сложен преимущественно грубообломочным материалом. По мере удаления от гор валунно-галечники сменяются галечниками и гравийно-галечниками с включением валунов. Увеличивается количество мелкозернистого материала в виде горизонтов песков, прослоев и линз супесей и суглинков. Полная мощность отложений превышает 600 м, максимальная вскрытая мощность по линии разведочного профиля в периферийной части конуса выноса составляет 557 м.

Разрез верхней части конуса выноса сложен грубообломочным материалом. На обнажениях каньона р.Талгар встречаются валуны размером до 5 м в поперечнике. Крупные валуны погружены в более мелкообломочный материал, состоящий из валунов, гальки и щебня с песчаным, песчано-гравийным, а местами с супесчаным и суглинистым заполнителем. С глубины 20-25 м размер валунов уменьшается, появляются прослой галечников. Отложения сложены валунами диаметром 0,3-0,8 м, реже 1,0-1,5 м. Окатанность валунов средняя, реже хорошая, наибольшая степень окатанности присуща более мелким обломкам. По петрографическому составу среди обломочного материала преобладают гранитоиды, в меньшем количестве – эффузивные, пирокластические и осадочные породы.

Средняя часть конуса выноса сложена крупным галечником с большим количеством валунов размером 0,2-0,6 м в поперечнике. Окатанность галек и валунов хорошая. Петрографический состав пород аналогичен верхней части разреза. В крутых обрывах каньона р.Талгар обнажаются косослоистые галечники с включением валунов и разнозернистым песчаным материалом. В толще галечников встречаются линзы средне-мелкозернистых песков мощностью до 0,6-0,8 м и протяженностью до 2-10 м. Границы между отдельными линзами наклонены по течению реки на север. Угол наклона верхней поверхности линз косой слоистости незначительный, нижней – имеет наклон до 10-12°. На участках с преобладанием галечника иногда отмечается наклон отдельных галек по течению реки на север. Скважины, пробуренные в средней части конуса выноса, указывают на небольшую мощность прослоев суглинка, которые не выдержаны по простиранию и не образуют выдержанных водоупоров.

Далее на север происходит уменьшение размеров обломочного материала и в разрезе появляются прослой и линзы супесей и суглинков, мощность и количество которых увеличиваются по мере удаления от гор.

Наиболее детально изучен геологический разрез периферийной части Талгарского конуса выноса, где расположен линейный Талгарский водозабор. Здесь на поверхности залегают суглинки мощностью от десятых долей метра до 25-30 м. Ниже распространены галечники и гравийно-галечники с включением валунов, среди которых суглинки, супеси и пески встречаются в виде линз и линзовидных прослоев мощностью от 1,5-3 до 10-15 м.

С глубиной отмечается уменьшение крупности материала. Заполнитель в большинстве случаев – песчаный, на отдельных участках – супесчаный и

суглинистый. Начиная с глубины 300 м, в разрезе появляются достаточно выдержанные по простиранию и мощности прослой суглинков.

Дифференциация обломочного материала проявляется не только в меридиональном, но и в широтном направлении. Крупнообломочный материал приурочен к осевой части конуса выноса (вблизи от современного русла р. Талгар), а к краевым частям происходит уменьшение его крупности.

Литологический разрез межконусных участков представлен суглинками и супесями с многочисленными прослоями галечников, гравийно-галечников, причем с глубиной количество последних их мощности увеличиваются.

Своим возникновением Талгарский конус выноса обязан эрозионно-аккумулятивной деятельности р. Талгар, протекавшей в четвертичное время на фоне интенсивного вздымания Заилийского Алатау и опускания Алматинской впадины как структурной единицы, нашедшей соответствующее отражение в рельефе.

Геологическое строение месторождения к настоящему времени изучено с достаточной детальностью до глубины 600 м, т.е. получены в необходимом объеме сведения о литологическом составе, строении и основных структурно-тектонических особенностях четвертичных аллювиально-пролювиальных образований.

*Среднечетвертичные* отложения представлены аллювиальными, аллювиально-пролювиальными, аллювиально-озерными, делювиально-пролювиальными, гляциальными, и эоловыми образованиями. В горах они встречаются в моренах, оставшихся от второго (долинного) оледенения на высотах 1900-2850 м. Аллювиально-пролювиальные отложения слагают высокие террасы речных долин. Обрамляют предгорную ступень в виде реликтов древних конусов выноса. Основание обычно сложено валунно-галечниками, перекрытыми сверху лессовидными суглинками мощностью до 20-30 м. На отдельных участках междуречья лессовидные суглинки образуют обширные поля от подножий предгорной ступени до центра впадины.

На современных конусах выноса среднечетвертичные отложения перекрыты верхнечетвертичными и современными осадками. В Алматинской впадине максимальная мощность аллювиально-пролювиальных среднечетвертичных отложений достигает 468 м. Делювиально-пролювиальные отложения образуют предгорные шлейфы на участках, лишенных рек. Они сложены глыбово-щебенистыми отложениями с плохо окатанными обломками и песчано-суглинистым заполнителем.

На Талгарском месторождении среднечетвертичные отложения слагают большие пространства предгорной равнины. На равнинах можно выделить два типа разрезов: приречный и междуречный. В первом преобладают галечники пески, чередующиеся с равным или меньшим количеством слоев супесей и суглинков; он характерен для участков равнины, примыкающих к крупным конусам выноса и прослеживается от их периферии до долины р. Или. В междуречном типе разреза преобладают супеси и суглинки с редкими (не более 30 % разреза) слоями песков и реже галечников.

*Верхнечетвертичные отложения*, относящиеся по времени образования к третьему позднечетвертичному оледенению, выполнены также, гляциальными, аллювиально-пролювиальными, аллювиально-озерными, эоловыми и делювиально-пролювиальными фациями, сходными по литологическому составу.

*Современные отложения* распространены повсеместно и представлены гляциальными, флювиогляциальными, аллювиальными, аллювиально-пролювиальными и аллювиально-озерными отложениями.

*Интрузивные* породы широко развиты и слагают значительную часть горных массивов. Их состав варьирует от ультраосновных до лейкократовых и щелочных гранитов. Наиболее распространены позднеордовикские, отчасти протерозойские и силурийские гранитоиды, слагающие осевые части Заилийского Алатау, реже – позднепермские, среднекаменноугольные и кембрийские. Средние, основные и ультраосновные интрузивы занимают незначительные площади [9, с.69-75].

#### 1.2.6 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия Талгарского месторождения определяются геологическим строением, тектоникой, литологическим составом горных пород, геоморфологическими и климатическими условиями территории. По гидрогеологическому районированию описываемая территория относится к области развития подземных трещинных вод зон открытой трещиноватости допалеозойских и палеозойских пород Заилийского Алатау, переходящий по ступенчато-тектоническому строению в Илийский артезианский бассейн подземных вод. Высокие вершины гор Заилийского Алатау по сути являются областью питания подземных вод, откуда выпавшие атмосферные осадки сложными путями дальнейшей трансформации и фильтрации формируют поверхностный сток горных рек и подземные воды. Общее направление движения подземных вод от гор в сторону долины р. Или (с юга на север).

По гидрогеологическому районированию Талгарское месторождение подземных вод входит в состав Илийской системы артезианских бассейнов, расположено в его южной части и приурочено к одноименному конусу выноса.

Талгарское месторождение, как и другие месторождения в предгорьях Заилийского Алатау, оказалось исключительно благоприятным для накопления запасов подземных вод, чему способствовал целый ряд географических и геологических факторов, таких, как:

- значительные мощности четвертичных рыхлообломочных накоплений;
- высокая проницаемость отложений;
- наличие значительного поверхностного стока;
- сравнительно большое количество атмосферных осадков.

Талгарское месторождение приурочено на конусе выноса к водоносному комплексу четвертичных аллювиально-пролювиальных отложений ( $арQ$ ), на предгорной равнине к водоносным комплексам среднечетвертичных ( $арQ_{II}$ ), и нижнечетвертичных ( $арQ_I$ ) аллювиально-пролювиальных отложений.

Выделение участка на предгорной равнине связано с гидравлической связью этих водоносных комплексов и нахождением нескольких населенных пунктов (Кызылту, Аркабай, Тонкерис, Алга, Койшибек, Жанашар), эксплуатирующих напорные подземные воды месторождения. Возрастная граница выделена с учетом данных геофизических исследований в скважинах.

Описание всех водоносных горизонтов, комплексов и водоносные трещиноватости палеозойских и интрузивных пород, которые контактируют с Талгарским месторождением.

Графически гидрогеологические условия Талгарского месторождения представлены на рисунках 1.3-1.6 [11, с. 22-25].

*Водоносный комплекс четвертичных аллювиально-пролювиальных отложений (арQ)* распространен в пределах Талгарского конуса выноса.

В южной части месторождения комплекс сложен грубообломочными хорошо проницаемыми отложениями, которые через предгорные ступени-«прилавки» примыкают к интрузивным и палеозойским породам горного обрамления, что создает благоприятные условия для перетекания трещинных вод горных сооружений, фильтрации поверхностных вод и инфильтрации атмосферных осадков. В западном и восточном направлении он прослеживается вдоль северных подножий хребта Заилийский Алатау на сотни километров. На севере наблюдается сокращение мощности обломочных отложений, некоторое ухудшение фильтрационных свойств, уменьшение живого сечения потока и т.д., вызывающие выклинивание подземных вод.

В связи с этим в северном направлении распространение комплекса ограничивается зоной выклинивания.

Гидрогеологические особенности описываемого комплекса полностью определяются особенностями геологического строения слагающих его пород.

На большей части месторождения водоносный комплекс представлен толщей грубокластического материала, к которой приурочен мощный единый поток подземных вод, направленный от гор к равнине.

Вещественный состав и свойства слагающих ее пород изучались при проведении съемочных работ для орошения, разведке Алексеевского гравийно-песчаного карьера и разведке Талгарского месторождения. Механический и гранулометрический состав пород Алексеевского карьера изучен до глубины 20 м, охватывающий зону аэрации.

По данным анализов содержание валунов изменяется в пределах 22,4-43,6 %, в среднем 32,81 %. Отмечается уменьшение количества валунов с глубиной и минимальные значения отмечаются в интервале 15-20 м. Содержание гальки составляет в пределах 38,2-66,4 %, в среднем 46,69 %, гравия – 2,1-11,97 % (среднее 5,25 %), песка – 10,2-20,3 % (среднее – 13,52 %), пылеватых и глинистых частиц – 0,28-2,47 % (среднее – 0,93 %).

С дневной поверхности верхняя часть зоны аэрации на большой территории сложена суглинками, реже супесями, мощность которых варьирует в широких пределах от 0,3-0,7 м до 5-10 м, а на отдельных участках до 20 м.



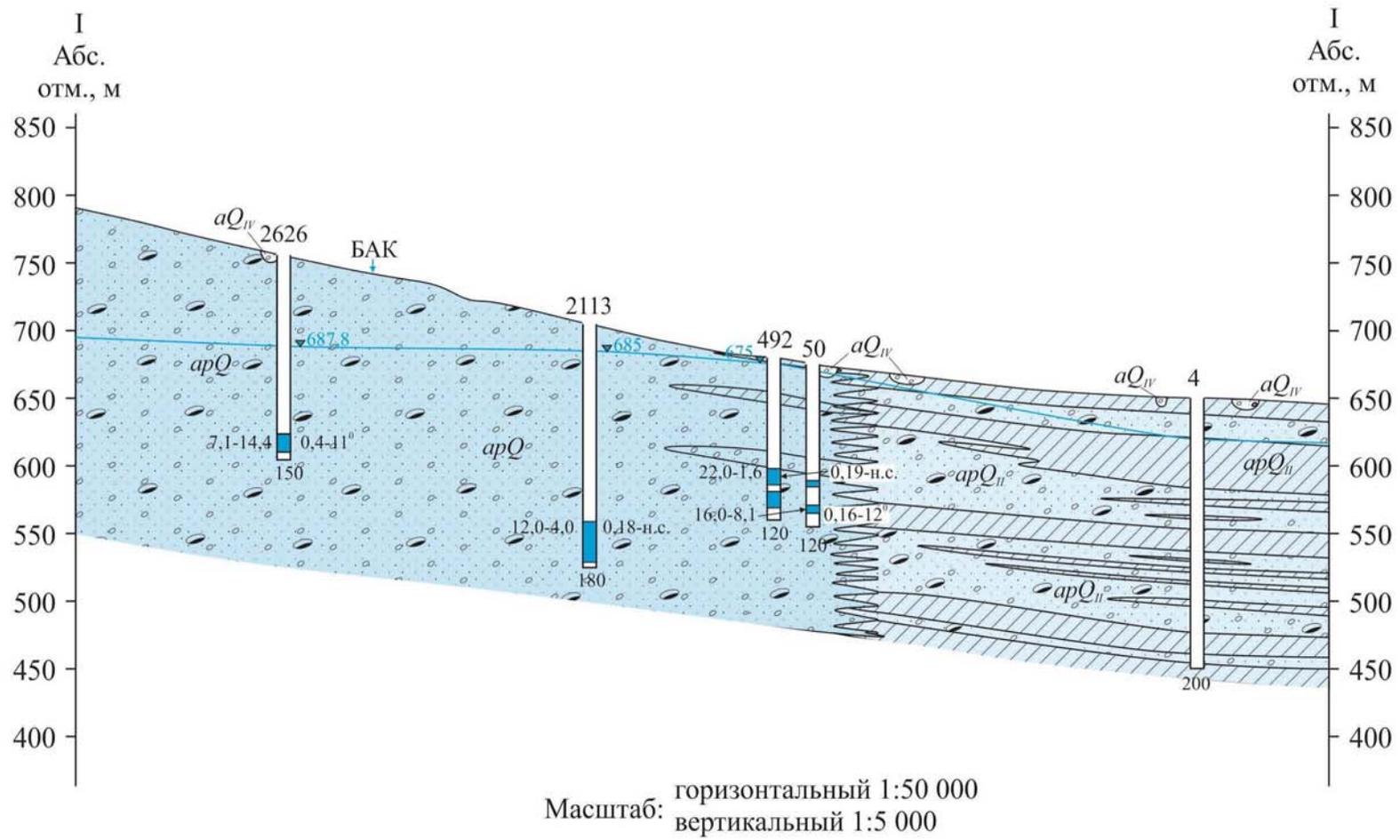


Рисунок 1.4 – Гидрогеологический разрез по линии I – I



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### 1. Распространение водоносных горизонтов и комплексов

$aQ_{IV}$	Водоносный современный аллювиальный горизонт. Валунно-галечники, галечники, гравий, пески, пески с галькой, супесь.
$aQ_{III}$	Водоносный верхнечетвертичный аллювиальный горизонт. Валунно-галечники, гравийно-галечники, пески, супесь.
$apQ_{II}$	Водоносный среднечетвертичный аллювиально-пролювиальный комплекс. Галечники, гравийно-галечники, пески гравелистые, пески и супеси залегающие среди суглинков.
$apQ_I$	Водоносный нижнечетвертичный аллювиально-пролювиальный комплекс. Гравийно-галечники, пески, залегающие среди суглинков.
$apQ$	Водоносный нерасчлененный четвертичный аллювиально-пролювиальный комплекс. Валунно-галечники, галечники, гравийно-галечники.
$fgQ_I$	Водоносный нижнечетвертичный флювиогляциальный комплекс. Валунно-галечники, гравийно-щебенистые породы, прослои песков и супесей среди суглинков.
$N_2il$	Водоносный плиоценовый комплекс илийской свиты (только на разрезах). Пески, гравийно-галечники. песчаники переслаивающиеся с суглинками и глинами.

### 2. Движение подземных вод

	Гидроизогипсы водоносного нерасчлененного четвертичного аллювиально-пролювиального комплекса.
	Направление движения потока подземных вод.
	Граница зоны выклинивания подземных вод на 2008 год по результатам гидрогеологического обследования.

### 3. Водоупункты

<b>10</b> 	Действующий водозаборный куст Талгарского водозабора ДГКП «Бастау».	Цифры: сверху - номер водозабора или его принадлежность; слева в числителе - суммарный дебит водозабора, $dm^3/c$ , в знаменателе - уровень подземных вод, м; справа в числителе количество скважин, в знаменателе глубина скважин, м. Для Талгарского водозабора дебиты водозаборных кустов и среднегодовые уровни указаны за 2008 г.
	Водозабор других недропользователей, эксплуатировавшихся для водоснабжения и орошения в период 1979-2009 г.г.	
<b>12</b> 	Проектный водозаборный куст Талгарского водозабора и его номер.	
	Действующая скважина	Скважина гидрогеологическая. Цифры: Вверху - номер (номера) водоупункта. Слева: в числителе - дебит скважины, $dm^3/c$ ; в знаменателе - понижение, м. Справа: в числителе - глубина до воды, м; в знаменателе - минерализация, $г/дм^3$ . Внизу - глубина скважин (глубины скважин), м.
	Ярусные скважины	
	Скважина.	
	Родник нисходящий. Цифры: сверху - номер; слева - дебит, $dm^3/c$ ; справа - минерализация, $г/дм^3$ .	
	Скважина наблюдательная, расположенная водозаборного куста ДГКП «Бастау».	Скважина наблюдательная.

### 4. Прочие знаки

	Сведения об утвержденных запасах Талгарского месторождения подземных вод (протокол ГКЗ № 1038-II-Y). Слева - индекс геологического возраста комплекса; справа в числителе - запасы утвержденные по категориям А+В, тыс. $m^3/сут$ , в знаменателе - запасы утвержденные по категориям А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> , тыс. $m^3/сут$ .
	Граница различных водоносных горизонтов и комплексов.
	Линия гидрогеологического разреза.

### 5. На гидрогеологических разрезах

	Предполагаемая граница различных водоносных горизонтов и комплексов.
	Уровень грунтовых вод, Цифра - абсолютная отметка урвня.
	Гидрогеологическая скважина. Цифра сверху - номер скважины. Закраска соответствует химическому составу воды в опробованном интервале глубины. Цифры: слева первая дебит, $dm^3/c$ , вторая - понижение, м; справа первая - минерализация, $г/дм^3$ ; вторая - температура, $^{\circ}C$ ; внизу - глубина скважины, м.

### Литология пород

	Пески		Суглинки		Глины
	Валунно-галечники с песчаным заполнителем		Гравийно-галечники с песчаным заполнителем		

Рисунок 1.6 – Условные обозначения к гидрогеологической карте и разрезам

Наряду с этим они слагают линзы и линзовидные прослои среди толщи валунно-галечников.

Водопроницаемость пород зоны аэрации зависит от их механического состава. Коэффициент фильтрации суглинков по результатам опытных наливов составляет 0,078-0,957 м/сутки, по данным испытаний монолитных образцов – 0,093-0,165 м/сутки, для песков – по данным наливов – 0,843-2,38 м/сутки, по результатам испытаний в специальной геологической трубке – 1,21-3,62 м/сутки.

По инженерно-геологическим условиям территория пригодна для строительства и не требует дополнительных мероприятий за исключением планировки.

Степень изученности его в различных частях Талгарского конуса выноса неодинакова. Детально изучена нижняя часть конуса выноса, где действует Талгарский водозабор. Несколько хуже исследована средняя часть конуса выноса и относительно слабее его верхняя часть.

Зеркало подземных вод имеет общий уклон от гор к равнине. Величина его значительно изменяется на отдельных участках, но в целом намного меньше уклона поверхности, Глубина залегания увеличивается к горному массиву, где достигает 206,9-224,7 м (скважины №№ 2697, 2621). В средней части конуса выноса глубина залегания подземных вод составляет 49,9-82,6 м (скважины №№ 484, 712).

В нижней части конуса выноса происходит пересечение зеркала подземных вод с дневной поверхностью. В связи с этим, а также в силу изменения геолого-гидрогеологических условий здесь развита зона выклинивания, выраженная наличием источников, заболоченности речек «карасу». С точки зрения геологического строения и гидрогеологических условий она в вертикальном разрезе является переходной между собственно конусом выноса и предгорной равниной. К югу от зоны выклинивания подземных вод в разрезе явно преобладают валунно-галечники и галечники, к северу - пески, гравийно-галечники, переслаивающиеся с суглинками.

Достаточно полное представление о вещественном составе водовмещающих пород комплекса, их мощностях и изменчивости по площади и в разрезе дают гидрогеологические профили, пересекающие Талгарский конус выноса в субширотном и субмеридиональном направлениях.

Мощность обводненной части разреза по линии водозабора изменяется:

- для скважин глубиной 200 м от 111,5 до 164 м;
- глубиной 500-600 м - 202-433 м.

Глубина залегания уровня подземных вод составляет 13,9-43,8 м.

Водообильность четвертичных аллювиально-пролювиальных отложений высокая. По линии водозабора дебиты скважин, вскрывших и опробовавших верхнюю часть разреза в интервале 0-200 м в зависимости от литологии водовмещающих пород, характера заполнителя, степени диагенеза изменяются от 39,6 л/с (скважина № 2598) до 114,3 л/с (скважина № 469) при понижении уровня соответственно на 16,4-4,4 м, удельные дебиты 2,4-26,4 л/с. Среднее значение коэффициента водопроницаемости составило 12070 м<sup>3</sup>/сутки,

коэффициента уровнепроводности -  $5,3 \times 10^4$  м<sup>2</sup>/сутки, коэффициента водоотдачи - 0,18. Дебиты скважин, опробовавших нижнюю часть разреза в интервале глубин 200-500 м, составили 44,1-60 л/с при понижении уровней на 9,8-7,8 м, удельные дебиты - 2,3-9,2 л/с.

При совместном опробовании ярусных кустов суммарный дебит достигал 250 л/с, а понижение - до 37,7 м. Результаты опробования показали, что водообильность пород в целом несколько снижается с глубиной, что, по-видимому, можно объяснить некоторым уплотнением пород. В средней части конуса выноса дебиты изменяются от 4,8 до 30,6 л/с при понижении уровня соответственно на 0,1-15,0 м, удельные дебиты - 2,04-4,8 л/с. Дебит скважины № 484 составит 10,3 л/с при понижении 0,62 м, удельный дебит - 17,1 л/с.

В 1991 году производительность Талгарского водозабора, который расположен линейно в нижней части конуса выноса составила 4,46 м<sup>3</sup>/с. В верхней его части дебиты составляют 0,2-4,5 л/с при понижениях 0,2-6,2 м, удельные дебиты - 0,72-1,0 л/с. Снижение фактически наблюдаемых дебитов и удельных дебитов скважин в средней и верхней части конуса выноса можно объективно объяснить ухудшением качества опробования и деглиннизацией водоносного горизонта в связи с малыми диаметрами скважин и глубоким залеганием уровня подземных вод.

В связи с тем, что Талгарский конус выноса сложен хорошо проницаемыми и промываемыми валунно-галечниковыми отложениями, породы лишены засоления. Содержание солей составляет 0,1-0,2 %, тип засоления по всему изученному разрезу гидрокарбонатный. Следует отметить, что инфильтрация атмосферных осадков и поверхностных вод в водоносный комплекс через покровные суглинки постоянно увеличивают минерализацию грунтовых вод. В зоне выклинивания, характеризующейся близким к поверхности залеганием уровня грунтовых вод, процессы засоления грунтов не происходит активно в связи с обеспеченным оттоком.

Приведенные данные указывают на высокую водообильность описываемых пород. Подземные воды комплекса пресные с минерализацией 0,2-0,5 г/л, по химическому составу гидрокарбонатные, иногда сульфатно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые и натриево-кальциевые.

*Водоносный комплекс среднечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений (арQII)* пользуется широким распространением в пределах предгорной равнины. Аллювиально-пролювиальные отложения содержат напорные и безнапорные водоносные горизонты. На предгорной равнине единый поток, развитый в теле конуса выноса, делится на ряд напорных водоносных горизонтов, гидравлически тесно между собой связанных.

Севернее конуса выноса водоносный комплекс характеризуется наличием напорных водоносных горизонтов, которые распространены практически повсеместно. Северная граница самоизливающихся вод проходит по Николаевскому разлому, за которым напоры заметно снижаются. Гидростатические напоры, как и на Алма-Атинском и Покровском

месторождениях, увеличиваются с глубиной. Напорные водоносные горизонты залегают на глубине от 13,7 до 150-180 м. Дебиты скважин составляют в пределах 4,3-40,0 дм<sup>3</sup>/с при понижениях уровня на 2,2-15,6 м. Удельные дебиты скважин – 1,9-2,6 дм<sup>3</sup>/с.

На участках равнины, прилегающих к долинам рек и конусу выноса, рассматриваемый водоносный комплекс представлен галечниками и гравийно-галечниками с мощностью до 50-75 % от всей мощности разреза. Грунтовые воды на этих участках имеют лучшие условия питания. Они залегают на глубинах 5-10 м и характеризуются значительной водообильностью. Дебиты скважин составляют 1-5 дм<sup>3</sup>/с. У периферии конуса выноса отчетливо выражена зона выклинивания подземных вод, где встречаются родники с дебитами до 20-25 дм<sup>3</sup>/с.

Напорные водоносные горизонты на таких участках залегают на глубинах 10-25 м и глубже. Водовмещающие породы представлены галечниками, реже валунно-галечниками и песками, переслаивавшимися с суглинками и супесями. Мощность отдельных водоносных горизонтов изменяется от 2 до 25 м, а суммарная их мощность достигает 100-125 м. Водоупорные прослои не выдержаны по простиранию и мощности и характеризуются линзовидным строением. Гидравлическая связь между горизонтами тесная. Увеличение гидростатического напора с глубиной свидетельствует о наличии вертикальной разгрузки напорных вод и о подпитывании верхних водоносных горизонтов водами глубокой циркуляции.

*Водоносный комплекс нижнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений (арQ<sub>1</sub>)* распространен в нижней части разреза конуса выноса и залегают на эродированной поверхности плиоценовых отложений. Выходы нижнечетвертичных отложений сохранились в виде отдельных останцев, они образуют возвышенности, изрезанные овражной сетью.

Литологический состав водосодержащих прослоев изменяется от валунно-галечников, галечников в пределах конуса выноса до супесей и тонкозернистых песков гравийных, и конгломератов с прослоями суглинков, супесей и глин в предгорной равнине. Увеличение водосодержащих прослоев и линз происходит с глубиной, мощность отдельных слоев изменяется от 0,5- 1,0 до 12-20 м.

Севернее зоны выклинивания для водоносного комплекса характерно частое переслаивание водоносных и слабопроницаемых отложений. Мощность водоносных прослоев составляет от 2-15 м.

В пределах предгорной равнины водоносный комплекс ближе к конусу выноса вскрывается на глубине 334,5 м (скважина № 2674). Водоносный горизонт в интервале 351,5-366 м мощностью 14,5 м опробован с дебитом 40,0 дм<sup>3</sup>/с при понижении 9,0 м.

На предгорной равнине (на расстоянии 13 км от зоны выклинивания) водоносный комплекс вскрыт и опробован скважиной № 2609 (южнее с. Койшибек).

Скважина № 2609, глубиной 400 м, вскрыла напорные воды комплекса на глубине 354 м, интервал опробования 200-400 м. Количество горизонтов – 5.

Мощность отдельных горизонтов в пределах 2-6 м. Дебит скважины – 50,0 дм<sup>3</sup>/с при понижении уровня воды на 17,2 м. Уровень подземных вод при опробовании составил +7,5 м выше поверхности земли.

Подземные воды нижнечетвертичного комплекса имеют тесную гидравлическую связь с вышележающим водоносным комплексом, особенно в пределах конуса выноса. Водоносный комплекс нижнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений является составной частью Талгарского месторождения.

Подземные воды нижнечетвертичного водоносного комплекса пресные с минерализацией 0,15–0,5 г/дм<sup>3</sup>. По химическому составу воды гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные, натриево-кальциевые. Температура подземных вод 10-12°С [9, с.75-80; 11, с.13-15].

### **1.3 Обоснование граничных условий Талгарского МПВ**

Талгарское месторождение подземных вод приурочено к конусу выноса р. Талгар к предгорной зоне северных склонов Зайлийского Алатау. Водоносные отложения выполняют верхнюю часть глубокого предгорного прогиба, известного под названием Алматинской впадины. Мощность этих отложений достигает 520-550 м в центральной части конуса выноса. От центра к периферии происходит постепенное уменьшение мощности до 400-430 м на западе и востоке и 80-100 м на севере. В южной (предгорной части) части месторождения вскрытая мощность четвертичных образований превышает 490 м.

Эксплуатируемые подземные воды приурочены к комплексу нерасчлененных четвертичных аллювиально-пролювиальных отложений мощностью 450-550 м. Водовмещающие породы представлены валунно-галечниками, галечниками с песчаным заполнителем и гравелистыми песками. Фациальная изменчивость отмечается главным образом в северном направлении.

Толщу четвертичных отложений подстилают образования неогена, представленные в основном глинами с небольшими прослоями песков, реже галечников. Преобладание глинистых пород в основании разреза позволяет принять нижнюю границу непроницаемой.

Подземные воды комплекса имеют свободную поверхность. Глубина залегания уровня 220-250 м в верхней части конуса выноса и 1-2 м в начале зоне выклинивания.

Инфильтрационное питание имеет место по всей площади конуса выноса. В зоне выклинивания происходит испарение с зеркала подземных вод. При продолжении интенсивной эксплуатации водозабора будет развиваться снижение уровня подземных вод, и процесс испарения будет замедляться до полного его прекращения.

Талгарский водозабор располагается в нижней части конуса выноса в виде линейного ряда кустов скважин, простирающегося с запада на восток нормально к основному направлению потока подземных вод. Среднее расстояние между кустами скважин составляет 875-1000 м, общая длина водозабора около 17 км.

В южной, предгорной части месторождения разрез четвертичных отложений представлен валунно-галечниками и галечниками. Непосредственное примыкание водоносного комплекса, сложенного грубообломочными, хорошо проницаемыми разностями, к горному массиву и практически отсутствие перекрывающих водонепроцаемых пород в области формирования подземных вод создает весьма благоприятные условия питания подземных вод. Питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, вод поверхностного стока и подтока со стороны трещиноватой зоны горных сооружений. Инфильтрационное питание в год 50 % обеспеченности, определенное водобалансовым методом ( $10,15 \text{ м}^3/\text{с}$ ), а также величина расхода потока ( $10,49 \text{ м}^3/\text{с}$ ), соизмеримы с расходом проектного водозабора ( $11,45 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Более достоверным является расход потока, так как балансовыми расчетами не учитываются некоторые дополнительные источники питания. Так, например, в юго-восточной части Талгарского месторождения и конусу выноса примыкает так называемое Восточно-Талгарское месторождение подземных вод. Оно представляет собой межгорную впадину, открытую в сторону Талгарского конуса выноса, куда происходит разгрузка подземных вод. Величина разгрузки, определенная воднобалансовым методом и учтенная в балансе, составляет  $0,915 \text{ м}^3/\text{с}$ , а по расходу потока –  $1,3 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Вместе с тем, в питании подземных вод принимают участие фильтрующиеся на конусе выноса воды временных водотоков, формирующиеся в пределах «прилавковой зоны». Этот источник питания балансовыми расчетами также не учитывался.

Принимая во внимание, что основное питание подземных осуществляется по всей площади месторождения подземных вод, а со стороны горного сооружения поступает не более 20-22%, общей величины восполнения, для упрощения расчетов южную границу условно можно считать непроницаемой с условием  $Q=0$ .

По мере удаления от гор размер обломочного материала постепенно уменьшается, валунно-галечники замещаются галечниками и гравийно-галечниками, которые далее на север переходят в гравелистые пески. В разрезе появляются прослойки относительно водонепроницаемых пород, главным образом суглинков. К северу от линии разведочного профиля наблюдается сокращение мощности водонепроницаемых пород и уменьшение их водопроницаемости от  $12000 - 15000 \text{ м}^2/\text{сутки}$  до  $1300-1500 \text{ м}^2/\text{сутки}$ . Происходит подпор подземных вод и в периферийной части конуса выноса наблюдается их разгрузка в виде родникового стока с суммарным расходом  $3,9 \text{ м}^3/\text{с}$  и испарения с зеркала грунтовых вод в зоне выклинивания в количестве  $1,61 \text{ м}^3/\text{с}$ .

По мере увеличения расхода будущего водозабора, к 2030 году превышающего величину разгрузки, в процессе эксплуатации месторождения произойдет инверсия родникового стока, и депрессионная воронка распространится далее к северу.

Величина разгрузки подземных вод составляет  $10,49 - 2,10 = 8,39 \text{ м}^3/\text{с}$ . Это подтверждается и результатами балансовых расчетов.

На границе с предгорной равниной аллювиально-пролювиальные отложения переходят в аллювиальные, а подземные воды этого единого блока естественно имеют тесную гидравлическую связь между собой. Аллювиальные отложения представляют собой частое переслаивание водопроницаемых и водоупорных пород. Подземные воды здесь обладают напором. Пьезометрические уровни устанавливаются на высоте до 10-16 м над поверхностью земли. Фильтрационные свойства водопроницаемых пород хорошие, о чем свидетельствуют высокие удельные дебиты скважин, достигающие 3-5 л/с и величина водопроницаемости, составляющая для предгорной равнины севернее зоны выклинивания от 1400-1500 до 800-1000 м<sup>2</sup>/сутки. Водоносные горизонты прослеживаются к северу от водозабора на расстоянии свыше 45 км, где достаточно четко прослеживается гидравлическая связь подземных вод с Капшагайским водохранилищем. Наличие такой связи подтверждается подпором подземных вод под влиянием водохранилища, в результате которого уровни подземных вод на его берегу за последние годы поднялись в среднем на 10 м.

В первоначальный период работы водозабора до завершения периода инверсии родников в зоне выклинивания, граница с постоянным напором (H-const) будет перемещаться к северу до внешней границы зоны выклинивания, проходящей в 4,5-8,0 км от линии водозабора. После инверсии родникового стока и снижения испарения в зоне выклинивания, граница переместится на север от линии водозабора. Степень гидравлической связи подземных и поверхностных вод в этом районе детально не выяснена, поэтому на втором этапе расчетов исключается влияние северной границы и при дальнейших расчетах считать пласт в северном направлении безграничным.

На западе, в предгорной части Талгарское месторождение подземных вод отделяется от Алма-Атинского межконусным пространством слабо проницаемыми породами. Контактирующие с ними аллювиальные среднечетвертичные отложения надежной гидравлической связи с Алма-Атинским месторождением на этом участке не имеют.

К северо-западу от проектируемого водозабора среди среднечетвертичных аллювиальных образований также сохранились останцы нижнечетвертичных озерных отложений. По результатам геофизических исследований с бурением отдельных скважин они отнесены к водонепроницаемому пласту. Это подтверждается и сравнительно большими понижениями уровня подземных вод при эксплуатации на западном участке Талгарского водозабора (кусты 14, 15). Поэтому, для данного расчета, западная граница Талгарского месторождения правильно принята как непроницаемая с условием  $Q = 0$ .

На востоке Талгарский конус выноса граничит с Исыкским. Четкой границы между ними провести нельзя, но, учитывая заметное сокращение мощности четвертичных отложений и ухудшений фильтрационных свойств пород в межконусном пространстве, здесь также возможно принять граничное условие  $Q = 0$ .

Эти условные допущения позволили исключить при подсчете запасов

влияние Алма-Атинского, Покровского и Иссык-Тургенского месторождений и водозаборов на их площади.

Таким образом, природные границы Талгарского месторождения при подсчете запасов подземных вод были приведены к комбинации из 3-х расчетных схем [9, с.144-147]:

- 1) пласт, ограниченный контуром с постоянным напором, располагающимся на внешней границе зоны выклинивания;
- 2) «пласт-полуполоса» с открытой северной границей;
- 3) пласт, ограниченный круговым непроницаемым контуром.

Учитывая всё вышеизложенного границей для геоинформационной модели гидрогеологического значения Талгарского МПВ была принята вся гидрогеологическая карта 50 000 масштаба данного месторождения площадью 1400 км<sup>2</sup>. Граница самого Талгарского месторождения показана в рамках геоинформационной модели в пределах гидрогеологической карты. По данным созданной геоинформационной модели площадь Талгарского месторождения подземных вод составляет 418,3 км<sup>2</sup>.

#### **1.4 Режим эксплуатации Талгарского водозабора подземных вод и его анализ**

Действующий Талгарский водозабор подземных вод состоит из 15 водозаборных кустов, расположенных линейно-дугообразно на небольших участках, южнее Кульджинского автомобильного тракта (таблица 1.2) [9, с.99].

Площадки водозаборных кустов находятся в нижней части конуса выноса между поселками Гулдала (Красное поле) и Енбекши на расстоянии друг от друга от 650-1200 м, в среднем 875 м. Общее расстояние действующего линейного Талгарского водозабора по дуге составляет более 13 км (проектного 17 км).

Подземные воды Талгарского месторождения приурочены к водоносному комплексу аллювиально-пролювиальных четвертичных отложений Талгарского конуса выноса.

На каждом водозаборном кусте находятся от 7 до 12 эксплуатационных скважин, которые расположены по площадному типу в 2 и реже 3 ряда. Общее количество действующих скважин на 01.01.2018 г. составляет 139 с учетом рабочих и резервных скважин, в том числе глубиной 130-210 м, каптирующий верхний интервал водоносного комплекса аллювиально-пролювиальных отложений – 108 скважин глубиной 450-500 м, каптирующий нижний интервал – 31 скважина.

Эксплуатационные скважины на водозаборных кустах размещены с учетом сложившейся практики эксплуатации подземных вод Талгарского месторождения и результатов разведочных работ

Эксплуатация подземных вод из скважин производится насосами ЭЦВ12-160-65, ЭЦВ12-160-100 непрерывно, причем 1-2 из скважин каждого куста периодически на срок в несколько суток останавливается для профилактики и

текущего ремонта и в среднем суммарный дебит каждого куста составляет около 200-428 дм<sup>3</sup>/с.

Таблица 1.2 - Сведения по количеству и глубине скважин Талгарского водозабора

№ № пп	№№ куста	Коли- чество скважи н	Кол-во/глубина скважин		Возможная производител ьность, дм <sup>3</sup> /с	Год ввода в эксплуат ацию
			КОЛ-ВО 130-200 м	КОЛ-ВО 450-500 м		
1	13	10	5/200	5/450	450	1981
2	14	10	5/192	5/500	450	1984
3	15	10	5/192	5/500	450	1980
4	ИЯ Ф	8	8/130-150	-	360	1974
5	1	7	7/145-150	-	315	1980
6	2	7	7/145-150	-	315	1980
7	3	7	7/148-150	-	315	1980
8	4	10	7/136-165	3/500-502	450	1977, 1979
9	5	9	9/145-150	-	405	1977
10	6	10	9/145-150	1/500	450	1974, 1979
11	7	9	9/143-150	-	405	1975
12	8	9	9/146-150	-	405	1976
13	9	9	9/145-156	-	405	1977
14	10	12	6/193	6/500	540	1984
15	11	12	6/193-210	6/500	540	1985
<b>Итого:</b>		<b>139</b>	<b>108/ 130-210</b>	<b>31/ 450-500</b>	<b>5895</b>	

Для замера уровня подземных вод на каждом водозаборном кусте имеется одна скважина малого диаметра для проведения наблюдений за уровнем подземных вод в пределах водозабора. Итого 15 наблюдательных скважин.

Сведения о динамике отбора подземных вод из водозаборных кусков Талгарского месторождения за период 1974-2017 г.г. приведены в таблице 1.3.

Добываемая вода на водозаборных кустах №№ 13, 14, 15 подается в головную насосную станцию Талгарского водозабора водоводами диаметром 700, 900 и 1000 мм. Вода из кустов № 1 и 2 подается в насосную станцию одним водоводом диаметром 500 и 700 мм. Подземные воды, откачиваемые на водозаборных кустах №№ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 и 11, подаются в насосную станцию 3 водоводами диаметром 1000, 1200 и 1200 мм.

Таблица 1.3 – Суммарный объём добычи подземных вод Талгарского месторождения по водозаборным кустам ГКП на ПХВ «Алматы Су» УЭ и КХ г.Алматы, м³/сутки

Год	ИЯФ	1 куст	2 куст	3 куст	4 куст	5 куст	6 куст	7 куст	8 куст	9 куст	10 куст	11 куст	13 куст	14 куст	15 куст	Итого:
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1974	26102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>26102</b>
1975	15682	-	-	-	-	-	33438	14861	-	-	-	-	-	-	-	<b>63981</b>
1976	21470	-	-	-	-	-	33333	26910	22156	-	-	-	-	-	-	<b>103869</b>
1977	22105	-	-	-	-	24495	33561	25890	29726	8918	-	-	-	-	-	<b>144696</b>
1978	29090	-	-	-	-	29721	33506	29452	29753	29781	-	-	-	-	-	<b>181304</b>
1979	29912	-	-	-	5527	33216	25861	34557	32454	32495	-	-	-	-	-	<b>194022</b>
1980	13115	16230	18743	19071	22601	28710	29836	22404	29508	24645	-	-	-	-	13268	<b>238131</b>
1981	13288	16274	18877	19233	23288	27945	28767	22329	29726	24745	-	-	16219	-	20811	<b>261501</b>
1982	13479	17808	19315	19726	23699	28219	29315	22740	29863	24795	-	-	31677	-	29041	<b>289677</b>
1983	15047	16811	22192	23266	28767	28630	29726	25397	29030	29014	-	-	33436	-	29923	<b>311238</b>
1984	13798	15514	20071	20372	26984	28279	25532	23087	27962	26139	11284	-	29328	25475	21973	<b>315798</b>
1985	14000	14211	19660	19690	25449	28340	25115	22386	25299	24989	11397	14932	28030	25044	23745	<b>322288</b>
1986	4247	14008	19762	19756	25241	27058	24690	22775	25132	24882	17400	29721	27553	24896	22307	<b>329427</b>
1987	15047	13756	20723	19392	22860	25244	22805	22071	22225	23132	16501	25205	26241	22688	23101	<b>320992</b>
1988	23407	14601	19710	19186	23041	25167	22169	22462	22817	23134	18664	32486	26262	23107	22448	<b>338661</b>
1989	26753	14370	20085	19532	22205	24929	23920	22441	22386	22825	23756	33151	26811	22696	22934	<b>348795</b>
1990	26786	14077	19490	19427	22786	25537	23879	22797	22989	23063	32055	33425	26140	24751	24315	<b>361518</b>
1991	29797	14890	20970	19819	23159	25304	26457	22827	26145	25296	33047	33436	29159	25299	30036	<b>385641</b>
1992	26989	13691	19432	19702	22194	24926	22554	22467	25202	22872	35260	33197	25467	25525	28445	<b>367923</b>
1993	22682	14277	19400	19488	21981	25537	22852	22249	23405	22830	19449	28630	22416	22814	24595	<b>332605</b>
1994	24622	15153	20115	20167	22803	25575	22805	23463	24321	23400	25123	29836	23405	23408	24266	<b>348463</b>
1995	23474	14647	20373	20674	22227	24014	21575	22200	22641	19241	16526	19521	22389	22507	22929	<b>314937</b>
1996	24005	14292	17025	17279	19757	22801	20978	21525	21579	19486	15481	15738	21495	22071	22743	<b>296254</b>
1997	25901	14671	20148	20679	22501	23471	21328	19762	22559	19490	19682	18490	22260	22403	23110	<b>316457</b>
1998	25225	14063	17630	17345	20030	23099	20731	18663	21879	19422	15614	15277	21403	21948	22501	<b>294830</b>

Продолжение таблицы 1.3																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>1999</b>	24796	16085	19515	19762	19488	19756	19136	16433	19208	12447	-	-	20981	20666	22211	<b>250483</b>
<b>2000</b>	26141	14915	16500	16661	17336	13691	10893	9139	11932	6134	-	-	17877	16454	24156	<b>201830</b>
<b>2001</b>	28601	14551	19271	18504	14005	7584	9772	5663	5603	6332	-	-	19241	19318	23707	<b>192152</b>
<b>2002</b>	29811	14578	19595	17016	11600	6967	6424	3685	4597	5140	-	-	19447	19436	19926	<b>178221</b>
<b>2003</b>	32537	14948	20277	22559	11227	8184	5142	7025	5148	4836	-	-	19485	19762	19666	<b>190795</b>
<b>2004</b>	31769	14704	20089	17237	10977	8326	4981	4497	5904	4409	-	-	19148	19289	19808	<b>181139</b>
<b>2005</b>	31370	15629	24058	17610	14334	7904	6630	5556	4515	5072	-	-	24078	20567	20856	<b>198180</b>
<b>2006</b>	31750	20336	21664	22081	18559	9683	9628	6455	6750	8762	-	-	22483	20639	18583	<b>217373</b>
<b>2007</b>	33473	23253	26001	20895	19441	19411	18129	7806	8829	7143	-	-	36124	25681	20958	<b>267145</b>
<b>2008</b>	34917	24573	26043	21296	21710	17443	20558	12482	13260	8102	741	744	42167	38123	27769	<b>309929</b>
<b>2009</b>	33091	23600	25358	19714	23123	12734	12237	4113	2969	3332	1690	1917	42864	37844	26671	<b>271258</b>
<b>2010</b>	31962	21011	22912	16941	15422	9018	7398	2286	2117	3102	4716	3033	36315	35468	30120	<b>241821</b>
<b>2011</b>	33144	25268	24975	16310	13143	6888	6356	1937	2162	2584	2147	1198	33216	38477	31053	<b>238858</b>
<b>2012</b>	33779	17972	13713	15293	11242	10680	5063	2068	2304	1702	5200	1381	43849	40876	28352	<b>233475</b>
<b>2013</b>	25808	460	1025	7996	16143	15481	3449	913	688	760	4214	780	33659	34215	26271	<b>171863</b>
<b>2014</b>	34367	6056	5889	11924	28078	8050	4568	753	740	2081	2988	1115	43038	44938	33	<b>194618</b>
<b>2015</b>	32676	25352	23459	23424	30955	11481	11821	3428	1222	504	4234	1321	12118	2972	12309	<b>197276</b>
<b>2016</b>	21442	11568	12715	18006	33899	4996	3627	1039	634	535	4100	723	25949	19086	26148	<b>184466</b>
<b>2017</b>	34257	17129	16386	15031	34250	4391	3352	1340	1428	1210	4214	1260	29910	193	27339	<b>191691</b>
<b>Среднее по кусту, м<sup>3</sup>/сутки</b>	<b>25266</b>	<b>15930</b>	<b>19294</b>	<b>18739</b>	<b>20821</b>	<b>19095</b>	<b>18463</b>	<b>15171</b>	<b>16399</b>	<b>14604</b>	<b>13819</b>	<b>15688</b>	<b>27071</b>	<b>24371</b>	<b>23116</b>	
<b>Среднее значение за весь период эксплуатации Талгарского водозабора подземных вод за 1974-2017 г.г.</b>																<b>248220</b>

В головной станции Талгарского водозабора имеются 4 накопительных резервуара, емкостью по 6000 м<sup>3</sup>. В накопительных резервуарах и на водозаборных кустах имеются аварийные сбросные водоводы.

Обеззараживание воды методом хлорирования производится в головной насосной станции перед подачей в магистральную сеть. Хлораторная установка находится в здании насосной станции.

В город Алматы вода подается с помощью насосной станции 2-го подъема 3 магистральными водоводами диаметрами 1200, 1200 и 1400 мм. Кроме того, вода подается в пос. Алатау (ИЯФ) 2 водоводами диаметрами 300 (400) и 300 (600) мм.

Открытие Талгарского месторождения подземных вод связано с разведочными работами, которые проводились в 1958-1959 г.г. Кульджинской гидрогеологической партией Казахской гидрогеологической экспедицией под руководством В.Ф. Шлыгиной для водоснабжения Института ядерной физики Академии наук Казахской ССР. В процессе проведенных работ было открыто месторождение подземных вод в нижней части Талгарского конуса выноса.

Разведка Талгарского месторождения подземных вод для водоснабжения г.Алма-Аты была продолжена Алма-Атинской гидрогеологической экспедицией в 1962-1968 г.г. под руководством А.М. Морозовой и В.Д. Малахова. По результатам этих работ ГКЗ СССР (протокол № 5537 от 26.11.1968 г.) были утверждены эксплуатационные запасы подземных вод Талгарского месторождения по категориям А+В в количестве 3,6 м<sup>3</sup>/с, С<sub>1</sub> – 5,12 м<sup>3</sup>/с, С<sub>2</sub> – 2,05 м<sup>3</sup>/с.

В период 1977-1979 г.г. была проведена детальная разведка и оценка запасов подземных вод Талгарского месторождения Алма-Атинской гидрогеологической экспедицией (Буров Б.В.). Эксплуатационные запасы подземных вод Талгарского месторождения были утверждены ГКЗ СССР (протокол № 8437 от 26.12.1979 г.) по категориям в количестве: А+В -11,45 м<sup>3</sup>/с, С<sub>1</sub> – 3,25 м<sup>3</sup>/с на 25 летний срок эксплуатации по состоянию на 01.09.1979 г. Амортизационный срок работы Талгарского водозабора истек 2004 году [9, с.102].

В 2009-2010 г.г. ТОО «Карст-1» (Джазылбеков Н.А. и др.) выполнило геологоразведочные работы с целью переоценки эксплуатационных запасов подземных вод Талгарского месторождения в Алматинской области для водоснабжения г. Алматы. Балансовые эксплуатационные запасы подземных вод водоносного четвертичного аллювиально-пролювиального комплекса Талгарского месторождения утверждены Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых РК (Протокол ГКЗ РК № 1038-11-У от 10 марта 2011 г.) по состоянию на 01.01.2010 г. для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Алматы, прилегающих населенных пунктов и предприятий, водоснабжения населенных пунктов Талгарского и Енбекшиказахского районов Алматинской области, орошения земель с условием сохранения существующего гидрологического режима поверхностных водотоков (таблица 1.4). Расчетный срок эксплуатации составил 25 лет [11, с.21, 26].

Анализ режима эксплуатации Талгарского кустового водозабора ГКП на ПХВ «Алматы Су» УЭ и КХ г.Алматы за период 1974-2017 г.г. позволяет констатировать следующие:

Таблица 1.4 – Балансовые эксплуатационные запасы подземных вод Талгарского месторождения

Назначение, объект водоснабжения	Запасы по категориям, тыс. м <sup>3</sup> /сутки					
	А	В	С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	А+В	А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
<b>В целом по Талгарскому месторождению:</b>	<b>282,55</b>	<b>470,09</b>	<b>216,75</b>	<b>308,61</b>	<b>752,64</b>	<b>1278,00</b>
В том числе: -для хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Алматы и прилегающих к водоводу населенных пунктов Алматинской области	282,55	470,09	216,75	-	752,64	<b>969,39</b>
- для водоснабжения населенных пунктов Талгарского и Енбекшиказахского районов Алматинской области	-	-	-	19,89	-	<b>19,89</b>
- для орошения земель	-	-	-	288,72	-	<b>288,72</b>

- величина среднесуточного водоотбора за год в период эксплуатации 1974-2017 г.г. изменялась в пределах 26102-385641 м<sup>3</sup>/сутки (таблица 1.3);
- максимальный среднегодовой водоотбор на участке водозабора зафиксирован в 1991 г. и составил 385641 м<sup>3</sup>/сутки;
- среднемноголетний водоотбор составляет 248220 м<sup>3</sup>/сутки;
- эксплуатация водозабора осуществляется в условиях установившегося режима фильтрации;
- 77% скважин каптируют водоносный комплекс аллювиально-пролювиальных отложений в интервале 150-200 м, а 23 % скважин – в интервале 200-500 м (таблица 1.2);
- за весь период эксплуатации Талгарского месторождения подземных вод фактический водоотбор из кустового водозабора не превысил 40 % от утвержденных запасов подземных вод (рисунок 1.7, 1.8);
- водоотбор по водозаборным кустам за весь период эксплуатации Талгарского водозабора производится с разной нагрузкой (таблица 1.3) и максимально приходится на куст № 13, ИЯФ, 14, 15, т.е. западную часть конуса выноса, находящуюся ближе к г.Алматы (рисунок 1.9).

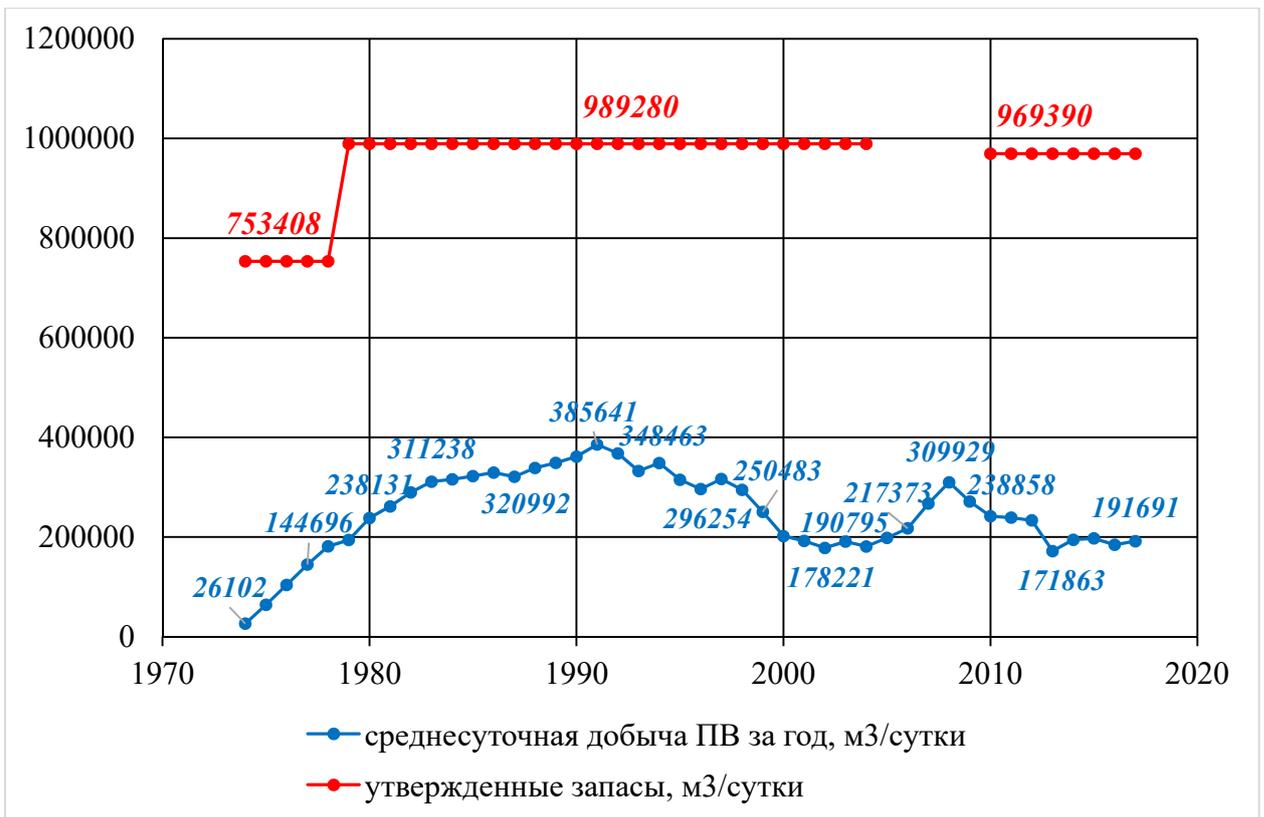


Рисунок 1.7 – Величина утвержденных запасов подземных вод Талгарского месторождения и фактическая их добыча на за 1974-2017 г.г.

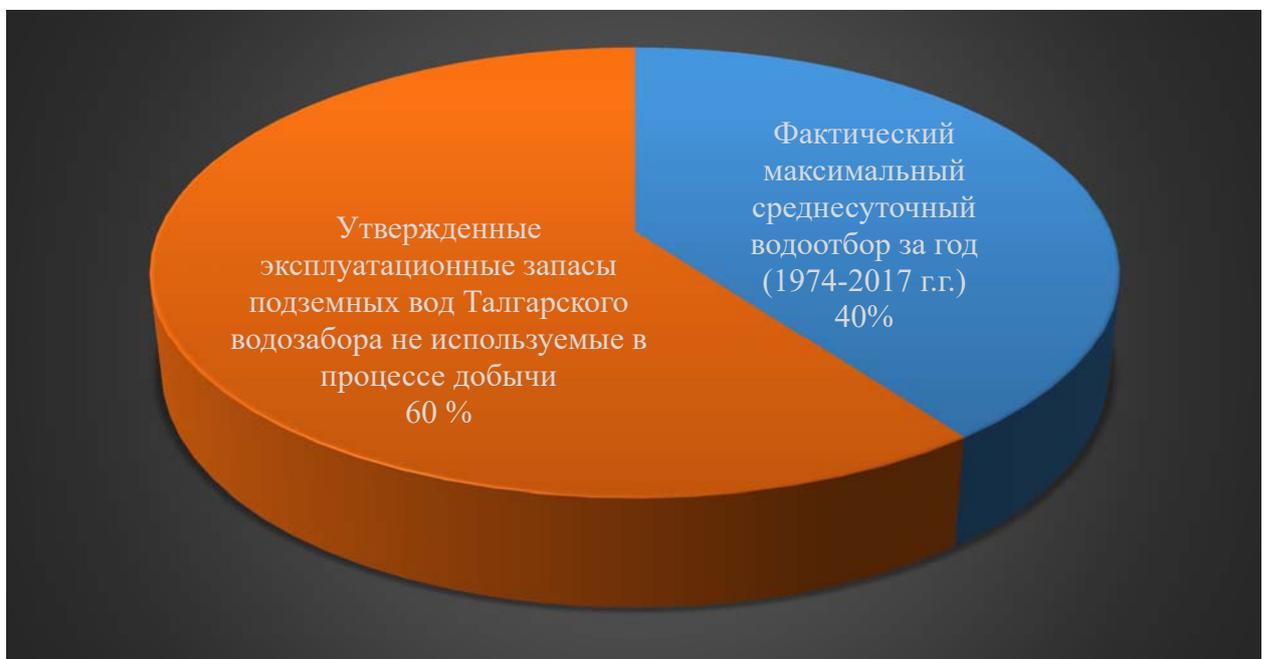


Рисунок 1.8 – Процентное соотношение фактического использования подземных вод Талгарского месторождения по отношению к утвержденным эксплуатационным запасам

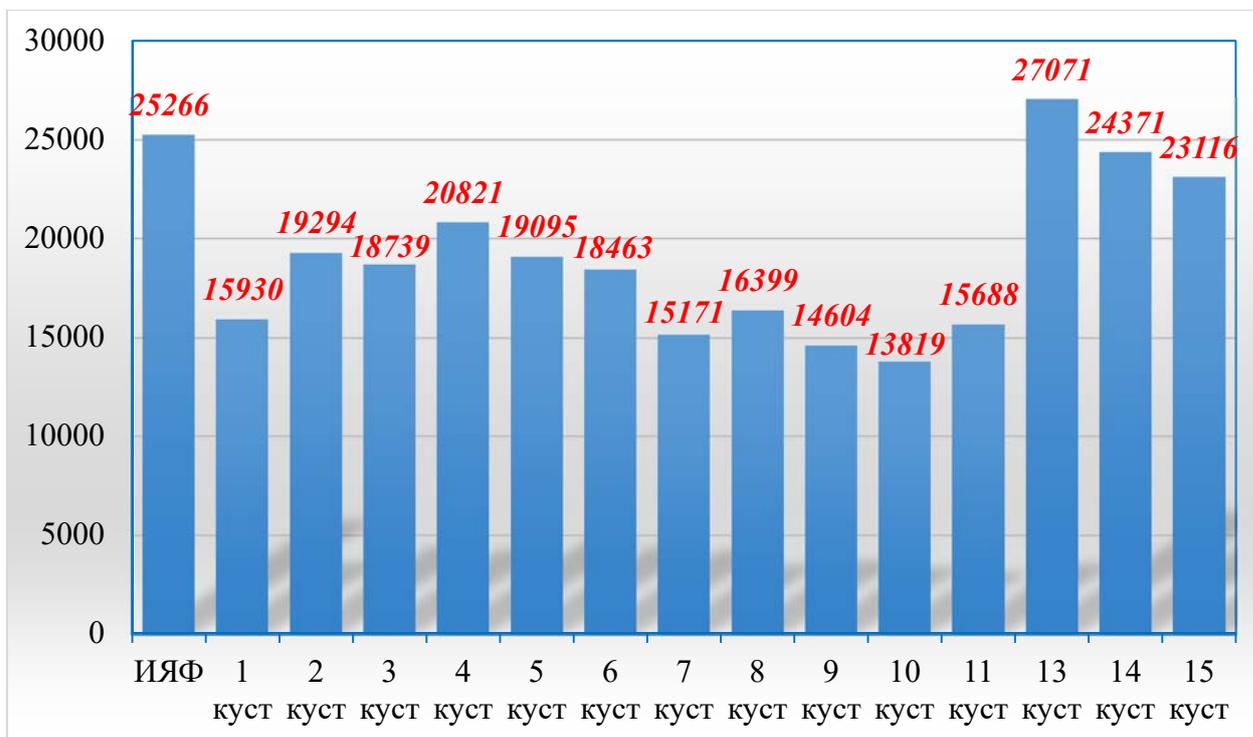


Рисунок 1.9 – Среднесуточный объём добычи подземных вод (м³/сутки) Талгарского месторождения по водозаборным кустам ГКП на ПХВ «Алматы Су» УЭ и КХ г.Алматы по результатам мониторинга за 1974-2017 г.г.

#### **Основные выводы по 1 разделу:**

1. Приведено обоснование выбора Талгарского МПВ для создания ГИС;
2. Подборно рассмотрены природные условия Талгарского МПВ: административное и географическое положение месторождения, его климатические, геоморфологические и гидрологические условия, геологическое строение и гидрогеологические условия;
3. Обоснованы граничные условия Талгарского МПВ, выделена моделируемая область в плане для создания геоинформационной модели гидрогеологического значения;
4. Выполненный анализ режима эксплуатации Талгарского водозабора подземных вод ещё раз подтверждает хорошую изученность выбранной территории, способную дать многоаспектную информацию для создания геоинформационной модели.

## 2 ПРЕДПОСЫЛКИ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ГИС ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ

Гидрогеология – наука о подземных водах: об их происхождении, условиях залегания, законах движения, физических и химических свойствах, взаимной связи с твердыми минералами, с атмосферными и поверхностными водами, их хозяйственном значении [13].

Основные прикладные комплексы работ в гидрогеологии сводятся к: поискам и разведке месторождений (участков) подземных вод; оценке (переоценке) запасов подземных вод; мониторингу (режиму) подземных вод (эксплуатационной разведки); рациональному и комплексному использованию подземных вод. Каждый комплекс работ в процессе его выполнения решает ряд задач. Например, ведение мониторинга за состоянием подземных вод на действующем водозаборе по наблюдательным и эксплуатационным скважинам или иным определением – эксплуатационная разведка подземных вод позволяет решить следующие задачи:

- определить и уточнить расчетные гидрогеологические параметры, включая их изменчивость во времени;
- количественно оценить составляющие восполнения запасов подземных вод (естественных и привлекаемых ресурсов подземных вод) и прогноз их изменения в процессе эксплуатации;
- изучить закономерности изменчивости качества подземных вод в процессе эксплуатации и его прогноз во времени (подтягивание не кондиционных вод);
- провести контроль за соответствием качества подземных вод и соответствием объемов добычи по отношению к утверждённым эксплуатационным запасам подземных вод и лимитирующими показателями разрешительных документов на добычу;
- изучить влияния эксплуатации водозабора на окружающую среду и, прежде всего, на геологическую (просадочные явления), оценка возможных изменений компонентов природной среды (биосфера);
- разработать рекомендаций по снижению негативных последствий эксплуатации подземных вод (при необходимости);
- обосновать направление режимных исследований на перспективу, с размещение необходимой для этого дополнительной наблюдательной сети скважин;
- определить состав наблюдений и особенностей их проведения для решения поставленных задач;
- выработать мероприятия по охране подземных вод от загрязнения, регулированию и управлению режимом подземных вод, оптимальному использованию подземных вод;
- оценить эффективность принятых мер по охране подземных вод;
- контролировать техническое состояния всех инженерных сооружений, входящих в состав водозабора подземных вод, контрольно-измерительной

аппаратуры, с помощью которой осуществляется учет всех регистрируемых параметров добычи подземных вод (водоотбор, уровенный, температурный и гидрогеохимический режимы) [14].

Выбор постановки работ при решении различных гидрогеологических задач зависит от изучаемого объекта, его технических характеристик, физико-географического расположения, гидрогеологических условий и т.д. В любом случае при необходимости решения каких бы то ни было задач или проблем в гидрогеологии – необходимо иметь материалы, результаты работ (исследований) по объекту изучения. От объемов, содержания и качества гидрогеологической информации, удобства её сбора, обработки и анализа – зависит правильность решения поставленных задач.

Понятие гидрогеологической информации включает совокупность данных, которые характеризуют условия залегания и распространения подземных вод на исследуемой территории, условия их питания, движения и разгрузки, минерализацию, химический и газовый состав подземных вод, различные свойства подземной воды и содержащих её горных пород [15, с.5].

Исходные данные обладают способностью сохранять свою значимость, а некоторые их виды с течением времени приобретают даже более высокую ценность [16]. Поэтому необходимость решения задачи накопления и оптимального использования информации была очевидна задолго до начала периода широкого проведения геологических исследований. В 1937 г. в СССР было принято решение об образовании Всесоюзного геологического фонда, на который возлагались сбор, систематизация, централизованное хранение и подготовка для использования результатов всех выполненных работ, а также данных о промышленном использовании минерально-сырьевых ресурсов [17, с.195]. После принятия Казахстаном независимости, в Республики Казахстан продолжил функционировать геологический фонд. В настоящее время в нашей стране работает служба геологических фондов, которая является структурным подразделением РГУ Республиканского центра геологической информации (РЦГИ) «Казгеоинформ», который в свою очередь относится к Комитету геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Служба на постоянной основе осуществляет сбор, хранение, предоставление в пользование геологической информации, ведет государственную регистрацию работ по изучению недр, государственный учет геологической, геофизической и гидрогеологической изученности недр, регистрирует пообъектные планы Комитета геологии и недропользования МИР РК. Основным направлением деятельности Службы является сбор и хранение геологической информации, схема проведения которой представлена на рисунке 2.1 [18].

По мере накопления информации и вовлечения все больших объемов исходных данных в процесс обоснования инженерных и управленческих решений, возросли требования к возможностям их хранения и обработки. При этом во многих случаях наличие большого объема разнообразных по характеру и качеству фактических материалов, накопленных за длительный период

проведения геологоразведочных работ и эксплуатации подземных вод, приводит к необходимости их взаимоувязанного анализа и согласования в рамках единой концептуальной модели и соответственно, комплексного подхода к интерпретации полученных данных.

Указанные факторы стали причиной проникновения и все большего распространения в практике геологоразведочных работ компьютерных технологий, предоставляющих новые возможности работы с данными [17, с.196].



Рисунок 2.1 – Схема сбора и хранения геологической информации

Почти все данные имеющиеся в гидрогеологии можно отнести к типу пространственных данных, образующих таким образом информационные ресурсы. Их эффективное использование предполагает наличие организационных структур и элементов, позволяющих оперировать ими. Такие инструменты - географические информационные системы (ГИС) [8, с.3].

Геоинформационные технологии в гидрогеологии существовали всегда, но как метод, а не как инструмент. И, конечно, этот метод назывался не «геоинформационным», а просто картографическим и применялся при анализе гидрогеологических карт после их составления. Картографический метод исследований используется и сейчас и выражается в непосредственном анализе карт (топографических, гидрогеологических и др.), а также анализе карт различной тематики (фактического материала, водопроницаемости, мощности), приведенных к одному масштабу и проекции. Гидрогеологические карты являются основным источником информации для решения различных проблем. Они служат основой при проектировании буровых, поисковых и разведочных работ, проведении инженерно-геологических изысканий и других аспектов хозяйственной деятельности и регулирования пользования недрами [19].

Ни для кого не секрет, что эпоха коренной перестройки государственной системы, начавшаяся после распада СССР, негативным образом сказалась и на развитии геологии в большинстве стран СНГ. Объемы геологоразведочных работ катастрофически упали, новые геологические открытия за последние 20 лет можно пересчитать по пальцам одной руки, прирост запасов полезных ископаемых несопоставим с их добычей, а в отрасли возникла тяжелейшая кадровая ситуация, решить которую оперативно не представляется возможным даже при условии резкого увеличения финансирования.

Это привело к тому, что объемы новой геологической информации, являющейся главным, а зачастую и единственным результатом (продуктом) геолого-разведочных работ, резко сократились. Но как не парадоксально, сложившаяся ситуация для Российской Федерации благоприятным образом повлияла на усиленное развитие и внедрение в их геологию современных информационных технологий и, в частности, геоинформационных систем. В Республике Казахстан сложившаяся ситуация глобальных применений геоинформационных систем в геологии не вызвала.

На сегодняшний день в Казахстане было, довольно немного удачных попыток решения отдельных гидрогеологических задач с помощью создания географических информационных систем (раздел 3.2).

Сейчас в сфере гидрогеологии Казахстана нет действующих единых географических информационных систем, способных решать ежедневные прикладные и научные гидрогеологические задачи [20].

Необходимо отметить, что не всю имеющуюся информацию по гидрогеологическим условиям можно приобрести в геологических фондах или получить по запросу из архивов компетентных органов.

Рассмотрим простой практический пример. В РГУ «МД «Южказнедра» ведется регистрация номеров официально пробуренных (проектных) скважин по южному региону (Алматинская, Жамбылская, Туркестанская и Кызылординская области). За период с марта 2011 года по сентябрь 2018 года (за 7,5 лет) в МД «Южказнедра» было зарегистрировано более 5000 скважин. Следует учесть, что не менее 50% от указанного числа скважин пробурены с целью децентрализованного водоснабжения с потребностью в воде до 50 м<sup>3</sup>/сутки. Согласно действующему законодательству Республики Казахстан утверждение запасов подземных вод при таких потребностях (50 м<sup>3</sup>/сутки) не требуется. Сдаваемый при таких операциях отчетный гидрогеологический материал по скважинам (результаты проведения буровых работ, журналы откачек воды из скважин, гидрогеологические паспорта скважин и т.п.) хранится в архивах государственных структур, в организациях, проводящих проектирование и/или непосредственно буровые работы без общего доступа и возможности ознакомления и получения информации по полученным результатам. В связи с чем соответственно при изучении гидрогеологических условий при выполнении поисково-разведочных или других гидрогеологических работ информация способная иной раз дать более детальную характеристику изучаемого участка (района) не учитывается и в расчет не берется.

В России важнейшим фактором интенсификации работ по региональному геологическому изучению недр, повышению прогностических свойств создаваемых геологических карт и достоверности прогнозно-минерагенических построений было признано применение компьютерных (ГИС) технологий на основе концепции Единой информационной системы недропользования, утвержденной Роскомнедра в 1994 г. В России действуют множество ГОСТов и методик в определении требований и стандартов к выполняемым ГИС-проектам.

В России появление геоинформационных систем означало коренной переворот в инструментарии моделирования географического пространства за счет принципиально нового способа описания геологического строения земных недр и его представления в форме цифровых моделей. На смену картографическому методу анализа бумажных карт пришли цифровые модели ГИС.

Использование ГИС как инструмента для сохранения, обработки и анализа ранее накопленных данных и получения на их основе новых информационных ресурсов позволило в условиях резкого снижения объемов геологических работ частично восполнить объективный дефицит информации [19].

В Республики Казахстан нет требований и нормативов для выполнения ГИС-проектов. Также нет стандартов и требований к цифровому качеству графических материалов сдаваемых в РГУ РЦГИ «Казгеоинформ», хотя в Инструкции по составлению и подготовке к изданию Государственной гидрогеологической карты Казахстана масштаба 1:200 000 (2006г.) в пункте 8 «сказано» - «Гидрогеологическая карта составляется на традиционных бумажных носителях. По мере разработки технологий географических информационных систем составления гидрогеологических карт и создания соответствующих методических документов необходимо переходить к составлению компьютерных гидрогеологических карт» [21]. Тем не менее каких-либо законов, инструкций, методик для стандартизации результатов выполненных работ в гидрогеологии издано не было.

На практическом опыте можно с уверенностью сказать, что в гидрогеологических картах различных отчетов нет всей гидрогеологической информации (за исключением редких случаев). Принцип проектирования гидрогеологических скважин с любой потребностью в воде заключается в нахождении гидрогеологической карты с информацией по имеющимся на ней скважинам непосредственно на участке проектируемых работ или в максимальной приближенности к нему. Далее через имеющиеся скважины на карте проводится линия разреза, на которую проецируется проектная скважина. По линии на карте строится профиль гидрогеологического разреза, по которому определяются основные гидрогеологические характеристики участка работ и строится геолого-технический наряд на бурение проектной скважины. Определившись с выбором карты гидрогеологи принимаются к её обработке и оформлению при этом зачастую не учитывая имеющийся материал по изучаемому району. Приведем пример данного факта. В период проведения поисково-разведочных работ на подземные воды в 2011 году для водоснабжения

объектов нефтяного месторождения была собрана гидрогеологическая информация по изучаемому району [22]. Участок работ попал на границу четырех листов гидрогеологических карт согласно международной разграфки масштаба 1 : 200 000 (рисунок 2.2).

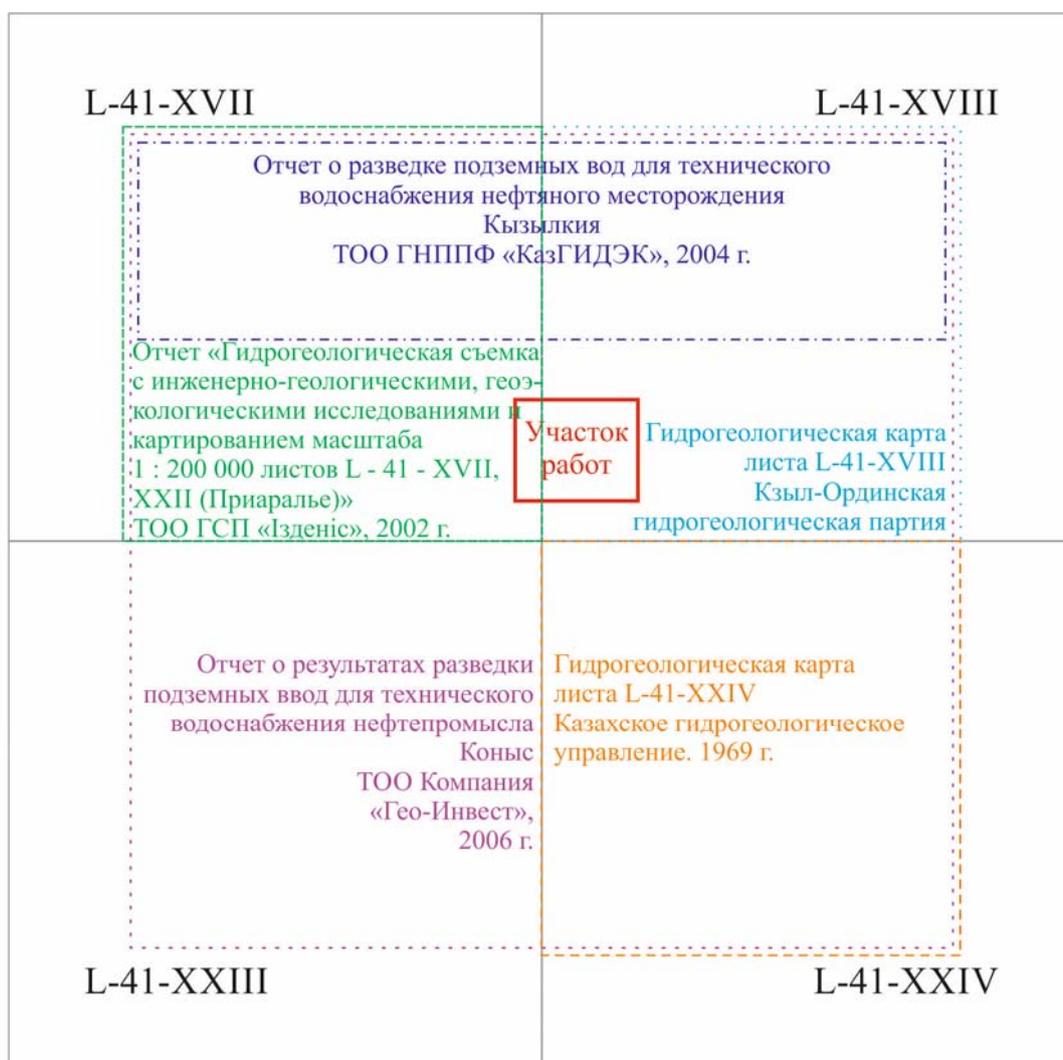


Рисунок 2.2 – Схема расположения участка работ на площади листов международной разграфки масштаба 1 : 200 000 с выделением изученности

Для составления гидрогеологической карты участка работ были обработаны графические материалы ранее проведенных исследований. В процессе изучения было видно, что каждая ранее выполненная работа, отображенная графически на гидрогеологических картах практически не учитывала предыдущую. Видно, что гидрогеологическая карта листа L-41-XVII является достаточно свежим результатом работ, выполненных в 2002 году [23]. Примечательно что данная карта не принималась во внимание при выполнении поисково-разведочных работ в 2004 и в 2006 годах, результаты которых графически представлялись с использованием карт прошлого столетия (рисунок 2.3) [24, 25]. Работа, выполняемая в 2011 году, учитывала все предыдущие

исследования на площади рассматриваемого района в результате которой была составлена обновленная карта с выносом на неё всех ранее пробуренных скважин с учетом гидрогеологических условий и особенностей изучаемой территории (рисунок 2.4).

Также необходимо рассмотреть использование данных дистанционного зондирования Земли при поисково-разведочных гидрогеологических работах, а именно спутниковую информацию – космические снимки, являющуюся одной из традиционных составляющих ГИС.

Приведем пример использования космоснимков в пакете ГИС Mapinfo Professional при проектировании гидрогеологических работ.

В 2013 году автором данной диссертационной работы в соавторстве с другими исполнителями был выполнен «Проект на проведение работ по объекту «Доразведка с целью переоценки запасов подземных вод участка № 3, участка № 4 Верхне-Келесского месторождения в Южно-Казахстанской области»» [26]. В процессе выполнения работ для выяснения и получения представлений о современной водохозяйственной, гидрогеологической, санитарной ситуации на объекте исследования и его реальной хозяйственной освоенности, выявлению на местности гидрогеологических скважин, пробуренных ранее в процессе проведения поисковых и разведочных работ и с целью ознакомления с гидрогеологическими особенностями участков переоценки, было выполнено маршрутное рекогносцировочное обследование участка № 3 и участка № 4 Верхне-Келесского месторождения подземных вод.

Впервые детальная разведка на Верхне-Келесском месторождении подземных вод была проведена Сары-Агачской гидрогеологической партией Южно-Казахстанской гидрогеологической экспедиции в 1969-1971 г.г. (Авторы: Ахинбеков Р. Жексембаев Ю.М., Губа Я.П., Конебаев Т.К., Михайловский В. И. др.) [27].

В период 1979-1980 г.г. Южно-Казахстанской гидрогеологической экспедицией (В.К. Крумин, Н.А. Стрельченя, И.А. Флёров и др.) на месторождении была выполнена доразведка с целью перевода запасов из категории С<sub>1</sub> в промышленные. По результатам выполненных работ на расчётный срок эксплуатации - 27,4 лет (10 000 суток) эксплуатационные запасы подземных вод были утверждены Протоколом ТКЗ № 408 от 27.06.1980 г. [28].

Основное внимание уделим участку № 3 Верхне-Келесского месторождения подземных вод. Участок № 3 водоносный верхнечетвертичный-современный аллювиальный горизонт (аQ<sub>III-IV</sub>). Этот горизонт получил развитие в долине реки Келес. Представлен он валунно-галечниками с гравийно-песчаным заполнителем. Питание его зависит от поверхностного стока реки. Подстиляется он красноцветными глинами, которые также обнажаются в бортах долины. Водоносный горизонт опробован опытными кустами №№ 7ш, 12ш, 16 и 15ш/36, а также одиночными разведочными скважинами 10к, 25к, 26к, 27к. Все вышеперечисленные скважины были расположены на линии разведанного инфильтрационного водозабора при подсчёте запасов (1979-80 г.г.).

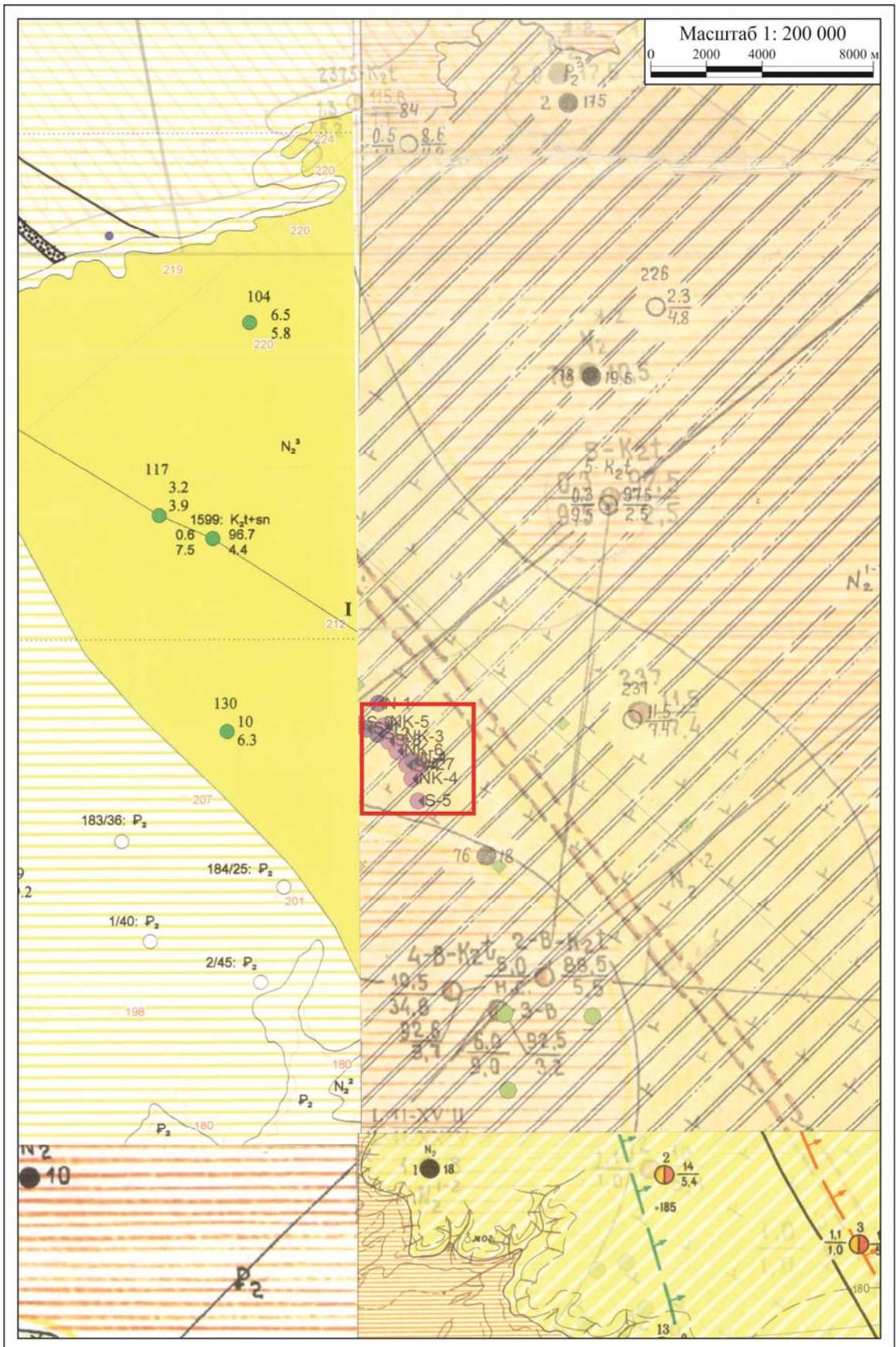


Рисунок 2.3 – Гидрогеологические карты разных листов международной разграфки и времени изученности

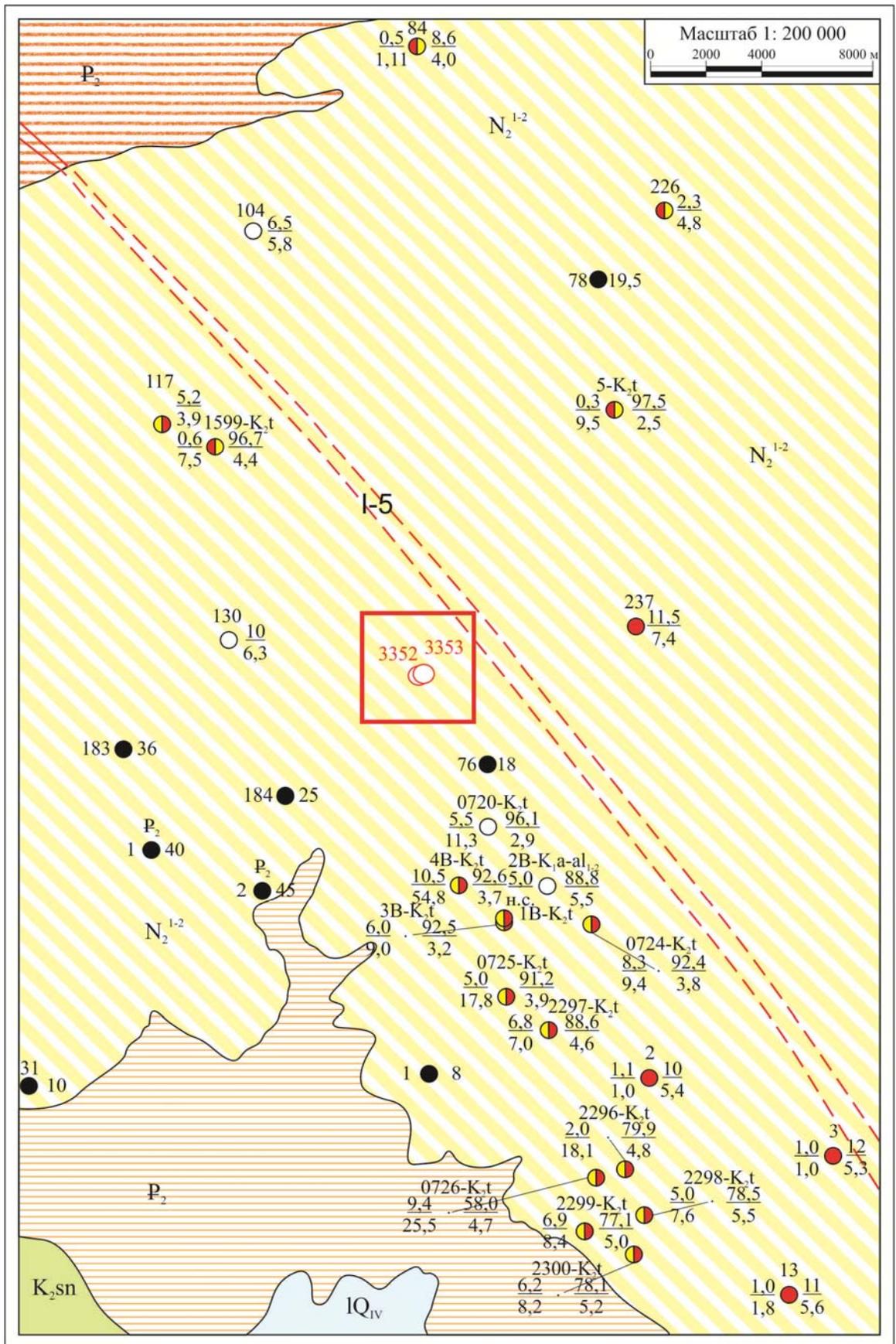


Рисунок 2.4 – Цифровая обработка гидрогеологических карт представленных на рисунке 2.3

Перед выполнением обследования был проанализирован имеющийся материал по ранее выполненным работам. С помощью программного комплекса MapInfo Professional имеющиеся карты (фактического материала, гидрогеологические, топографические и др.), космические снимки различного масштаба находящиеся в свободном доступе в программах - Google Earth (программа «виртуальный глобус» компании Google) и SAS.Planet (навигационная программа компании группа SAS) были координатно-привязаны (зарегистрированы) для составления предварительного маршрута обследования территории месторождения.

В ходе обследования Верхне-Келесского месторождения подземных вод был совершён объезд всей площади месторождения (участка №№ 3 и 4), обследованы все имеющиеся скважины.

Рекогносцировочные маршруты проводились применительно к масштабу 1:10 000, данные маршрута фиксировались на GPS приемник. В качестве основы для дополнения гидрогеологической карты с отражением современного состояния гидрографии, рельефа поверхности, территориального изменения граничных условий населенных пунктов, антропогенной нагрузки и фактического расположения скважин использовались космоснимки программ Google Earth и SAS.Planet, с различным масштабом детализации координатно привязанных с масштабу 1:10 000. Впоследствии на подготовленную основу наносились маршруты передвижения отряда.

Непосредственно в период проведения маршрутного обследования на участке № 3 было обнаружено 18 скважин.

В процессе обследования и дальнейшей камеральной обработки полученного материала было установлено, что эрозионная деятельность реки Келес привела к смещению русла в северном направлении в сторону расчётного водозаборного профиля. На момент проведения работ река местами пересекала, а зачастую проходила по линии расчётного водозабора. Как видно на рисунках 2.5-2.7 некоторые скважины оказались в реке.

В отчёте за 1979-1980 г.г. авторами было рекомендовано производить планировку русла р.Келес на участке водозабора, для увеличения площади фильтрации поверхностных вод, но к сожалению водозабор так и не был построен, соответственно никакие планированные работы не проводились.

Так как на участке 3 Верхне-Келесского месторождения подземных вод формирование эксплуатационных запасов водоносно горизонта происходит за счет инфильтрации поверхностных вод реки Келес. Соответственно расчётная схема инфильтрационного водозабора представляет собой линейный ряд скважин, расположенных вдоль реки. Эрозионные процессы происходящие в долине реки Келес обусловили необходимость детального изучения гидрологической обстановки участка заложения водозабора и её сопоставления с ретроспективными данными.



2.5



2.6



2.7

Рисунок 2.5-2.7 – Фото автора – Скважины участка № 3 Верхне-Келесского месторождения подземных вод в Южно-Казахстанской области: 2.5 - скважина № 8ш; 2.6 - скважина № 12ш; 2.7 - скважины №№ 15ш и 16ш/36 (фотографии сделаны автором)

В процессе рекогносцировочного обследования маршрут отряда записывался в прибор глобального спутникового позиционирования (GPS) Garmin Etrex 20, найденные скважины координатно фиксировались. В последствии маршрутный трек с Garmin Etrex 20 без какой-либо предварительной обработки был загружен в программу Google Earth и в дальнейшем использовался для отображения реального рекогносцировочного маршрута (рисунок 2.8). Преимуществом такого представления материала является факт подтверждения действительного выполнения именно этого маршрута в записанное в GPS треке время, и исключение ошибок которые могут возникнуть при выносе маршрута на картографический материал «в ручную» [29].

Далее спутниковый космоснимок с маршрутом и скважинами координатно «привязывался» к уже имеющимся зарегистрированным картам в программном комплексе MapInfo Professional. На рисунке 4 на врезке-космоснимке светло-синей линией показана часть маршрута, на основном космоснимке выделены координатно-привязанные скважины, первый номер сверху – номер скважины найденной в процессе обследования участков № 3 и № 4 Верхне-Келесского месторождения, в скобках номер согласно карте фактического материала (1979-1980 г.г.). Гидрографическая сеть участка изучена по космоснимкам разного масштаба и разных лет из программ Google Earth и SAS.Planet. Река Келес и её рукава вынесены отдельным слоем (рисунок 2.9).

Использование космоснимков разного времени съемок и их обработка в пакете ГИС Mapinfo Professional позволила визуально определить изменения на участке водозабора и отразить полученную информацию картографически. Кроме смещения русла реки Келес и её рукавов, анализ космоснимков, позволил создать множество срезов информации, благодаря чему выявлено, что на р.Келес

в 2012 г. была сооружена запруда. Накопление запрудной воды используется для полива площадей, расположенных ниже по течению реки.

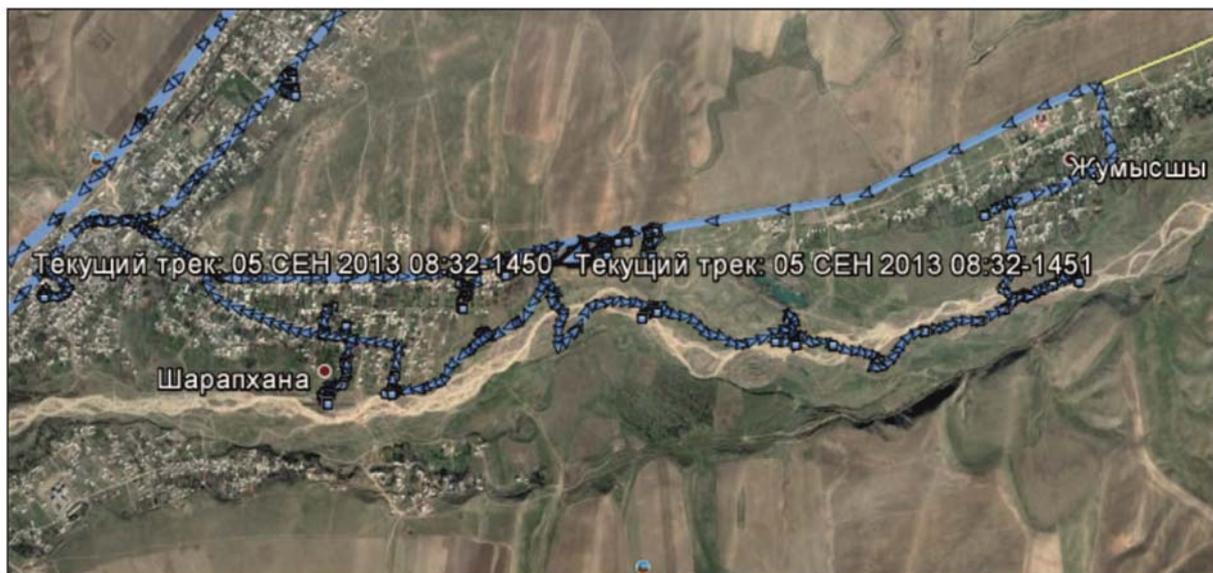


Рисунок 2.8 – Фрагмент космоснимка программы Google Earth с отображением GPS трека с автоматический записанной датой на момент проведения рекогносцировочного маршрута

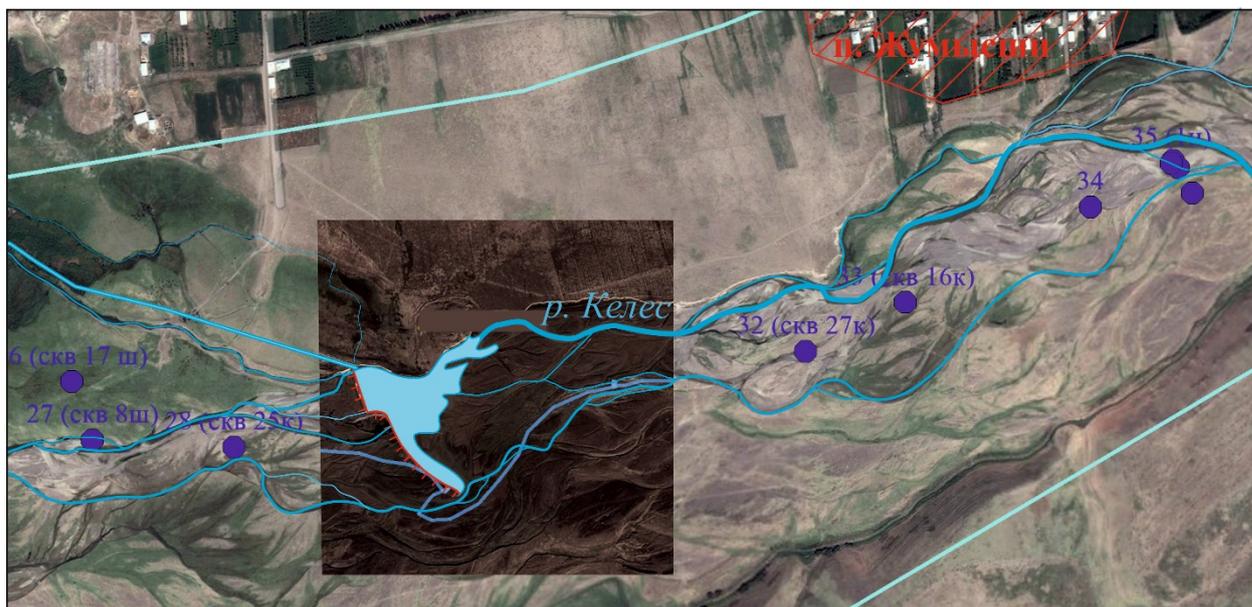


Рисунок 2.9 - Фрагмент космоснимков программ Google Earth и SAS.Planet участка № 3 Верхне-Келесского месторождения подземных вод в масштабе 1:10 000

Таким образом, при выполнении гидрогеологических работ с использованием космоснимков (рисунок 2.9), с учетом ранее составленной гидрогеологической карты (рисунок 2.10), топографической основы, карты фактического материала, дешифрирования космоснимков и обработки



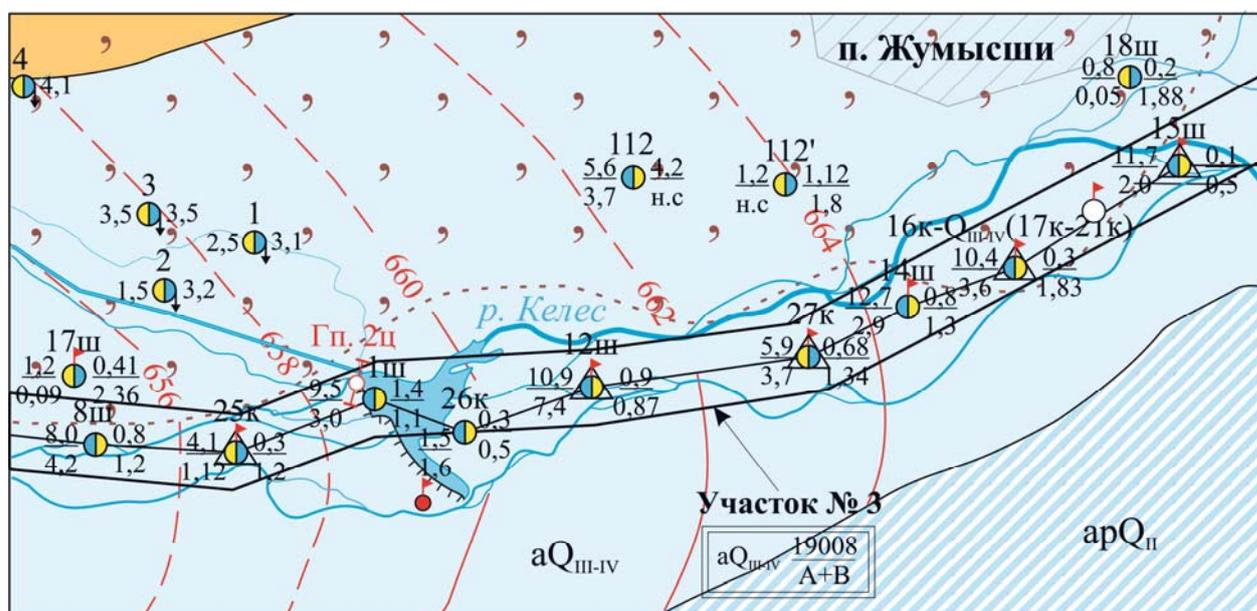


Рисунок 2.11 - Фрагмент гидрогеологической карты участка № 3 Верхне-Келесского месторождения подземных вод масштаба 1:10 000, дополненная Сотниковым Е.В. и Ибраимовым В.М. в период проектирования

#### Основные выводы по 2 разделу:

1. Выделены особенности сбора и хранения гидрогеологической информации;
2. Рассмотренные предпосылки необходимости создания ГИС гидрогеологического значения как «инструмента» для сохранения, обработки и анализа ранее накопленных данных и получения на их основе новых информационных ресурсов обосновывают целесообразность выполнения работ по разработке единой ГИС;
3. Наглядно показаны возможности использования и обработки разных форматов данных (гидрогеологические, топографические карты, космоснимки разных масштабов, GPS трек) в пакете ГИС Mapinfo Professional, продемонстрирован результат;
4. Приведенные практические примеры использования всех имеющихся данных ранее выполненных работ и их обработка в программных комплексах ГИС, с целью отображения полной картины гидрогеологических условий изучаемой территории, ещё раз подтверждают актуальность выполнения работ отраженных в тематике настоящей диссертации.

### **3 ОБЗОР РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ В ГИДРОГЕОЛОГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС. ВЫБОР АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИС ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ**

#### **3.1 Обзор и применения ГИС-технологий в мировой практике**

Принято считать, что около 80% всех данных, производимых в настоящее время министерствами, комитетами и частными компаниями, можно отнести к типу пространственных данных, образующих таким образом значительную часть национальных информационных ресурсов. Их эффективное использование предполагает наличие организационных структур и элементов, позволяющих оперировать ими. Такие инструменты - географические информационные системы (ГИС) - известны с начала 60-х годов XX в. Идеи, зародившиеся на универсальных кафедрах и в академических лабораториях, выросли в науку, называемую геоинформатикой. Сегодня они реализованы в тысячах технологических решениях и программных продуктах, объединенных понятием геоинформационных технологий. С их помощью решаются стратегические государственные и глобальные задачи устойчивого развития территорий, окружающей среды и обеспечения национальной безопасности.

Практикой доказана быстрая и многократная окупаемость инвестиций в крупные геоинформационные проекты. Производство пространственных данных стимулирует развитие смежных отраслей и формирование новых рабочих мест [8, с.3].

Рассматривая понятие географическая информационная система (ГИС), можно довольно точно указать время и место возникновения данной технологии. Ее появлением мы обязаны задаче управления природными ресурсами, поставленной перед Министерством лесного хозяйства и сельского развития Канады [34].

В сформированном в начале 1960-х годов Отделении информационных систем регионального планирования и была разработана первая в мире ГИС, предназначенная для классификации и нанесения на карту земельных ресурсов [35].

Общепринятого определения ГИС не существует. Их основной чертой является работа с координатно-привязанными объектами и описывающими их атрибутами, в отличие от автоматизированных систем, для которых по координатной географической привязке исходных данных и результатов их обработки, как правило, отсутствует. Координатная привязка обеспечивает возможность реализации топологических покрытий при построении карт, отсутствующую в автоматизированных системах.

Основой создания географических систем послужили, с одной стороны, системы построения карт различного назначения и, с другой стороны, информационно-поисковые системы, обеспечивающие быстрый поиск требуемых данных [36].

В гидрогеологических исследованиях ГИС используются для решения научных и прикладных задач инвентаризации, анализа, оценки, прогноза и управления ресурсной базой подземных вод. ГИС, как и прочие информационные системы, включают базы данных и системы управления ими (в том числе прикладное программное обеспечение) [17, с.238].

Учитывая вышеизложенное, под географической информационной системой будем понимать аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственных данных, интеграцию данных, информации и знаний для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества [8, с.19].

На развитие геоинформационных систем, как основной тематики изучения науки геоинформатики, повлияло главным образом следующее:

- широкое распространение компьютеров и совершенствование средств периферии;
- накопление обширных аэрокосмических, статистических и других материалов;
- потребность упорядочения сведений в базах данных для разнообразных целей;
- обеспечение сохранности и доступности этих материалов для широкого круга пользователей;
- возможность оперативной визуализации данных и результатов моделирования;
- необходимость оперативных принятий решений и др.

Произошло не просто суммирование знаний технических возможностей и опыта из сфер вычислительной техники, информатики, географии и картографии, а их умножение, что и привело к «взрывообразному» развитию данного направления. Следует заметить, что в течение всей истории геоинформатики, укладывающейся в ничтожно малый отрезок времени в 40-45 лет, были и периоды ускорения, и относительного замедления, и даже некоторого застоя. Можно выделить четыре периода развития геоинформационных систем в науки геоинформатики: пионерный, государственный, коммерческо-профессиональный, массовый (таблица 3.1) [8, с.41].

### **3.2 Анализ применения географических информационных систем при проведении гидрогеологических исследований в Казахстане**

На сегодняшний день в Казахстане было, довольно не много удачных решений отдельных гидрогеологических задач с помощью создания географических информационных систем.

Таблица 3.1 – Характеристика периодов развития геоинформатики

Показатели	Пионерный	Государственный	Коммерческо-профессиональный	Массовый
1	2	3	4	5
<b>Основные пользователи</b>	Научные и некоторые ведомственные организации, университеты	Государственные, ведомственные и подведомственные организации	Крупные фирмы, ведомства, органы государственного управления	Индивидуальные пользователи, а также фирмы, организации и органы управления всех уровней
<b>Требования к аппаратному обеспечению</b>	Мощные ЭВМ с большим объемом долговременной и оперативной памяти. Для печати карт - АЦПУ	Мощные ЭВМ с большим объемом долговременной и оперативной памяти. Для печати карт – АЦПУ. В последующем графические мониторы и графопостроители. Для ввода векторной информации - дигитайзеры	В зависимости от уровня и назначения систем – от настольных компьютеров до рабочих станций, серверов баз данных, сетей. Для ввода собственной информации – сканеры. Для печати карт – цветные струйные и лазерные принтеры	В зависимости от уровня и назначения от минимальных (карманные или настольные персональные компьютеры) до расширенных (Интернет, 3D видео-карта, модуль глобальной системы позиционирования, скоростные сети, серверы баз геоданных)
<b>Данные</b>	Собираются для конкретной системы, внешние цифровые данные отсутствуют. Обмен данными рассматривается как перспективная задача	Начинают создаваться фонды ведомственной цифровой информации (морская навигация, оборона, земельный кадастр, лесоустройство, геология и др.)	Появляются массивы коммерческих данных и начинают накапливаться фонды межведомственной государственной цифровой информации. Ввод и конвертирование данных становится самостоятельной	Базовые данные поставляются с системой (навигация, информационно-справочные системы) или доступны в Интернете (информационно-справочные системы).

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
			<p>коммерческой услугой</p>	<p>Создаются национальные инфраструктуры пространственных данных</p>
<p><b>Открытость</b></p>	<p>Системы уникальны. Вопрос открытости не стоит</p>	<p>Системы создаются в основном для ведомств и государственных организаций, информация которых закрыта. Для привязки «пользователей» системы делаются максимально закрытыми</p>	<p>Происходит переход от закрытых систем к максимально открытым, т.е. системам, позволяющим использовать пространственную и атрибутивную информацию, не только созданную в других системах, но и хранящуюся в форматах этих систем. Программное обеспечение ГИС поддерживает все основные стандарты обмена информацией, их интерфейс – стандартный Windows - интерфейс</p>	<p>Разрабатываются стандарты, обеспечивающие совместность программного обеспечения (ПО), в разработке ПО используются современные технологии программирования и построения ПО, объектно-ориентированный подход. NET – технологии программирования</p>
<p><b>Функциональные возможности</b></p>	<p>Информационно-справочные задачи и простейшая картография</p>	<p>Специализированные задачи государственных организаций и ведомств</p>	<p>Создаются модули приложения, позволяющие решать задачи, характерные для отдельных предметных областей (маркетинг, инженерные коммуникации, экология и др.), или использовать универсальные методы решения задач и</p>	<p>Начинают создаваться семейства программных продуктов, позволяющие удовлетворить запросы различных пользователей (от персонального уровня до уровня крупных корпораций) при решении во многих предметных</p>

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
			разных предметных областях (геостатистика, сетевой анализ и др.)	областях. Семейства включают визуализаторы (вьюеры), мобильные ГИС, настольные системы, Интернет-серверы и клиенты, серверы корпоративных ГИС и хранилища пространственной информации
<b>Наиболее известное программное обеспечение</b>			ARC/INFO, Atlas GIS, MGE	Семейства ArcGIS, GeoMedia, MapInfo и др.
<b>Наиболее известные мировые проекты</b>	Канадская ГИС			Google Earth, тысячи проектов в области земельного кадастра, природопользования, экологии, навигации (навигационные карты TeleAtlas)
<b>Наиболее известные российские проекты</b>		Автоматизированные системы создания лесных карт в Леспроекте (г. Москва) и др.	Программа создания цифровых геологических карт в Министерстве геологии РФ. Система фирмы Ингиг для ФАПСи РФ. Диспетчерская	Интернет-проекты Мир карт.ru, eAtlas.ru. Проекты создания морских навигационных систем и коллекция цифровых

Продолжение таблицы 3.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
			система Московской службы спасения	навигационных карт фирм С-Map (СПб), Транзас (СПб). Системы земельного кадастра
<b>Основные предпосылки, связанные с развитием аппаратного обеспечения</b>	В 1968 г. фирма Burroughs выпустила первый компьютер, основанный на интегральных схемах, в 1970 г. Intel стала продавать интегральные схемы памяти	Широкое распространение мини - ЭВМ (PDP-11, СМ-4, СМ-420) и майнфреймов (IBM 360/370 и серии ЕС). Появление (1980) первых персональных компьютеров (ПК) и ПК с жестким диском (1983)	Появление первых PC AT с Intel 80286 (1985). Появление промышленных струйных принтеров (1985)	Появление ПК на базе Pentium 3 (1999) и Pentium 4 (2001)
<b>Основные предпосылки, связанные с развитием программного обеспечения</b>	Распространение языков программирования Алгол 60, Fortran и др. Расширение областей использования ЭВМ	Появление ОС UNIX (1969), разработки теории распределенных баз данных (1969), создание первых коммерческих реляционных СУБД (1979, Oracle)	Появление Windows (конец 1985 г.), рынка реляционных СУБД и перевод их в среду Windows (1985, Paradox; 1986, dBase III Plus и др.)	Появление Windows 3,1 (1992) и Windows 95 (конец 1995 г.), Internet (1992 – реально, 1995 – России) и реляционных СУБД, предназначенных для массового использования (начало 90-х годов XX в., Access)

Например, Институтом гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина с помощью создания ГИС, под руководством Академика НАН РК Веселова В.В., доктора технических наук Паничкина В.Ю. и других специалистов решались локальные задачи:

- Разработка и описание методики оценки негативного воздействия орошения на окружающую среду с применением методов дистанционного зондирования и ГИС-технологий;

- Геоинформационная система гидрогеологических условий Восточного Приаралья для отображения гидрогеологических условий региона, их изучения и анализа [37].

Гидрогеоэкологическая научно-производственная и проектная фирма «КазГИДЭК» рядом статей показывает актуальность применения ГИС в гидрогеологии:

- «Гидрогеологическое картографирование бассейнов стока на основе ГИС-технологий» (Материалы международной научно-практической конференция «Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии») [38].

- «Гидрогеологическое картографирование на основе ГИС-технологий» (Горный журнал Казахстана, № 9, 2010 год) [39].

Отдельными диссертационными работами рассматриваются возможности применения ГИС в гидрогеологии:

Кучин А.Г. Трансграничные водоносные горизонты Казахстана (типизация, оценка рисков, информационная основа управления), 2015 г [40];

Рахимов Т.А. Научно-методические принципы анализа эксплуатации и мониторинга месторождений подземных вод с применением ГИС-технологий и компьютерного моделирования гидрогеологических систем 2017 г. [41]; и др.

Во многих гидрогеологических компаниях Казахстана при решении специфических гидрогеологических задач отдельно или совместно с использованием программных комплексов применяются различные геоинформационные программы, такие как: ArcGIS, MapInfo Professional, QGIS и др.

В настоящее время в сфере гидрогеологии Казахстана нет постоянно действующих географических информационных систем несущих в себе данные на значительные площади и способные решать научные и прикладные гидрогеологические задачи.

### **3.3 Выбор аппаратно-программного комплекса для создания ГИС гидрогеологических условий Талгарского МПВ**

Большое количество имеющихся данных в гидрогеологии относятся к пространственному типу данных, образующих таким образом информационные ресурсы. Их эффективное использование предполагает наличие организационных структур и элементов, позволяющих оперировать ими [8, с.3].

Объектом исследования при создании и применении географической информационной системы для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных работ выбрана площадь Талгарского месторождения

подземных вод. Выбор при создании ГИС именно для Талгарского месторождения подземных вод обусловлен достаточно хорошо изученными гидрогеологическими условиями данного района, что позволяет более полно показать возможности созданной геоинформационной системы.

Для разработки и создания географической информационной системы представляющей собой постоянно действующую модель гидрогеологических условий Талгарского МПВ, для демонстрации её возможностей при решении задач поисково-разведочных работ на подземные воды, ведении мониторинга за изменением гидрогеологических условий и соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования проводился выбор программного обеспечения используемого в создании ГИС. Выбор аппаратно-программного комплекса обеспечивающего сбор, обработку, отображение и распространение пространственных данных, интеграцию данных, информации и знаний для их эффективного использования при решении различных гидрогеологических задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением гидросферой и территориальной организацией общества основывался на сравнительных данных функциональных возможностей программных средств зарубежных ГИС (таблица 3.2) [42].

Таблица 3.2 – Функциональные возможности некоторых ГИС

№	Функциональные возможности	Зарубежные ГИС					Российские ГИС				
		ArcGIS	MapInfo	Autodesk Map	GeoMedia	ERDAS Imagine	IndorGIS	ГеоГраф	Карта - 2000	ИнГео	ObjectLand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>А</b>	<b>Поддерживаемые модели данных</b>										
1	Векторная нетопологическая	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Векторная топологическая	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
3	Векторная с Z-координатой	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
4	Транспортная сеть	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
5	Растровая модель	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Регулярная модель поверхностей	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-
7	Триангуляционная модель поверхностей	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-
8	Объективная модель	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-
9	САПР-модели	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-
10	Геобазы данных	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+
<b>Б</b>	<b>Обработка геодезических данных</b>										
1	Ввод данных с геодезических приборов	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
2	Обработка тахеометрических журналов	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
3	Обработка пикетажных журналов	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Уравнивание отдельных ходов	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
5	Уравнивание сетей ходов	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
6	Геодезические построение (засечки)	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
<b>В</b>	<b>Обработка данных дистанционного зондирования</b>										
1	Геометрическая коррекция	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-
2	Оптическая коррекция	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
3	Ортотрансформация	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
4	Построение модели рельефа	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
5	Фототриангуляция	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
6	Дешифрирование	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<b>Г</b>	<b>Сканирование и векторизация</b>										
1	Сканирование	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
2	Редактирование растра	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-
3	Геометрическая коррекция растра	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Проекционное преобразование растра	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-
5	Полуавтоматическая векторизация	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
6	Автоматическая векторизация	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-
<b>Д</b>	<b>Получение информации и визуализация</b>										
1	Выбор объектов областью	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Выбор объектов другими объектами	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Запросы на языке типа SQL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Картометрия (длины, площади, углы)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Произвольные условные знаки	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+
6	Трехмерная визуализация	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
<b>Е</b>	<b>Пространственный анализ векторных объектов</b>										
1	Анализ отношений	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-
2	Отсечение и разрезание	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
3	Оверлеи	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
4	Буферные зоны	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Выпуклые оболочки	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
6	Зоны близости (диаграммы Вороного)	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
7	Взвешенные зоны близости	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
8	Операции генерализации	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<b>Ж</b>	<b>Сетевой анализ</b>										
1	Поиск кратчайшего пути	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
2	Поиск оптимального порядка обхода	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
3	Расчет зон обслуживания	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
4	Расчет транспортной доступности	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
5	Расчет транспортных связей	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
6	Расчет транспортных потоков	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<b>З</b>	<b>Растровый анализ</b>										
1	Математические операции с растрами	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
2	Логические операции с растрами	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
3	Буферные зоны	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Факторный анализ	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
5	Корреляционный анализ	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<b>И</b>	<b>Анализ поверхностей</b>										
1	Интерполяция высот	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
2	Построение профилей	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
3	Построение изолиний	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
4	Построение изоконтуров	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
5	Построение изоуклонов	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
6	Расчет экспозиций склонов	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-
7	Расчет объемов земляных работ	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
8	Расчет разности поверхностей	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
9	Анализ видимости	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-
10	Построение тальвегов и водоразделов	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
11	Анализ водостока	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<b>К</b>	<b>Другие аналитические функции</b>										
1	Геостатистика	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+
2	Работа с темпоральными данными	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Гидравлические расчеты	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
4	Электрические расчеты	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-

В представленных данных видно, что особо отличительных различий в функциональных возможностях программных средств для выполнении поставленных задач нет. Выбор создания географической информационной системы, представляющей собой постоянно действующую модель гидрогеологических условий Талгарского МПВ выпал на программу MapInfo Professional. Данный выбор также был обусловлен знанием и умением работы в вышеуказанной программе автора данной диссертационной работы.

**Основные выводы по 3 разделу:**

1. Данные определения географической информационной системе используемое в контексте настоящей диссертационной работы более полно помогают понять её тематику и рассмотренные работы в ней;

2. Проведенный обзор применение ГИС-технологий в мировой практике и выполненный анализ применения ГИС при проведении гидрогеологических исследований в Казахстане показывает актуальность создания единой ГИС гидрогеологического значения;

3. Анализ функциональных возможностей различных программных ГИС позволил обосновать выбор программы MapInfo Professional для создания геоинформационной модели гидрогеологических условий Талгарского МПВ.

## **4 СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ДЛЯ ОБОСНОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ПОСТАНОВКИ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ (НА ПРИМЕРЕ ТАЛГАРСКОГО МПВ)**

### **4.1 Гидрогеологическая информация**

Развитие компьютерных технологий и разработка программных комплексов за последние 15-20 лет связана главным образом с созданием принципиально новых методов хранения и обработки информации, а также способов доступа к ней [43].

Перевод накапливавшейся десятилетиями гидрогеологической информации в цифровой вид и хранение её на электронных носителях рациональнее с точки зрения доступа, представления и работы с ней.

Понятие гидрогеологической информации включает совокупность данных, которые характеризуют условия залегания и распространения подземных вод на исследуемой территории, условия их питания, движения и разгрузки, минерализацию, химический состав подземных вод, различные свойства подземной воды и содержащих её горных пород. В простейшем случае гидрогеологическую информацию можно подразделить на такие виды:

1) собственно гидрогеологическую (гидравлический градиент, минерализация воды, её химический состав, фильтрационные и емкостные свойства пород и т.п.);

2) геолого-геоморфологическую (литолого-фациальный состав, мощность водоносных и водоупорных пород, глубина и степень расчленения рельефа земли и т.п.);

3) физико-географический (осадки, испарения, температура, режим уровня и расход и тип реки, тип и характер почв и т.п.);

4) технический (диаметр, глубина скважины, тип фильтра, техническое состояние и т.п.) [15, с.5].

Также рассматриваемая ГИС должна содержать информацию, способную объединять, регулировать и взаимодействовать в следующих важнейших общественных отношениях: в сфере недр и недропользования; водных; экологических; земельных; в сфере здравоохранения; налоговых; связанных с привлечением к административной ответственности.

Исходная гидрогеологическая информация для создания географической информационной системы, отражающая гидрогеологические условия Казахстана, рассредоточена во многих государственных структурах в разрезе их отраслевой специализации и, чаще всего, без привязки к картам.

Вышеуказанные особенности определили необходимость разработки комплексной геоинформационной системы гидрогеологического назначения. Объектом исследования при создании и применении географической информационной системы для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных работ выбрана площадь Талгарского МПВ.

Созданная ГИС на примере Талгарского МПВ позволит не только собрать воедино разобщенную информацию, но и на основе фактических постоянно обновляемых и прогнозных данных оперативно представлять сведения для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных работ, к которым также относится эксплуатационная разведка подземных вод, одной из главных задач которой является периодическая переоценка запасов подземных вод на водозаборном участке. Исследования показали, что на многих действующих крупных водозаборах недостаточно используются эксплуатационные возможности продуктивных водоносных горизонтов. Наряду с этим, на площади некоторых каптажей в эксплуатационных скважинах отмечается тенденция интенсивного снижения уровней подземных вод, что может привести к истощению запасов и усложнению технических условий эксплуатации. И в том, и в другом случае переоценка запасов необходима для выбора оптимального режима эксплуатации. Эта главная задача может быть решена на основании результатов многолетних режимных наблюдений за уровнями подземных вод и дебитом водозабора [44]. Созданная ГИС позволит пользоваться полной, фактической гидрогеологической информацией и оперативно контролировать соблюдение законодательства Республики Казахстан недропользователями и водопользователями, осуществляющими поисково-оценочные работы на подземные воды и их добычу. Созданная ГИС в случае выявления нарушений со стороны недропользователей и водопользователей обеспечит незамедлительное привлечение нарушителя к административной ответственности и устранению отступлений от законодательства Республики Казахстан [45].

Многолетние гидрогеологические данные по режиму работы некоторых водозаборных сооружений слабо используются для сравнительного анализа результатов разведки и эксплуатации подземных вод, переоценки запасов, а также для решения ряда теоретических задач в области динамики подземных вод.

Участки водозаборных сооружений следует рассматривать как природные лаборатории, где гидрогеолог имеет возможность по данным натурных исследований и анализа собранных материалов творчески подходить к разработке теоретических и прикладных вопросов, связанных с оценкой рациональных условий эксплуатации подземных вод и совершенствованием методов их разведки.

В этом отношении обобщение опыта эксплуатации подземных вод и постоянного мониторинга в рамках созданной ГИС является одной из важнейших гидрогеологических и технических задач.

Исходные гидрогеологические данные можно условно подразделить на два вида:

- 1) неподготовленные, получаемые при проведении наблюдений и опробований: замеры глубин уровня, температуры, дебита и др.;
- 2) подготовленные, преобразованные в удобный для анализа вид: таблицы, схемы, графики и др.

Неподготовленные данные фиксируются в буровых журналах, журналах откачек, полевых книжках; подготовленные - в табличных и графических приложениях к отчетам. Первые накапливались (и накапливаются) в архивах, вторые – в геологических фондах [17, с.197].

#### **4.2 База данных в гидрогеологии для использования в ГИС**

Результаты гидрогеологических поисково-разведочных работ зависят от качества и информативности имеющихся данных по району, где эти работы проводятся. Разобщенность и ограниченность в доступе (секретность) большого количества архивных, фондовых и изданных (опубликованных) материалов, отсутствие единых информационных баз между Комитетом по водным ресурсам МСХ РК и Комитетом геологии и недропользования МИР РК в их структурных подразделениях усложняют учет всех данных, имеющихся по изучаемому району.

Под данными понимается совокупность фактов и сведений, представленных в каком-либо формализованном виде (в количественном или качественном выражении), для дальнейшего использования. Их эффективное использование предполагает наличие организационных структур и элементов, позволяющих оперировать ими.

Как уже отмечалось ранее под географической информационной системой мы понимаем аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственных данных, интеграцию данных, информации и знаний для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества.

В соответствии с приведенным выше определением, географические информационные системы включают специальным образом организованные данные (базы данных) и системы управления ими (в том числе прикладное программное обеспечение).

База данных (БД), согласно наиболее часто употребляемому определению – поименованная совокупность взаимосвязанных данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ. БД содержит данные о предметной области и является ее информационной моделью. В широком смысле под базой данных понимается любая систематизированная совокупность данных, которая может быть обработана с помощью ЭВМ [17, с.198].

В ГИС пользователь рассматривает реальный мир через призму тематической базы данных. Изменения и выборки, содержащиеся в базе данных, должны как можно полнее и точнее соответствовать предмету исследования и его основным характеристикам. Представление данных должно учитывать типы их возможных преобразований [8, с.134].

В базах данных хранятся результаты интерпретации первичной информации. В отличие от архивов к базам данных предъявляются требования проверки однозначности, определенности и достоверности информации.

Разработка структуры базы данных - важнейшая задача, структура базы данных (набор, форма и связи ее таблиц) - это одно из основных решений при создании базы данных [47].

Основным структурным элементом фактографической БД является таблица, а картографической БД – тематический слой (группа одноименных файлов с разными расширениями, соответствующими различным видам информации). ГИС позволяет работать одновременно с тематическими слоями с пространственными характеристиками, представляя информацию содержащуюся в них в виде табличных данных.

Использование ГИС в гидрогеологии, как и в геологии в целом, осложняется рядом существенных особенностей предметной области, таких как:

- наличие большого объема разнородных и разноуровневых данных, полученных из различных источников и накопленных в разных форматах;
- субъективность информации, что является следствием использования различных методов и способов получения первичных данных и их интерпретации (разрезы по скважинам, значения показателей и др.);
- разобщенность логической структуры информации, выражающаяся в отсутствии унификации классификаторов и справочников;
- слабая формализация задач, решаемых в процессе недропользования.

Анализируя ранее выполненные работы, связанные с созданием ГИС гидрогеологического значения в Республике Казахстан (Раздел 3.2 настоящей работы), можно сделать вывод: созданные ГИС были в большинстве своём использованы как основа – информационная база при решении различных задач, связанных с моделированием или изучением гидрогеологических условий отдельных районов. Каждая созданная ГИС содержала данные для решения конкретных гидрогеологических задач.

На взгляд автора работы [17] главную ценность геологоразведочных работ представляет первичная информация, наличие которой определяет возможность анализа гидрогеологических условий, пересмотра или корректировки выводов авторов отчетов, использования полученных ранее данных для решения новых задач, отличающихся от стоявших перед исполнителями работ.

Таким образом, возникает задача разработки требований к ГИС объектного уровня и собственно такой системы, обеспечивающей, в первую очередь, накопление и обработку первичных материалов. Особое внимание должно быть уделено учету специфических особенностей предметной области (гидрогеологических данных), осложняющих функционирование ГИС.

При создании ГИС гидрогеологического значения следует выделить требования к разработке системы в целом (требования к проектированию) и требования к гидрогеологическим базам данных (требования к модели данных).

При проектировании гидрогеологических ГИС [48] должны быть учтены следующие требования:

- адаптация программно-алгоритмического комплекса под потребности конечного пользователя;
- конструктивность - возможность дальнейшего развития, оперативного расширения как номенклатуры объектной структуры базы данных, так и коррекция (расширение) описаний отдельных объектов (в том числе при изменении нормативных требований);
- защита баз данных от несанкционированного доступа;
- защита от аппаратных сбоев и некорректных действий пользователя - обеспечение ГИС средствами периодического сохранения БД (в ручном или автоматическом режиме) и средствами восстановления БД из существующего временного списка [17, с.218].

Основные преимущества использования базы данных:

- в отличие от традиционных файловых систем базы данных за счет интеграции файлов позволяют вести контроль избыточности данных, что позволяет избежать хранения нескольких копий одного и того же элемента информации;
- за счет устранения избыточности данных снижается риск возникновения противоречивости данных, таким образом осуществляется поддержка целостности базы данных, т.е. корректность хранимой в ней информации;
- комбинируя всю информацию в одной базе данных и создавая набор приложений, которые работают с одним источником данных, достигается существенная экономия времени;
- скорость обработки информации (поиск, внесение изменений);
- обеспечение возможности хранения и модификации больших объемов многоаспектной информации;
- возможность реорганизации и расширения баз данных при изменении «границ» предметной области [49]

### **4.3 Технология создания ГИС гидрогеологического значения на примере Талгарского МПВ**

#### **4.3.1 Общая технологическая схема создания ГИС**

Технологическая схема ввода, обработки и вывода данных в ГИС, поддерживаемая соответствующими программными средствами, представлена в виде набора функций (функциональных групп), среди которых выделяем следующие [8, с.28-31]:

*Ввод и редактирование данных.* Аналого-цифровое преобразование данных, в том числе методы и технологии цифрования картографических источников с помощью цифрователей (дигитайзеров) с ручным обводом или путем сканирования аналоговых оригиналов с последующей векторизацией, а также импорт готовых цифровых данных, контроль ошибок цифрования, топологической и геометрической корректности и общая оценка качества получаемой цифровой модели.

*Поддержка моделей пространственных данных.* Полученная цифровая модель может существовать, храниться и обрабатываться в рамках определенных моделей (представлений); к ним относим растровую, векторную, квадратомическую и иные двух- и трехмерные модели данных, которым соответствуют форматы данных.

*Хранение данных.* Проектирование и ведение баз данных информации ГИС, поддержка функций систем управления базами данных, включая ввод, хранение, манипулирование, обработку запросов (в том числе пространственных), поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности, защиту данных и создание базы метаданных в рамках основных моделей организации баз данных: иерархической, сетевой и реляционной, реализация геореляционного и объектно-ориентированного подходов к моделированию предметной области в базы данных географической информационной системы.

*Преобразование систем координат и трансформация картографических проекций.* Наиболее распространенные задачи – переход от условных декартовых прямоугольных координат источника к географическим или геодезическим координатам, пересчет координат пространственных объектов из одной картографической проекции в другую, эластичные преобразования растровых изображений по сети опорных точек, а также иные операции с пространственными объектами, выполняемые на эллипсоиде или шаре.

*Растрово-векторные операции.* Обслуживают возможности совместного использования двух наиболее употребительных моделей пространственных данных – растровой и векторной, экспорт и импорт в среду других программных продуктов, ввод или вывод данных. Автоматическое или полуавтоматическое преобразование (конвертирование) растрового представления пространственных объектов в векторное (векторизация), векторного – в растровое (растеризация) и графическое совмещение растровых и векторных слоев данных.

*Измерительные операции и операции аналитической (координатной) геометрии.* Вычисление длин отрезков прямых и кривых линий, площадей, периметров, объемов, характеристик форм объектов и т. п., автоматизация обработки данных геодезических измерений.

*Полигональные операции.* Включают определение принадлежности точки полигону, линии полигону, наложение полигонов (топологический оверлей), уничтожение границ и слияние полигонов, индикацию и удаление паразитных полигонов, генерацию полигонов Тиссена (диаграмм Вороного).

*Пространственно-аналитические операции (операции пространственного анализа).* Одна из базовых функциональных групп ГИС, включающая анализ близости (окрестности), расчет и анализ зон видимости/невидимости, анализ сетей (сетевой анализ), расчет и построение буферных зон (буферизация).

*Пространственное моделирование (геомоделирование).* Построение и использование моделей пространственных объектов, их взаимосвязей и динамики процессов (математико-статистический анализ пространственных

размещений и временных рядов, межслойный корреляционный анализ взаимосвязей разнотипных объектов и т.п.) средствами универсальных ГИС со встроенными функциями пространственного моделирования, специализированных ГИС или путем создания интерфейса с моделями вне среды ГИС.

*Цифровое моделирование рельефа и анализ поверхностей.* Создание и обработка цифровых моделей рельефа, расчет производных морфометрических характеристик (углов наклона, экспозиции склона и формы склона), построение трехмерных изображений местности, профилей поперечного сечения, вычисление объемов, генерация линий сети тальвегов и водоразделов и иных особых точек и линий рельефа, интерполяция высот, построение изолиний по множеству значений высот, автоматизация аналитической отмывки рельефа, цифровое ортотрансформирование изображений. Моделирование трехмерных объектов (тел) в рамках моделей данных «истинных» трехмерных ГИС.

*Вывод данных.* Генерация отчетов, документирование результатов в текстовой, графической (в том числе картографической), табличной формах с использованием различных графических периферийных устройств (принтеров, графопостроителей и т.п.), экспорт данных.

Классическая схема функций географической информационной системы предложенная «патриархом» канадской и мировой геоинформатики Р.Томлинсоном приведена на рисунке 4.1 [8, с.18].



Рисунок 4.1 – Функции географической информационной системы

#### 4.3.2 Процесс создания и применения ГИС гидрогеологического значения на примере Талгарского МПВ

Изначально в процессе разработки ГИС на примере Талгарского МПВ был проведен обзор и анализ существующих российских и зарубежных разработок систем гидрогеологической направленности (раздел 3.3). Были также сформулированы основные требования к ГИС гидрогеологического значения:

1. Создаваемая ГИС должна быть комплексной и обеспечивать ввод, хранение и комбинирование всей гидрогеологической информации в одной базе данных, которая работает с одним источником данных, тем самым позволяя вести контроль избыточности данных (что позволяет избежать хранения нескольких копий одного и того же элемента информации устраняя риск возникновения противоречивости данных) обеспечивая корректность хранимой в ней информации;

2. Рассматриваемая ГИС должна содержать информацию, способную объединять, регулировать и взаимодействовать в следующих важнейших

общественных отношениях: в сфере недр и недропользования; водных; экологических; земельных; в сфере здравоохранения; налоговых; связанных с привлечением к административной ответственности;

3. ГИС должна обеспечивать как возможность проведения анализа имеющейся различной информации, так и её обработку с последующим выводом и использованием.

4. Тематические слои ГИС должны быть информационной основой для решения различных задач в области гидрогеологии: поисково-разведочных работ на подземные воды, оценки запасов подземных вод, эксплуатационной разведки (режимные наблюдения) подземных вод, ведение различных кадастров по водным объектам и т.д.

К водным объектам Республики Казахстан относятся сосредоточения вод в рельефах поверхности суши и недрах земли, имеющие границы, объем и водный режим. Ими являются: моря, реки, приравненные к ним каналы, озера, ледники и другие поверхностные и подземные водные объекты [50].

ГИС гидрогеологического значения на примере Талгарского месторождения подземных вод выполнена на основе геоинформационных технологий с использованием программных продуктов MapInfo Professional.

Для разработки ГИС гидрогеологического значения использовались традиционные составляющие (рисунок 4.2) [51].

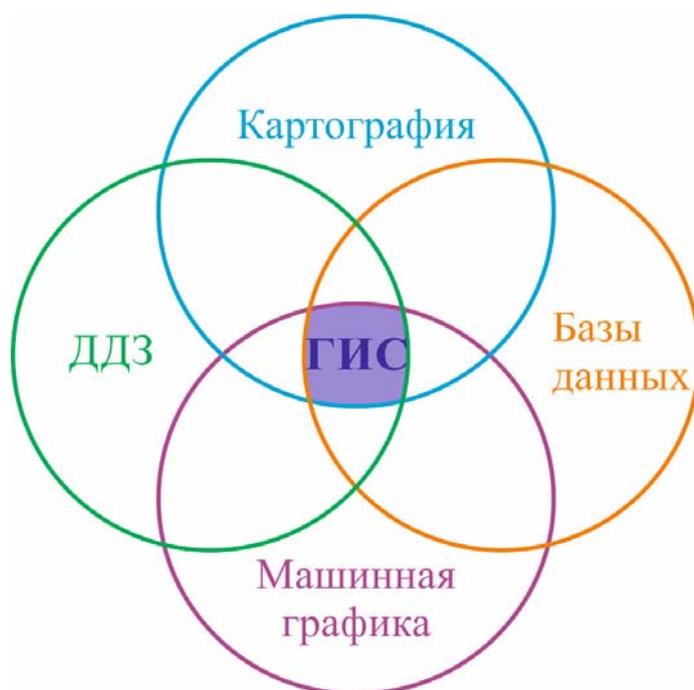


Рисунок 4.2 – Традиционные составляющие для разработки ГИС

Исходные данные и картографическая основа ГИС-модели объединяет различные оцифрованные и обработанные карты, схемы, космические снимки с объектами на них с включением в объекты гидрогеологической информации из различных источников:

- Карта административно-территориального деления земель Алматинской области М 1:650 000;
- Топографические карты М 1:100 000;
- Гидрогеологическая карта Талгарского месторождения подземных вод М 1:50 000;
- Карта фактического и модельного распределения уровня водоносного комплекса четвертичных отложений (интервал 0-200 м и 200-500 м) Талгарского МПВ на 2008 г. М 1:50 000;
- Карта прогнозного распределения уровня водоносного комплекса четвертичных отложений (интервал 0-200 м и 200-500 м) Талгарского МПВ на 2035 г. М 1:50 000;
- Планы водозаборных кустов 1-15, ИЯФ Талгарского МПВ М 1:500
- Космические снимки различных масштабов;
- Карта автодорог Алматинской области;
- Отчеты, проекты, кадастры и другие источники данных [9-12, 52].

При формировании структуры ГИС использовался и анализировался большой объем архивных (фондовых) и изданных (опубликованных) материалов, имеющих по изучаемому району.

Формирование наборов тематических слоев ГИС происходило с опорой на исходные картографические и другие данные. С помощью оцифровки были нанесены тематические слои, отражающие состояние объектов и содержащие гидрогеологическую информацию:

1. Гидрометеорологические условия района по данным метеостанций: название метеостанции, температура и влажность воздуха, осадки, скорость и направление ветра, снежный покров, гиперссылка на файл с подробной информацией по климатическим показателям;

2. Геоморфологические условия: цифровая модель рельефа с использованием разных масштабов;

3. Гидрологические условия:

- Реки: название, тип, тип питания, среднегодовой расход воды, гиперссылка на файл с подробной информацией по реке (рисунок 4.3);

- Гидрометрический пост: номер поста, название, код водного объекта, тип, расстояние от устья, площадь водосбора, период действия, принадлежность, средний годовой расход воды, средний годовой модуль стока, средний годовой слой стока, годовой объем стока, характерные расходы воды за год; гиперссылка на файл с подробной информацией по гидрометрическому посту (рисунок 4.4).

4. Гидрогеологические условия:

- Гидрогеологическое подразделение (ГГП) (группа водопроницаемых, полупроницаемых и практически непроницаемых пород): наименование ГГП, индекс ГГП, состав (литология) пород, мощность, глубина залегания кровли,

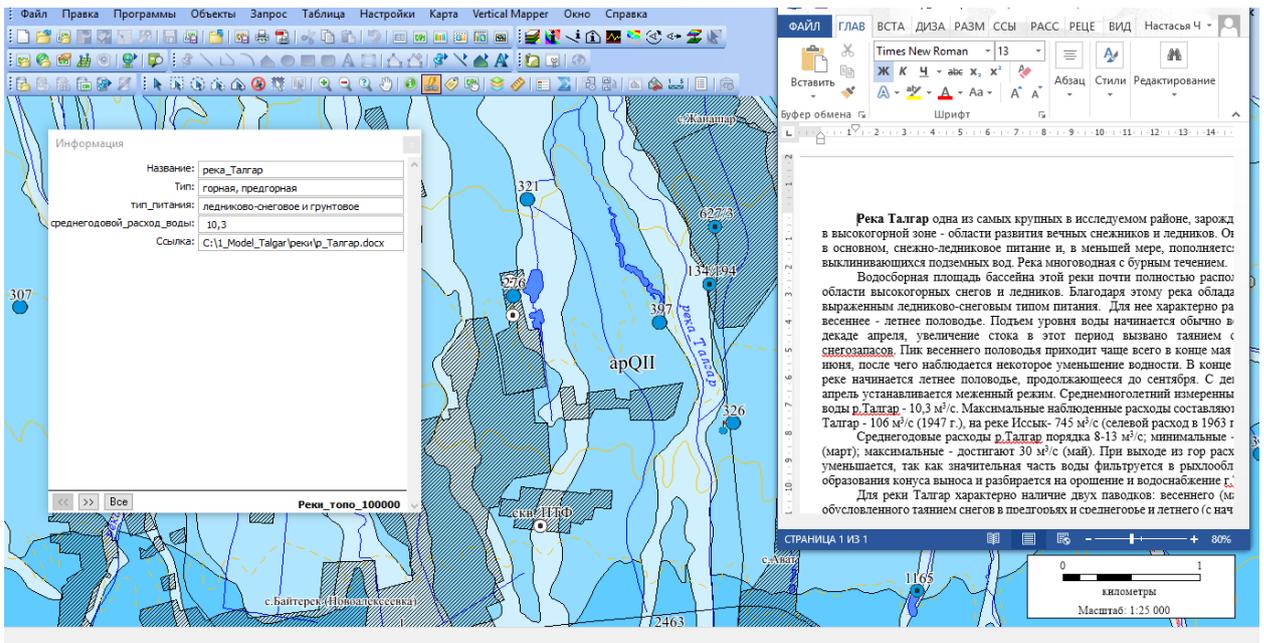


Рисунок 4.3 – Фрагмент созданной геоинформационной модели Талгарского МПВ с запросом атрибутивной информации к БД по реке Талгар

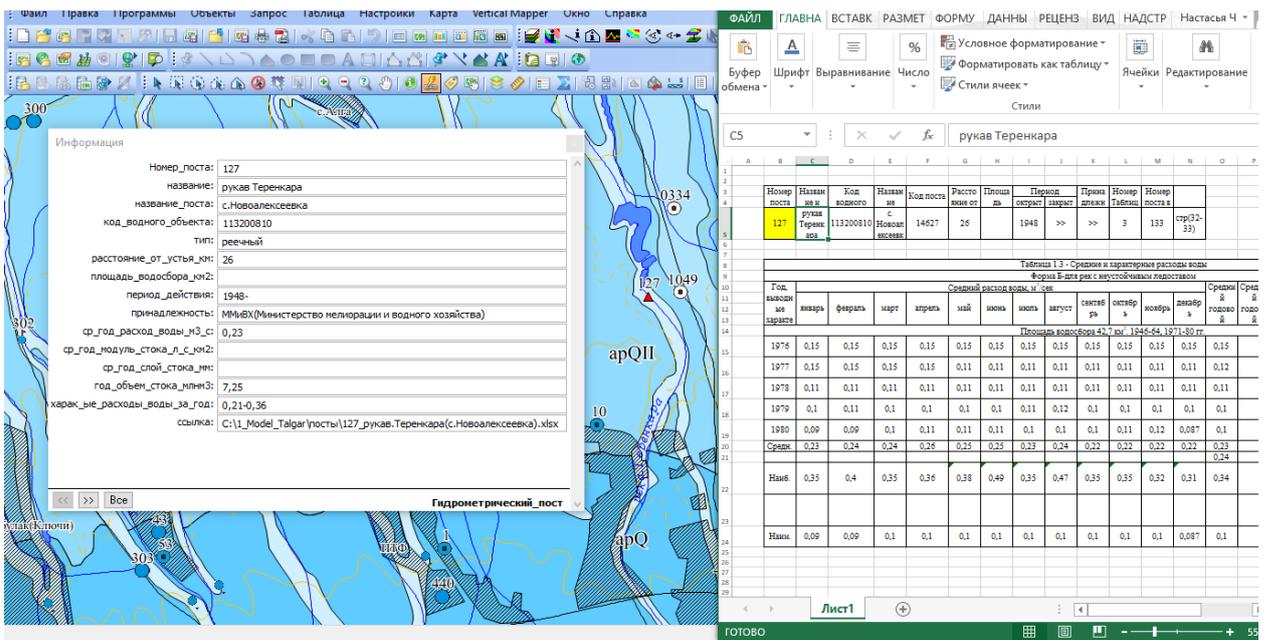


Рисунок 4.4 – Фрагмент разработанной геоинформационной модели Талгарского МПВ с запросом атрибутивной информации к БД по гидрометрическому посту 127 расположенному на реке Теренкара (переход по прямой ссылке (геолинк) на исходный файл (Excel))

глубина залегания подошвы, глубина залегания уровня подземных вод, тип подземных вод по условиям залегания, дебит водопунктов при понижении (кроме родников), удельный дебит, коэффициент водопроницаемости, коэффициент фильтрации, минерализация подземных вод в ГПП, химический состав подземных вод, гиперссылка на файл описание ГПП (рисунок 4.5).

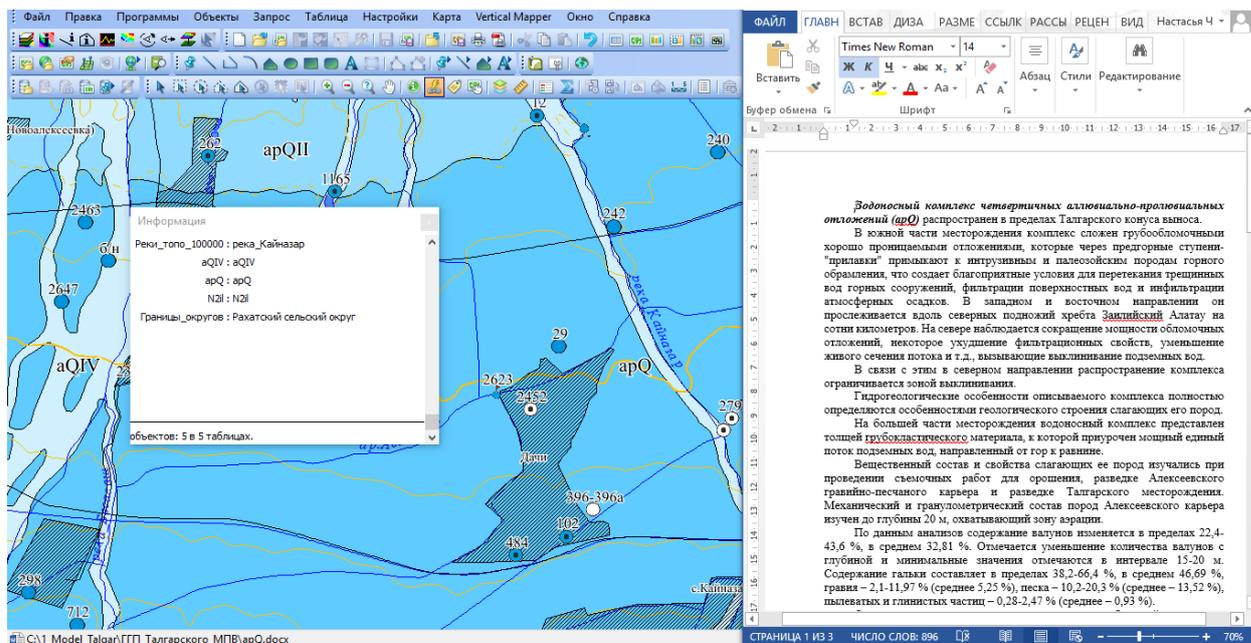


Рисунок 4.5 – Фрагмент созданной геоинформационной модели Талгарского МПВ с запросом атрибутивной информации к БД по водоносному аллювиально-пролювиальному комплексу (переход по прямой ссылке (геолинк) на исходный файл (Word))

- Границы месторождения подземных вод и участки скважин с утвержденными запасами подземных вод: номер по кадастру, геологический индекс горизонта (комплекса), утвержденные запасы подземных вод - всего и по категоризации отдельно, документ подтверждающий наличие утвержденных запасов подземных вод, гиперссылка на описание основных характеристик месторождения или участка подземных вод;

- Гидрогеологические скважины: номер, геологический индекс водовмещающих пород, состояние, принадлежность (сведения о владельцах), абсолютная отметка устья, дебит, понижение, удельный дебит, уровень подземных вод появившийся, уровень установившийся, минерализация, температура воды, подтверждение наличия запасов подземных вод, законность водопользования с указанием срока действия разрешения на специальное водопользование и гос. органа выдавшего данный документ (наличие документа, подтверждающего регистрацию водопользования), назначение водоснабжения – вид (код) использования, код источника (согласно Водному Кодексу РК), расчетный объем забора подземных вод, диаметр кондуктора, диаметр технической колонны, диаметр фильтрационной колонны, интервалы установки фильтра, тип фильтра, наличие и тип погружного насоса, гиперссылка на имеющиеся паспортные, режимные данные по скважине (рисунки 4.6, 4.7);

- Колодцы: номер колодца, геологический индекс водовмещающих пород, дебит, понижение, уровень подземных вод, минерализация, глубина, целевое назначение, данные водопользователей;



- Тектонические разломы с описанием гидрогеологического значения на рассматриваемой территории;

5. Водозаборы поверхностных вод: тип, конструкция, наименование водного объекта, расходный режим, водохозяйственный баланс, качественные и количественные характеристики воды, законность водопользования с указанием срока действия разрешения на специальное водопользование и гос. органа выдавшего данный документ (наличие документа, подтверждающего регистрацию водопользования), назначение водоснабжения – вид (код) использования, код источника (согласно Водному Кодексу РК), расчетный объем забора поверхностных вод, гиперссылка на имеющиеся паспортные, режимные данные по водозабору.

6. Зоны санитарной охраны: пояс ЗСО, вид ограждения, высота ограждения, площадь ЗСО, периметр ЗСО (рисунок 4.8).

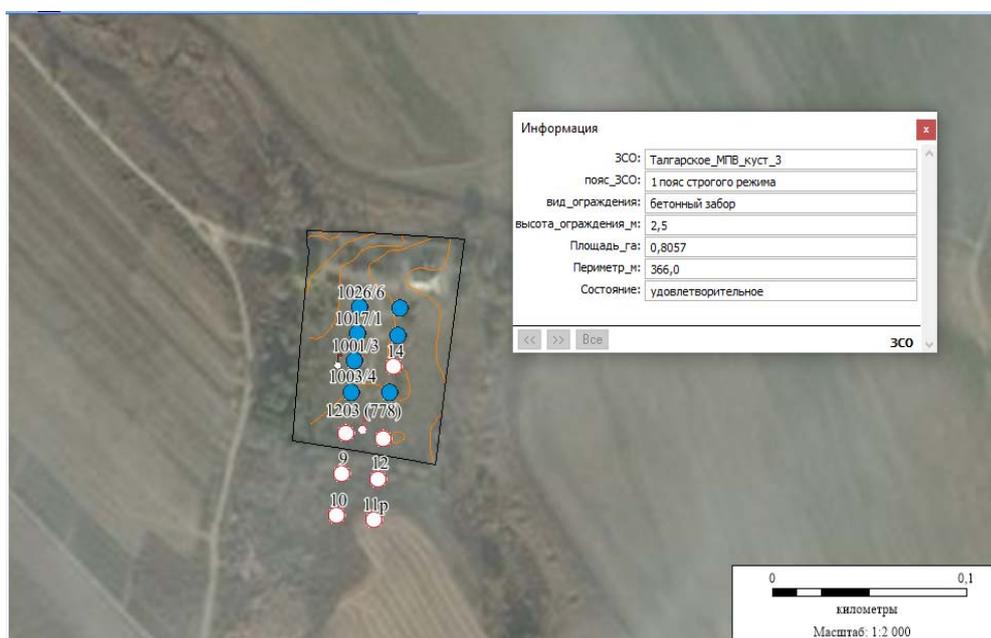


Рисунок 4.8 – Отображение основных данных по ЗСО 1-го пояса 3 куста скважин в созданной геоинформационной модели Талгарского МПВ

7. Выделение антропогенной нагрузки на водные объекты (статья 5 Водного Кодекса РК [50]):

- участок загрязнения подземных вод: ведомственная принадлежность, объект учета, количество отходов за год, источник загрязнения, сооружение, параметры очагов загрязнения, средняя площадь загрязнения, количество наблюдательных скважин режимной сети, возраст загрязненного водоносного горизонта, категория защищенности, основные загрязняющие вещества, ПДК, концентрация загрязняющих веществ, минерализация стоков, класс опасности загрязняющего вещества, интенсивность загрязнения, степень концентрации загрязняющего вещества, скорость перемещения границ загрязнения, гиперссылка на Паспорт участка загрязнения.

8. Условия административно-территориального деления и инженерные сооружения:

- Автомобильные дороги: номер дороги, значение, тип покрытия, основное направление;
- Железные дороги;
- Районы области: наименование, районный центр;
- Сельские округа: наименование, центры сельских округов;
- Населенные пункты (города, села): наименование, численность населения.

9. Изученность территории:

- топографические листы международной разграфки масштаба М 1:200 000, М 1:100 000: номенклатура листа;
- гидрогеологические карты различного масштаба (в составе гидрогеологических съемочных работ, отчетов о результатах разведки и т.д.): масштаб карт, название источника, гиперссылка на источник.

Вышеописанное содержание тематических слоёв и использованной в них информационной основы можно представить следующей функциональной структурой единой ГИС (рисунок 4.9).

Тематические слои единой ГИС позволяют использовать данные содержащиеся в них для построения различных карт применимых для выполнения поисково-разведочных гидрогеологических работ и не только. С использованием слоев с данными по международной разграфки, границ Республики Казахстан, границ областей, границ районов, площадей ранее выполненных работ строится карта изученности. С использованием слоев с данными по гидрогеологическим подразделениям (водоносные горизонты, комплексы, водонепроницаемые горизонты и т.д.), скважинам, колодцам, родникам, рекам, постам тектоническим разломам строится гидрогеологическая карта (рисунок 4.10). Также с использованием слоев с данными по рельефу, скважинам, колодцам, родникам, рекам, дорожной сети, ранее разведанным месторождениям (участкам) подземных вод строится карта фактического материала. Выбор и возможность построения различных карт с использованием тематических слоев ГИС весьма разнообразен и достаточен.

Также следует отметить возможность конвертации исходных данных из созданной ГИС для возможности их использования в других програмных комплексах. Рассмотрим использование тематических слоев, содержащих данные по гидрогеологическим скважинам, в программе Google Earth (рисунки 4.11-4.13).

Слои из MapInfo Professional были переведены в формат KML и открыты в программе Google Earth. В результате можно констатировать, что основные данные используемые при создании рассматриваемой ГИС показали хорошую точность и правильность регистрации объектов в географической системе координат.

Можно отметить, что проектные скважины №№ 8-14 3-го водозаборного куста Талгарского МПВ так и не были пробурены (рисунок 4.13).

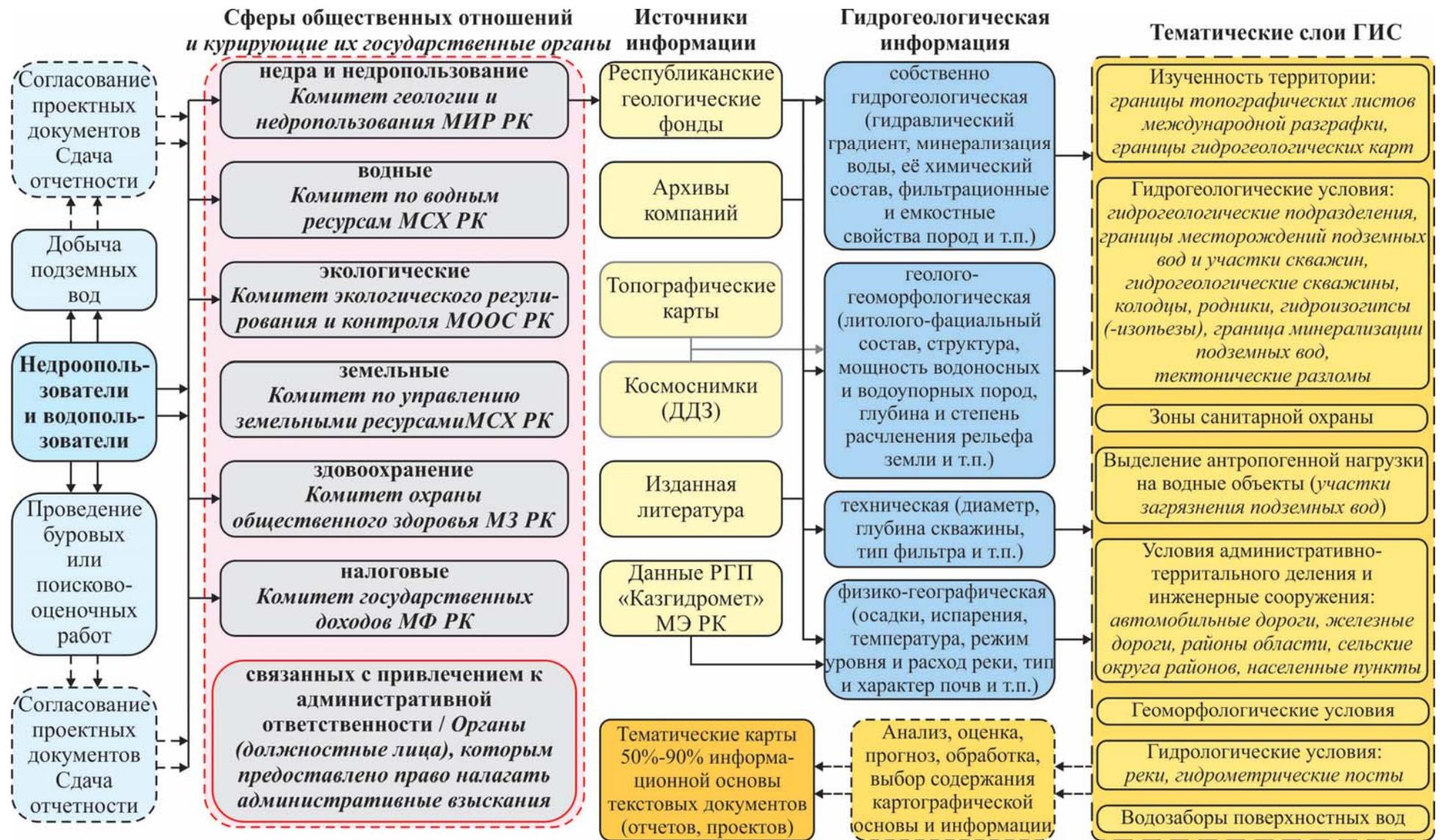


Рисунок 4.9 – Функциональная структура единой ГИС гидрогеологического значения

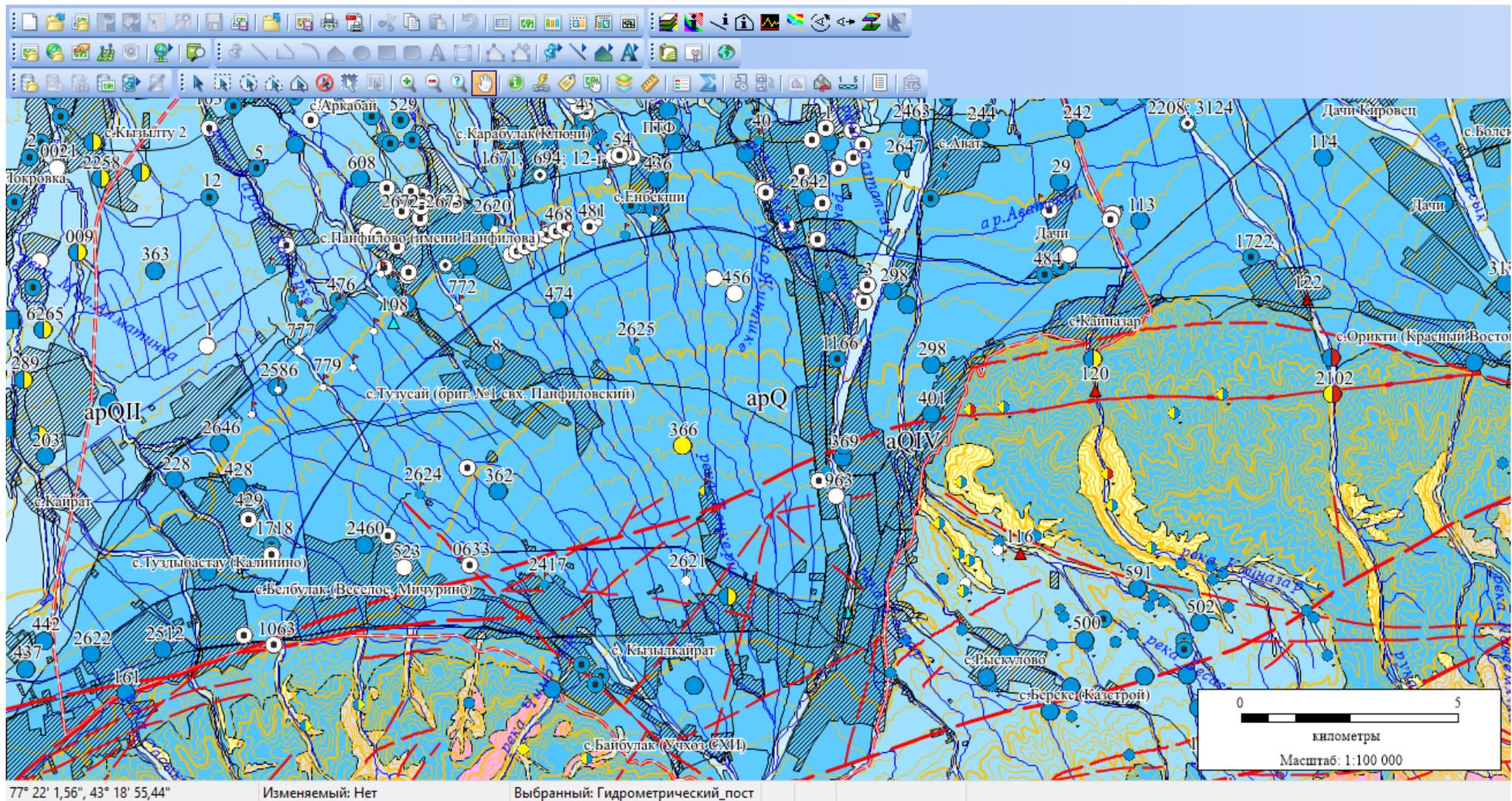


Рисунок 4.10 – Фрагмент созданной геоинформационной модели Талгарского МПВ с тематическими слоями для распечатки гидрогеологической карты

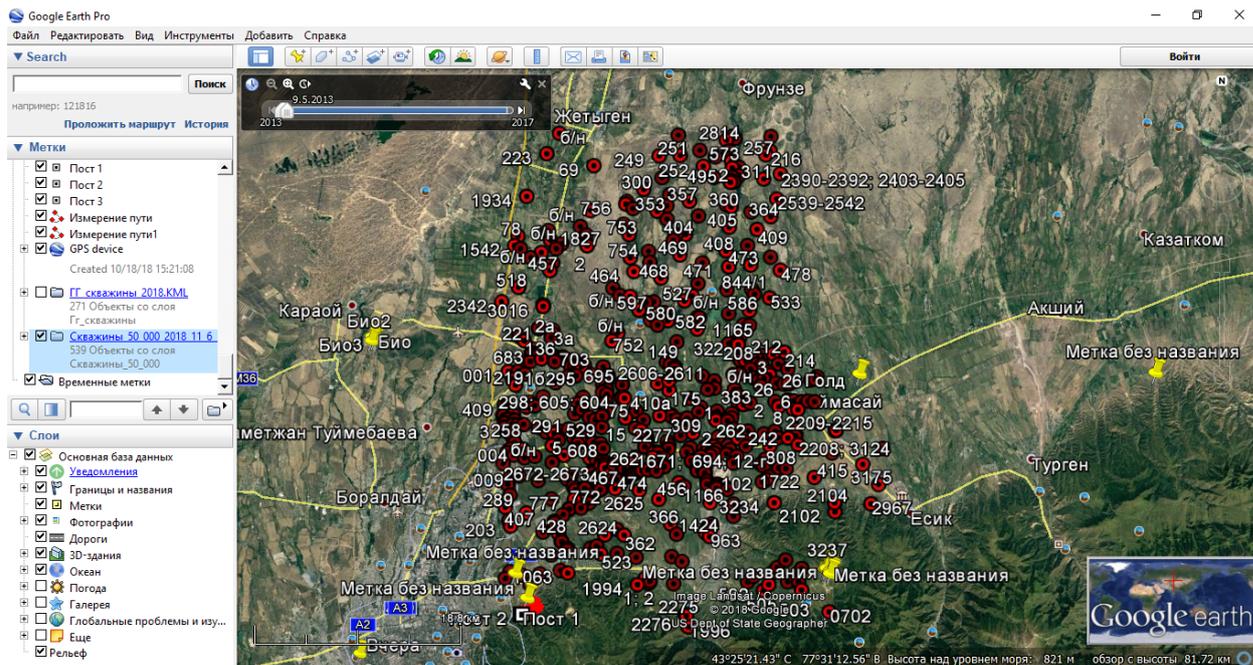


Рисунок 4.11 – Тематический слой с информацией по скважинам Талгарского МПВ, открытый в программе Google Earth

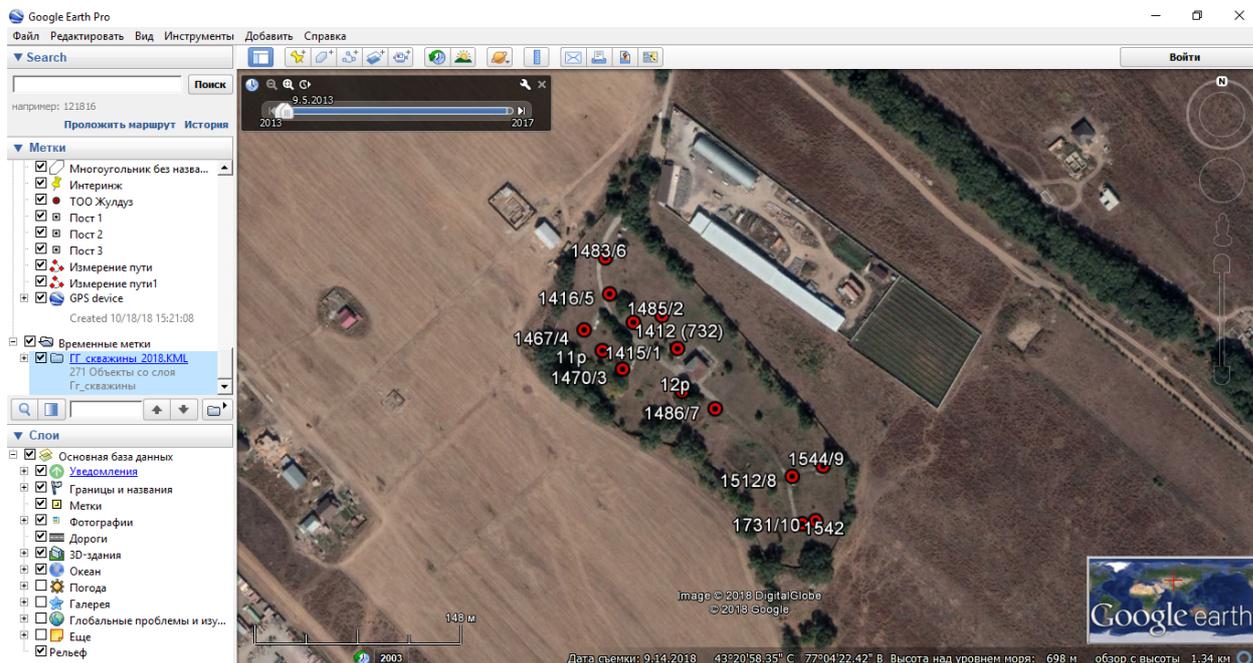


Рисунок 4.12 – Тематический слой с информацией по кустам водозаборных скважин, открытый в программе Google Earth (на рисунке показан 14-ый куст Талгарского МПВ)

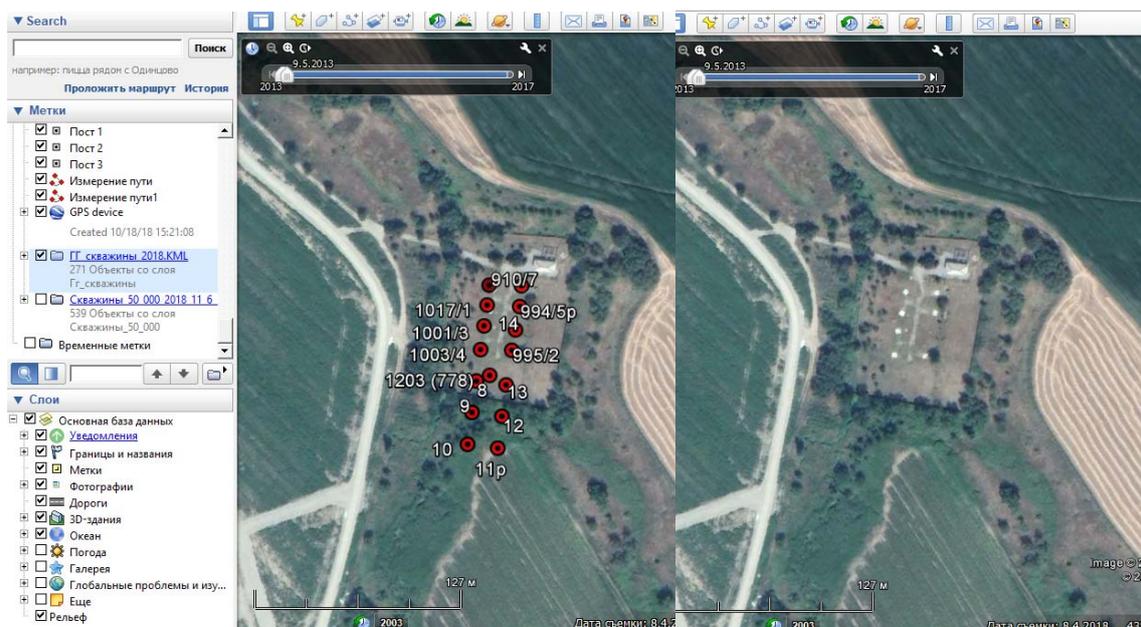


Рисунок 4.13 – Тематический слой с информацией по кустам водозаборных скважин, открытый в программе Google Earth (на рисунке показан 3-ий куст Талгарского МПВ)

Применяя созданную геоинформационную модель Талгарского месторождения подземных вод гидрогеологического значения с помощью программных функций MapInfo Professional построены тематические карты для всей площади данного месторождения:

- карта удельного дебита, л/с (рисунок 4.14);
- карта глубин скважин, м (рисунок 4.15);
- карта общей минерализации, г/л (рисунок 4.16).
- карта глубин скважин каптирующих водоносный аллювиально-пролювиальный комплекс –  $арQ$ , м (рисунок 4.17);

Возможность построения различных тематических карт не ограничивается вышеприведенными, построение данных карт было достаточно для обоснования эффективности использования созданной ГИС гидрогеологического значения при планировании и постановки поисково-разведочных работ на подземные воды.

В зависимости от решаемых задач функциональные возможности разработанной геоинформационной модели позволяют делать выборку по определенным критериям из атрибутивных данных с использованием выбранных объектов для дальнейшей обработки, построения различных тематических карт, поверхностей и получения на их основе новой информации.

Для построения карты глубин скважин по всей площади Талгарского МПВ, был выбран тематический слой, содержащий данные по скважинам. На обработанной площади исследования найдена информация по 539 скважинам (не считая скважин кустовых водозаборов). Опираясь на атрибутивные данные была построена тематическая карта глубин скважин в метрах (рисунок 4.16) на всю площадь рассматриваемой территории (1400 км<sup>2</sup>). После в таблице данных по

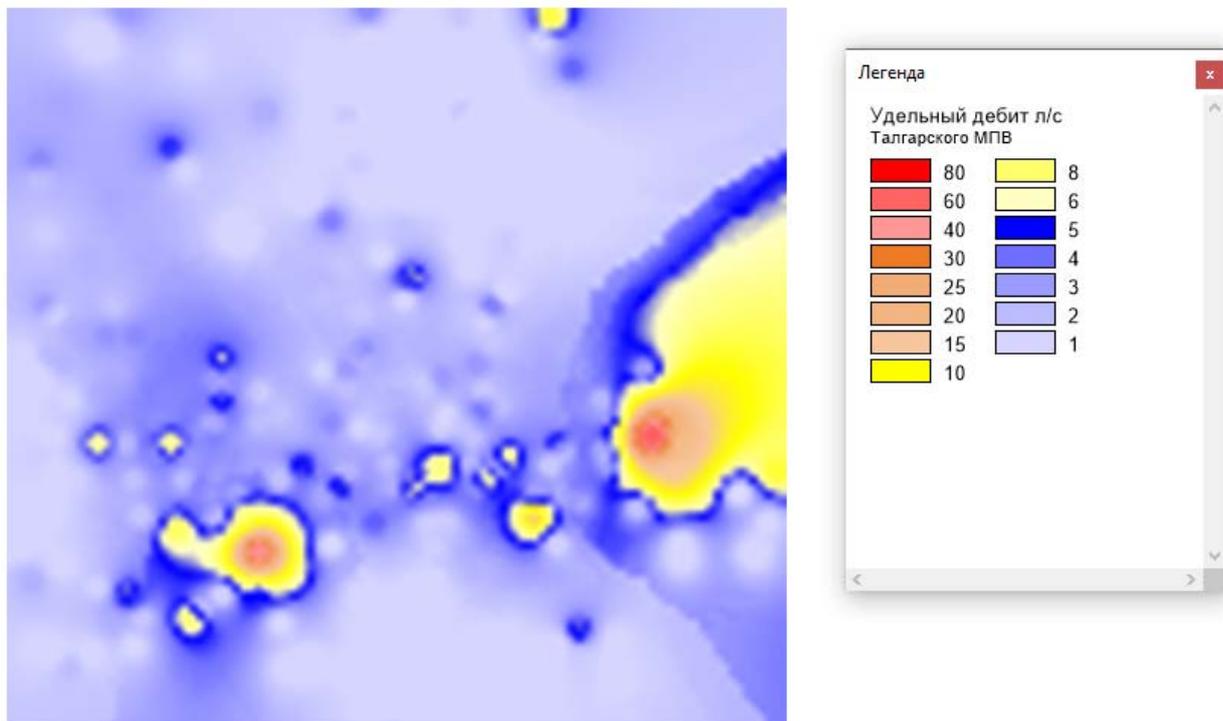


Рисунок 4.14 – Построенная тематическая карта удельного дебита площади Талгарского МПВ на основе данных созданной геоинформационной модели

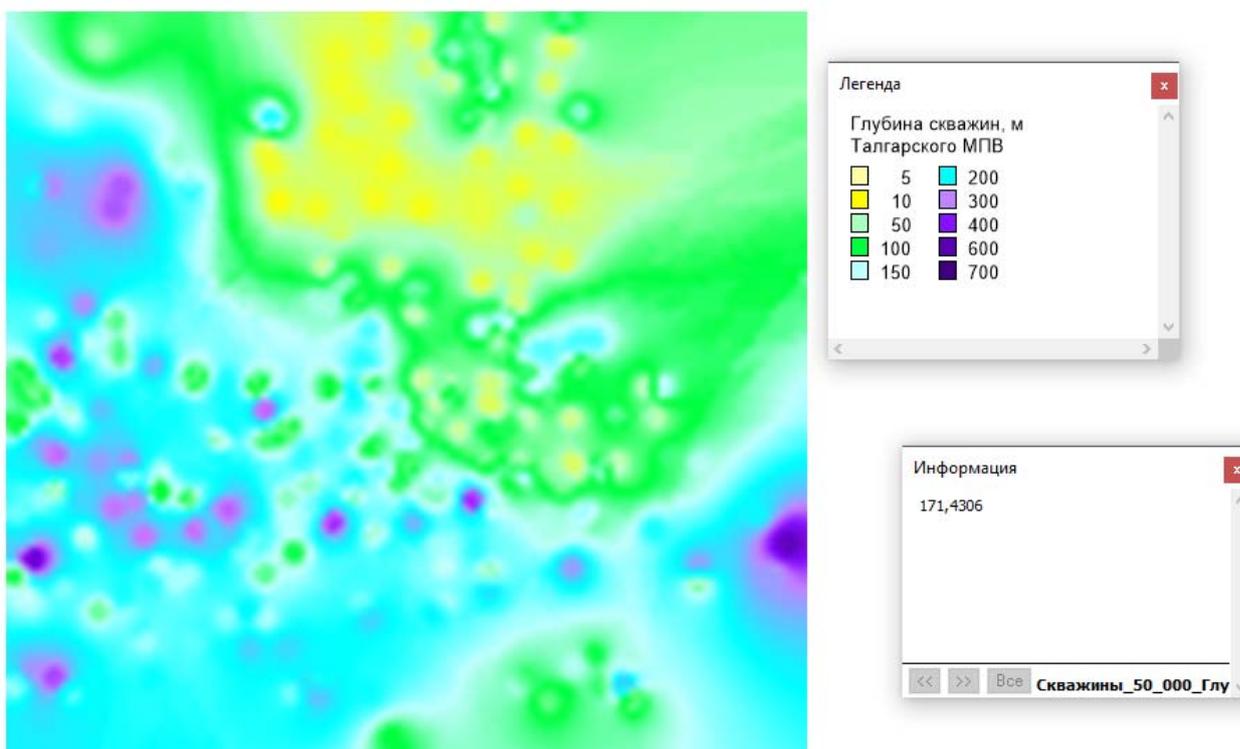


Рисунок 4.15 – Построенная тематическая карта глубин скважин на площади Талгарского МПВ на основе данных созданной геоинформационной модели

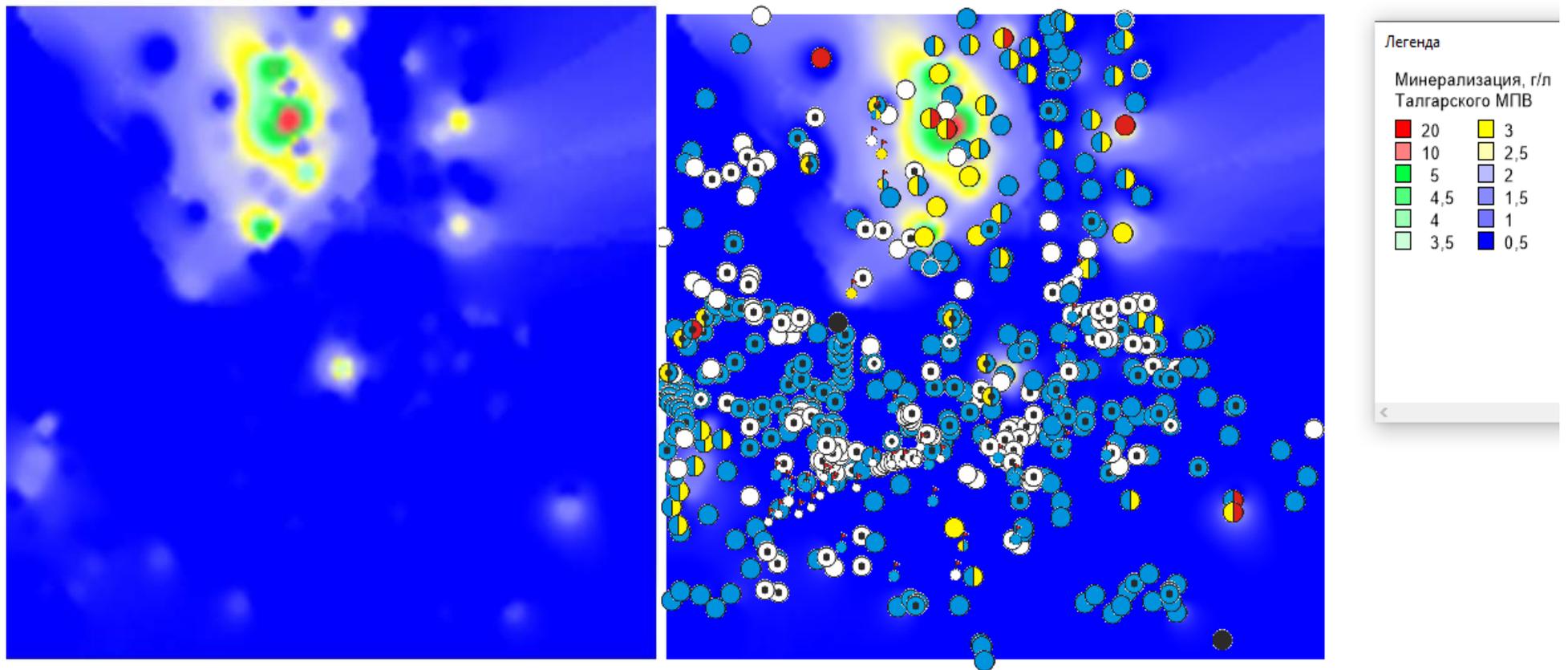


Рисунок 4.16 – Построенная тематическая карта общей минерализации подземных вод на площади Талгарского МПВ без отображения и с отображением тематического слоя с информацией по гидрогеологическим скважинам

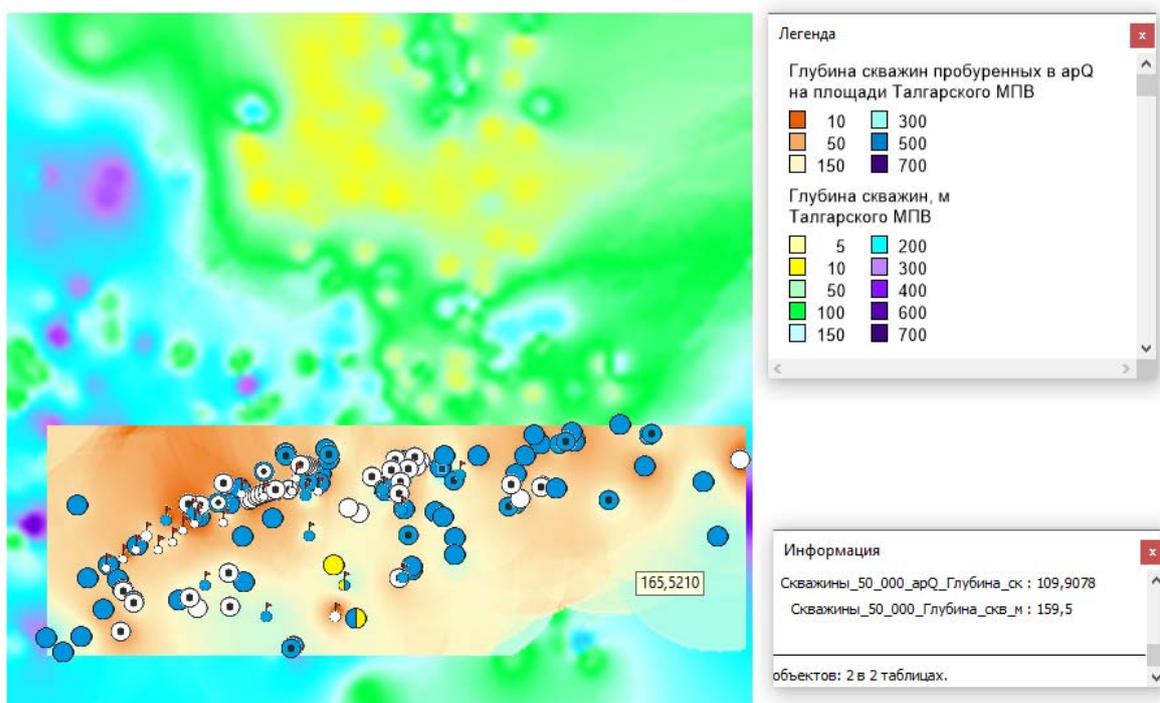


Рисунок 4.17 – Построенная тематическая карта глубин скважин каптирующих водоносный аллювиально-пролювиальный комплекс (арQ) на площади Талгарского МПВ на основе данных созданной геоинформационной модели (с наложением на тематическую карту глубин скважин на площади Талгарского МПВ без выборки ГТП)

скважинам была проведена выборка только тех скважин, которые каптируют водоносный аллювиально-пролювиальный комплекс – арQ (рисунок 4.18). Выбранные скважины были продублированы в отдельный слой ГИС (рисунок 4.19). Используя информационную основу только тех скважин которые опробовали выбранный комплекс была построена тематическая карта глубин скважин каптирующих водоносный аллювиально-пролювиальный комплекс – арQ в метрах (рисунок 4.16).

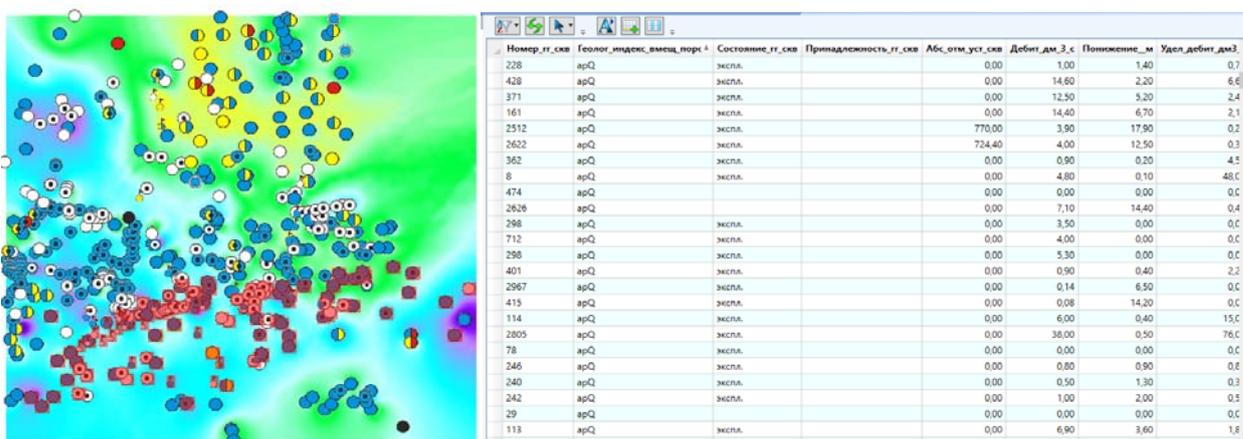


Рисунок 4.18 – Выборка скважин каптирующих водоносный аллювиально-пролювиальный комплекс (арQ) из атрибутивных данных

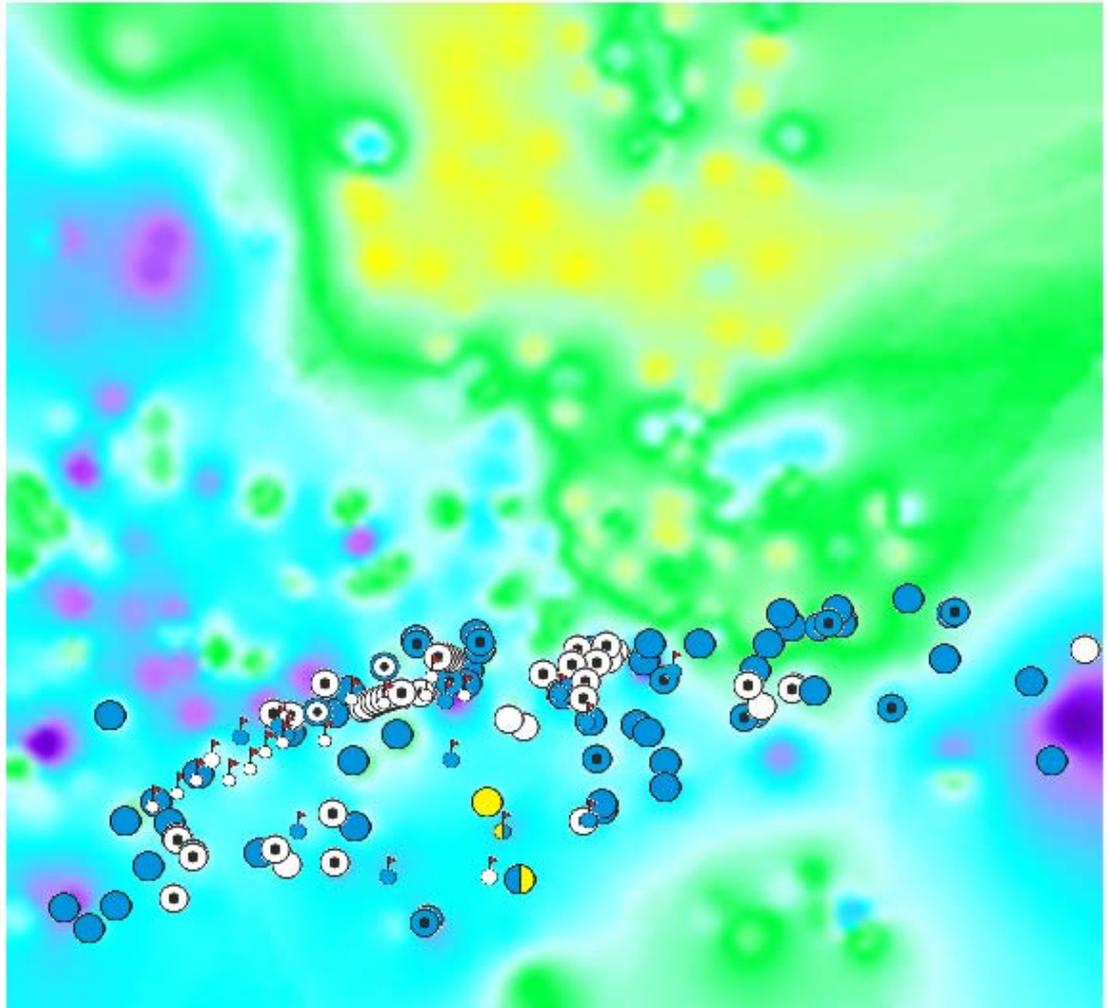


Рисунок 4.19 – Выборка скважин каптирующих водоносный аллювиально-пролювиальный комплекс (арQ) из атрибутивных данных, вынесенная в отдельный слой, для дальнейшей обработки

В итоге в процессе интеграции и обработки данных геоинформационной модели Талгарского МПВ гидрогеологического значения построенные 4 различные тематические карты были внесены в созданную ГИС отдельными слоями. Таким образом клик мыши в любой точке геоинформационной модели Талгарского МПВ, при использовании полученных тематических карт, дает информацию по удельному дебиту, минерализации, глубине скважин именно для той точки, куда этот клик был сделан, т.е. по любому выбранному участку (рисунок 4.20).

Все построенные тематические слои с помощью утилиты (вспомогательной компьютерной программы) MapInfo Vertical Mapper можно перевести в точечные файлы (формат GRD), которые в дальнейшем после присвоения им координатных данных можно использовать для выполнения математического моделирования или других задач.

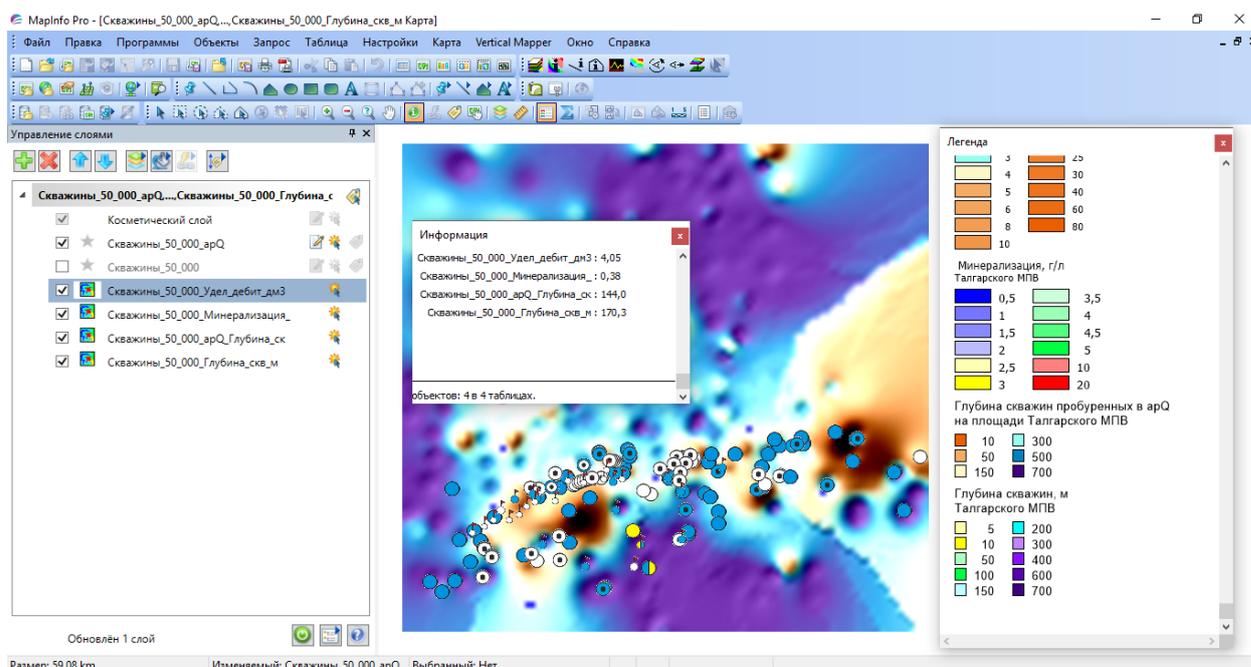


Рисунок 4.20 – Построенные тематические слои карты площади Талгарского МПВ на основе данных созданной геоинформационной модели открытые в одном рабочем наборе

Аналогично точечные файлы можно использовать при построении уровенной поверхности подземных вод, кровли и подошвы водоносного горизонта, уровенной поверхности земли (рельефа) и т.п.

Рассмотрим обработку и применение данных по поверхностям в модуле трехмерного анализа для MapInfo Professional - Vertical Mapper.

В качестве исходных данных возьмем слой изолиний дневной поверхности (рельеф) построенный на основании топографических карт 100 000 масштаба (рисунок 4.21). Тематический слой изолиний содержит пространственные (географические) данные по абсолютным отметкам непрерывной поверхности.

С использованием функций Vertical Mapper разбиваем нашу поверхность на точки (grid-файл). Следует отметить, что использование grid-файл в режиме вычислений даёт возможность непосредственного расчета поверхности подземных вод, кровли и подошвы различных гидрогеологических подразделений с дальнейшей интерполяцией полученных значений поверхности по сети равномерных точек.

В программе автоматически помимо точечного файла формируется атрибутивная таблица к данному файлу (grid-файлу). В таблицу с помощью программы «записи координаты объекта» (утилита в составе MapInfo Professional) автоматически записываем данные по каждой точке поверхности в координатах по широте и долготе (рисунок 4.22).

Далее обработка данных позволяет строить цифровую модель поверхности в разных масштабах. На рисунке 4.22 представлены фрагменты модели рельефа с интервалом изолиний в 10 и в 20 метров.

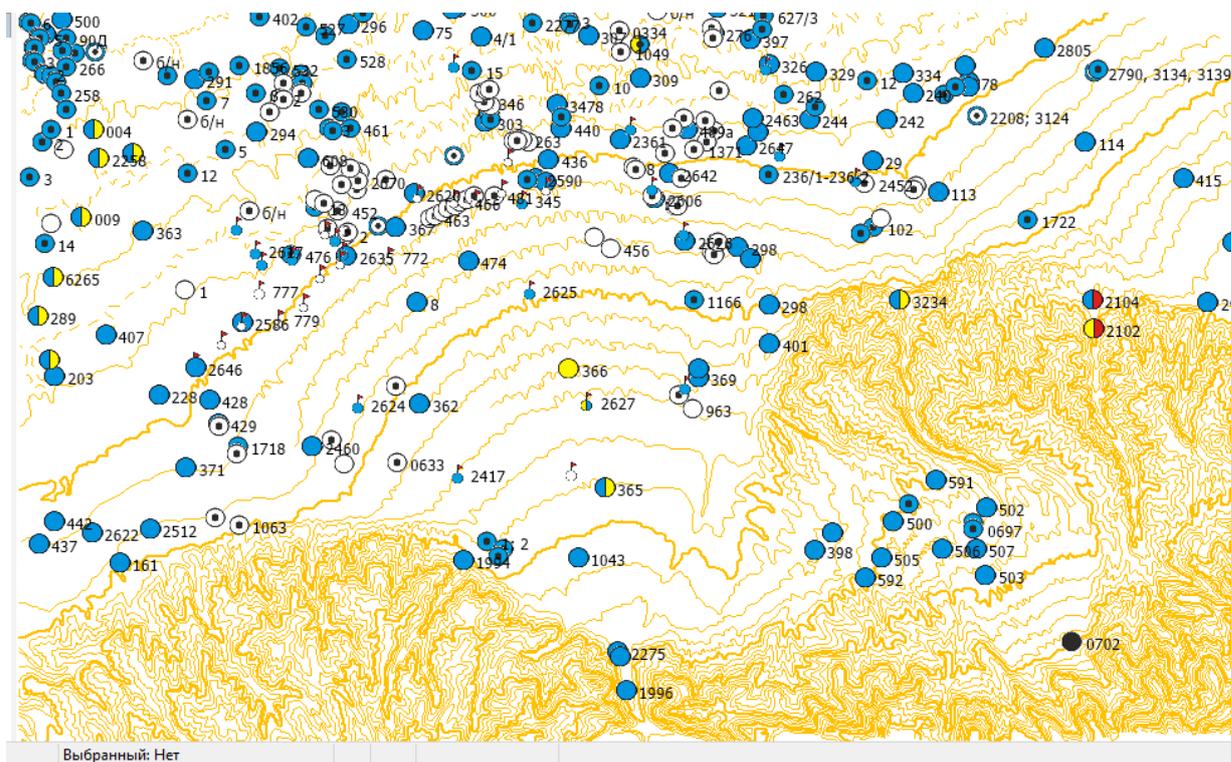


Рисунок 4.21 – Фрагмент рельефа площади Талгарского МПВ с обозначением гидрогеологических скважин

Также Vertical Mapper позволяет строить 3-D модели поверхности (рисунок 4.23), профиль рельефа (рисунок 4.24) и проводить другие манипуляции с обработкой пространственных данных.

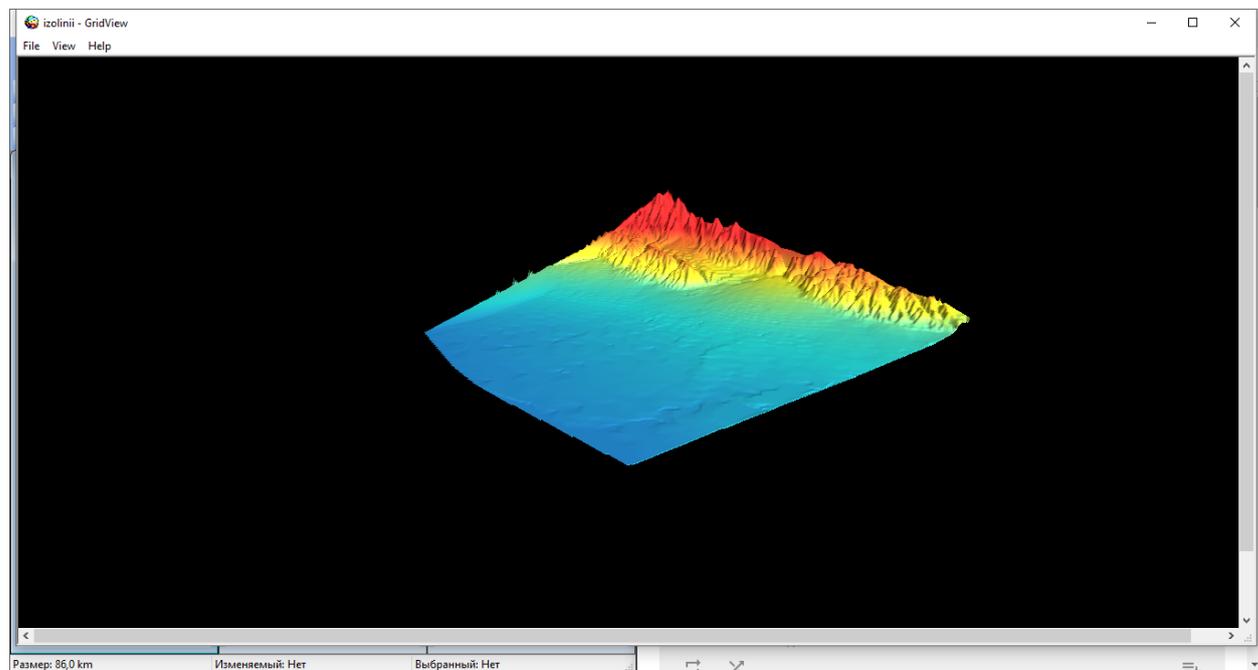


Рисунок 4.23 – 3-D модель рельефа площади Талгарского МПВ

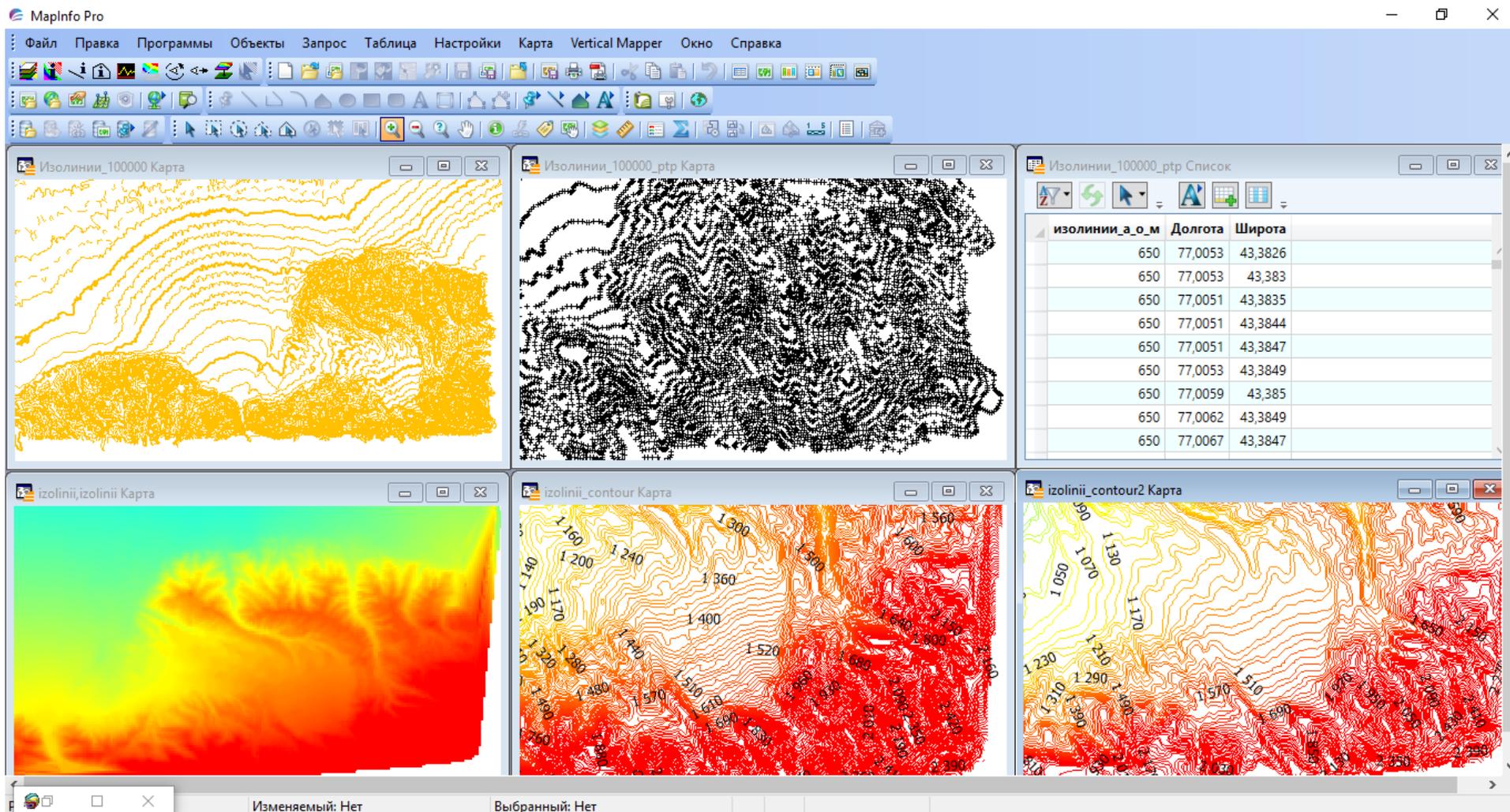


Рисунок 4.22 – Фрагмент рельефа (изолиний поверхности земли), точечной поверхности (grid-файл), атрибутивной таблицы к grid-файлу, модели рельефа с интервалом изолиний в 10 и в 20 метров площади Талгарского МПВ

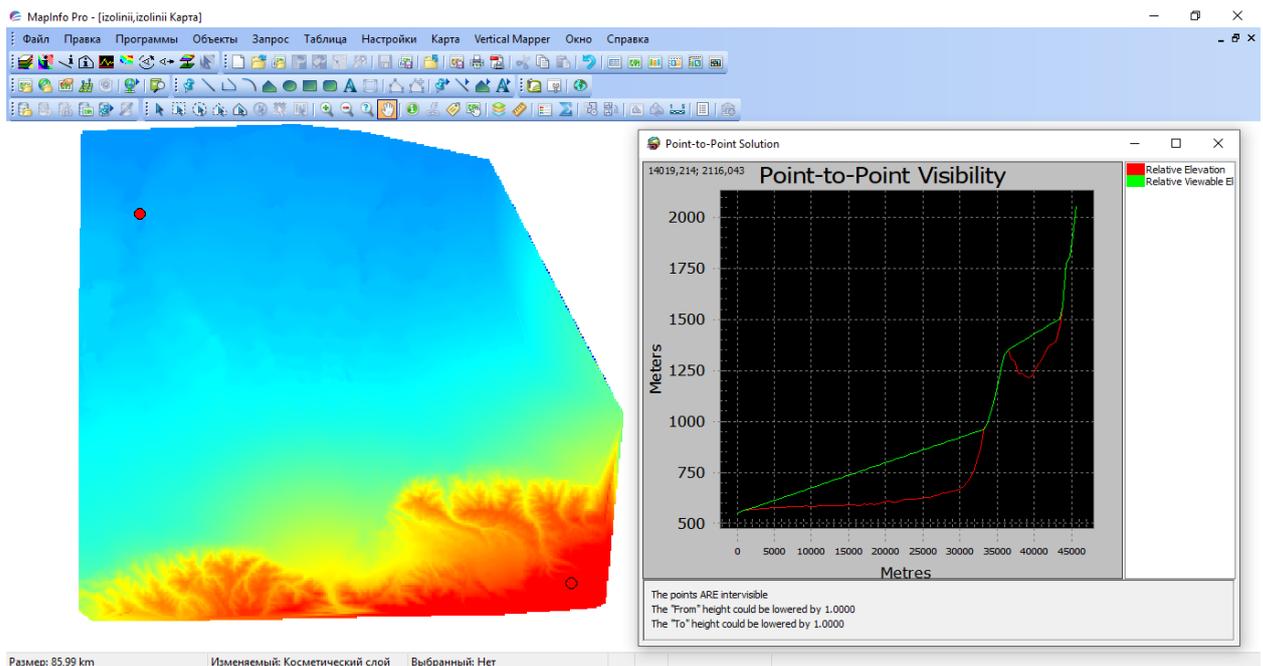


Рисунок 4.24 – 2-D модель рельефа площади Талгарского МПВ, профиль рельефа

### 4.3.3 Решение поисково-разведочных гидрогеологических задач с применением разработанной ГИС

Рассмотрим пример применения созданной ГИС при проведении поисково-разведочных гидрогеологических работ.

Необходимо провести поисково-разведочные работы на участке нового водозабора. Потребность в воде составляет  $1000 \text{ м}^3/\text{сутки}$  ( $11,6 \text{ л/с}$ ). Координаты участка разведки следующие:  $43^{\circ} 24' 13''$  северной широты,  $77^{\circ} 14' 50''$  восточной долготы.

В созданной ГИС гидрогеологического значения устанавливаем проектную скважину по координатам, кликаем по ней получаем следующую общую информацию (рисунок 4.25): участок разведки в административном отношении находится на границе Болекского или Рахатского сельского округа Енбекшиказахского района Алматинской области; в соответствии со схемой гидрогеологического районирования территории Республики Казахстан участок разведки относится к Южно-Илийской группе бассейнов пластовых вод (VIII-4Г-2) 3-го порядка, который в свою очередь входит в Копа-Илийский бассейн пластовых вод (VIII-4Г) 2-го порядка и в Джунгаро-Балхашский сложный бассейн пластовых вод 1-го порядка (VIII-4); согласно международной разграфки и номенклатуре топографических карт участок разведки попадает на площадь листа К-43-VI 200 000 масштаба и на лист К-43-23 100 000 масштаба.

Далее меняя масштаб карты в созданной геоинформационной модели гидрогеологического значения срабатывает масштабный эффект (рисунок 4.26),

установленный для каждого слоя отдельно с учетом масштабности, при котором одни тематические слои становятся видимыми, а другие нет.

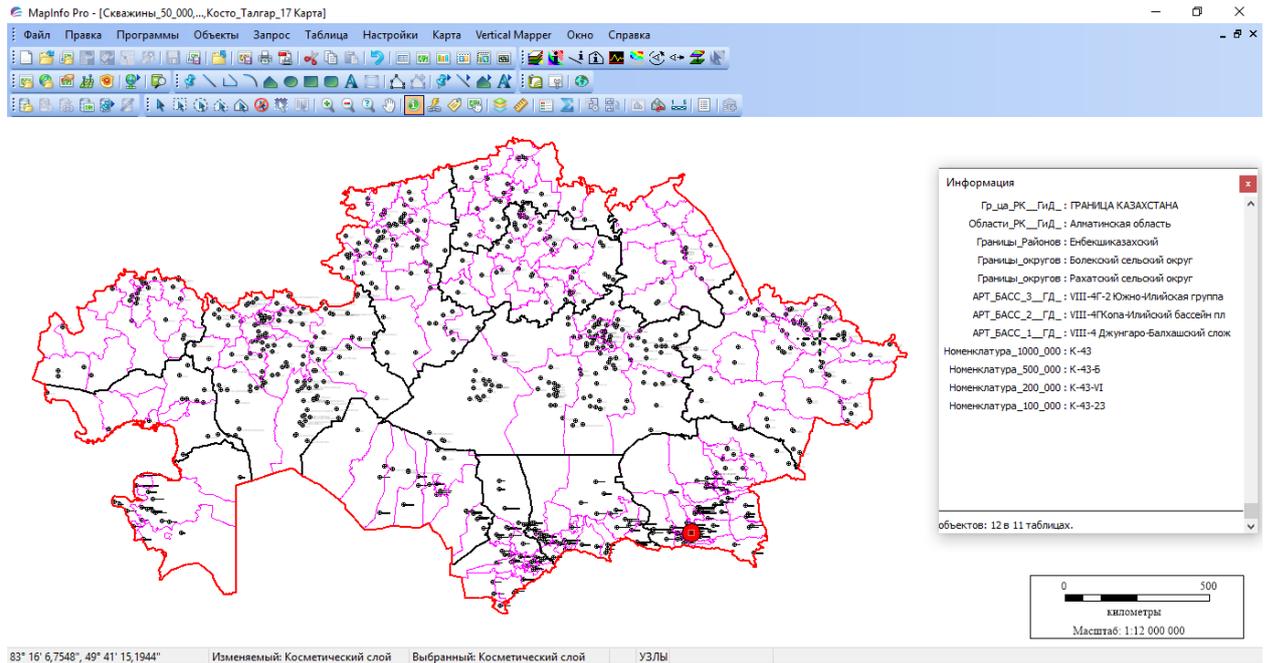


Рисунок 4.25 – Территория Республики Казахстан в ГИС с информационной нагрузкой административно географического значения (масштаб 1 : 12 000 000)

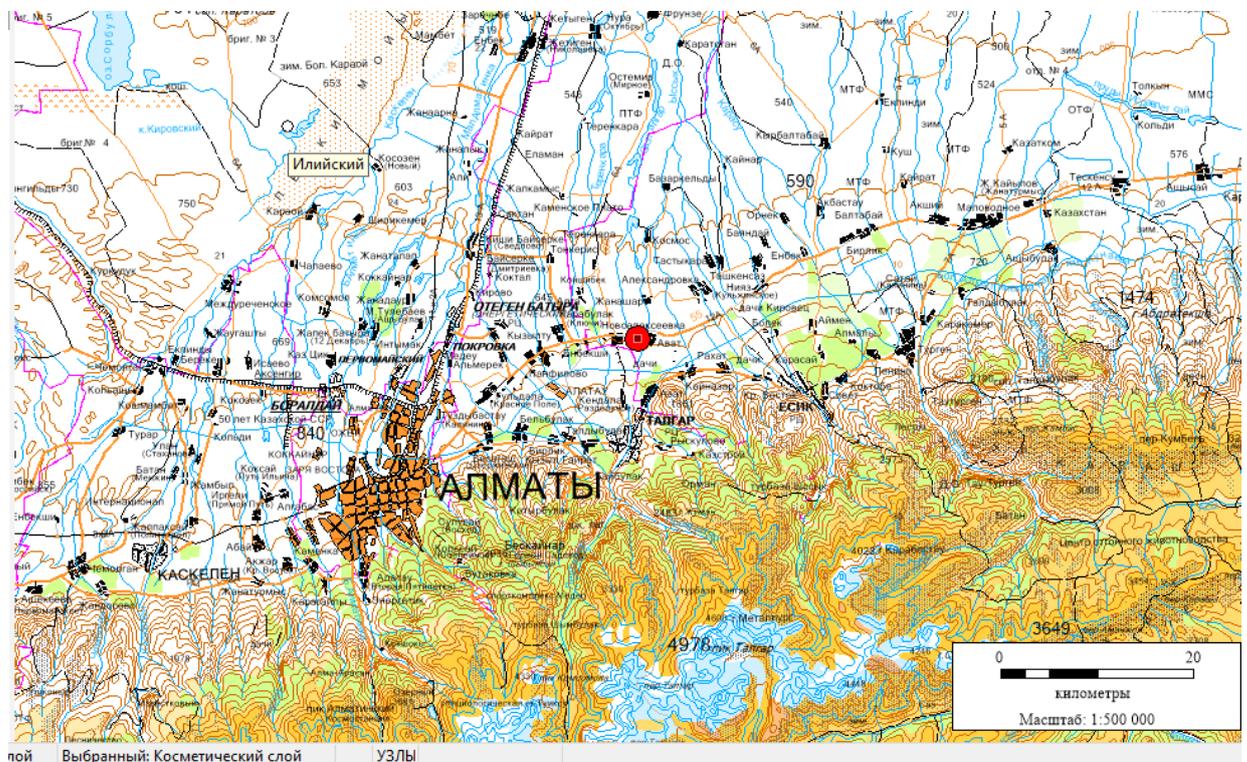


Рисунок 4.26 – Территория Алматинской области с топографической цифровой основой масштаба 1 : 500 000

С приближением к участку разведки топографическая цифровая основа масштаба 1 : 500 000, с применением масштабного эффекта, меняется на топографическую цифровую основу масштаба 1 : 200 000 (рисунок 4.27).

При дальнейшем приближении начиная от масштаба 1 : 100 000 включаются тематические слои с гидрогеологической нагрузкой и слои изолиний поверхности рельефа (рисунок 4.28).

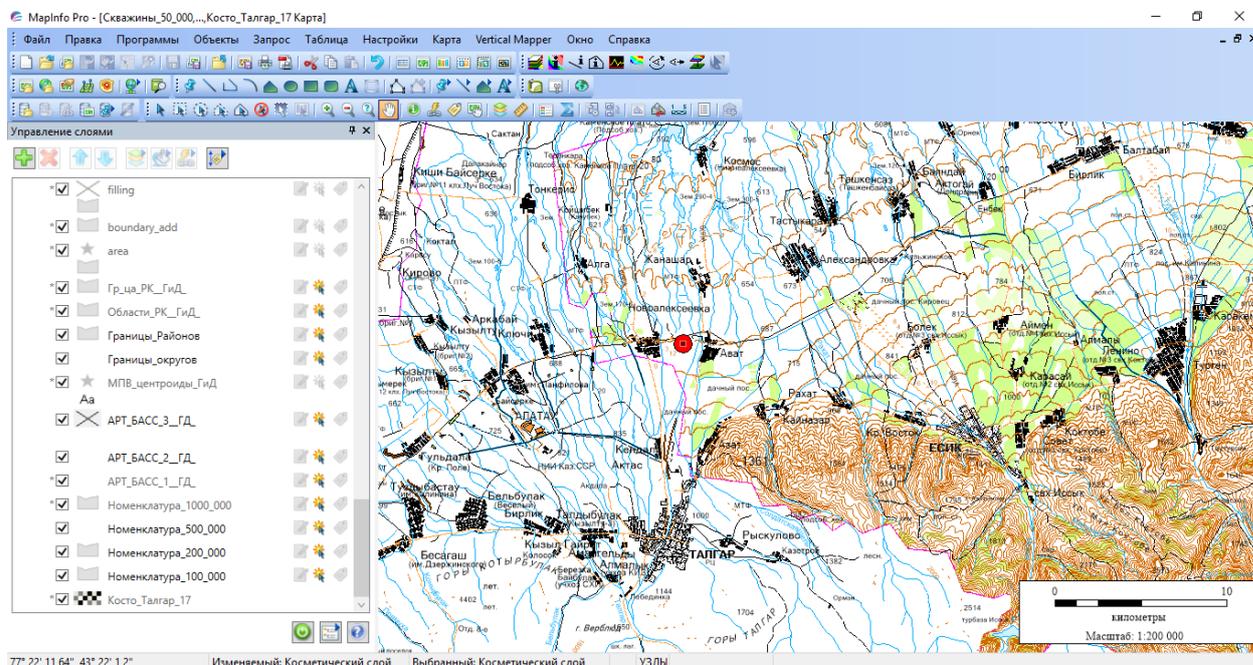


Рисунок 4.27 – Топографическая цифровая основа участка разведки масштаба 1 : 200 000

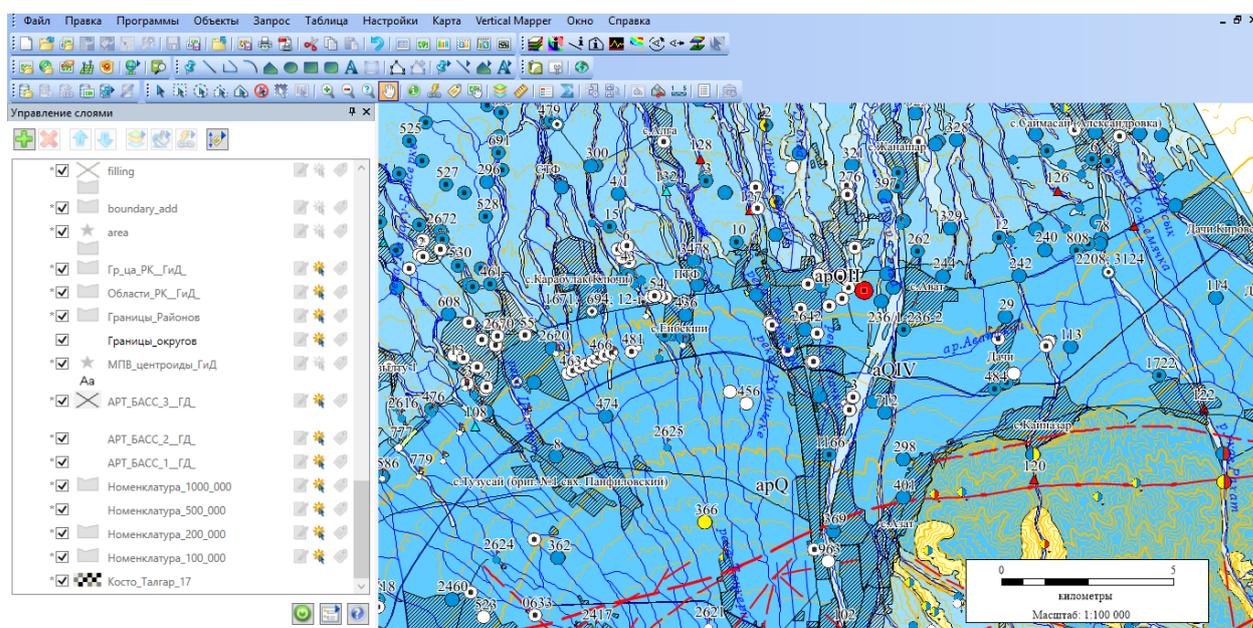


Рисунок 4.28 – Гидрогеологическая карта Талгарского месторождения участка разведки с топографическими элементами (масштаб 1 : 100 000)

Уменьшая масштаб карты автоматически меняются подписи тематических слоев по размерам, а также размеры самих символьных обозначений, т.е. созданная геоинформационная модель Талгарского МПВ работает согласно традиционным географическим информационным системам (рисунки 4.28-4.30)

Как уже отмечалось ранее в процессе интеграции и обработки данных геоинформационной модели Талгарского МПВ гидрогеологического значения построены 4 различные тематические карты, внесенные в созданную ГИС отдельными слоями. Таким образом клик мыши в любой точке геоинформационной модели Талгарского МПВ, при использовании построенных тематических карт, дает информацию по удельному дебиту, минерализации, глубине скважин именно для той точки, куда этот клик был сделан (рисунок 4.20). Созданные тематические слои становятся активными при картографическом масштабе 1 : 100 000, т.е. в этом масштабе достаточно щелкнуть в любой точке карты левой кнопкой мыши, что б узнать параметры содержащие в информационной основе тематических слоёв.

На рисунке 4.29 показана информация по участку разведки: удельный дебит – 4,8 л/с; минерализация – 0,34 г/л; глубина скважин каптирующих водоносный аллювиально-пролювиальный комплекс – 132,3 м.

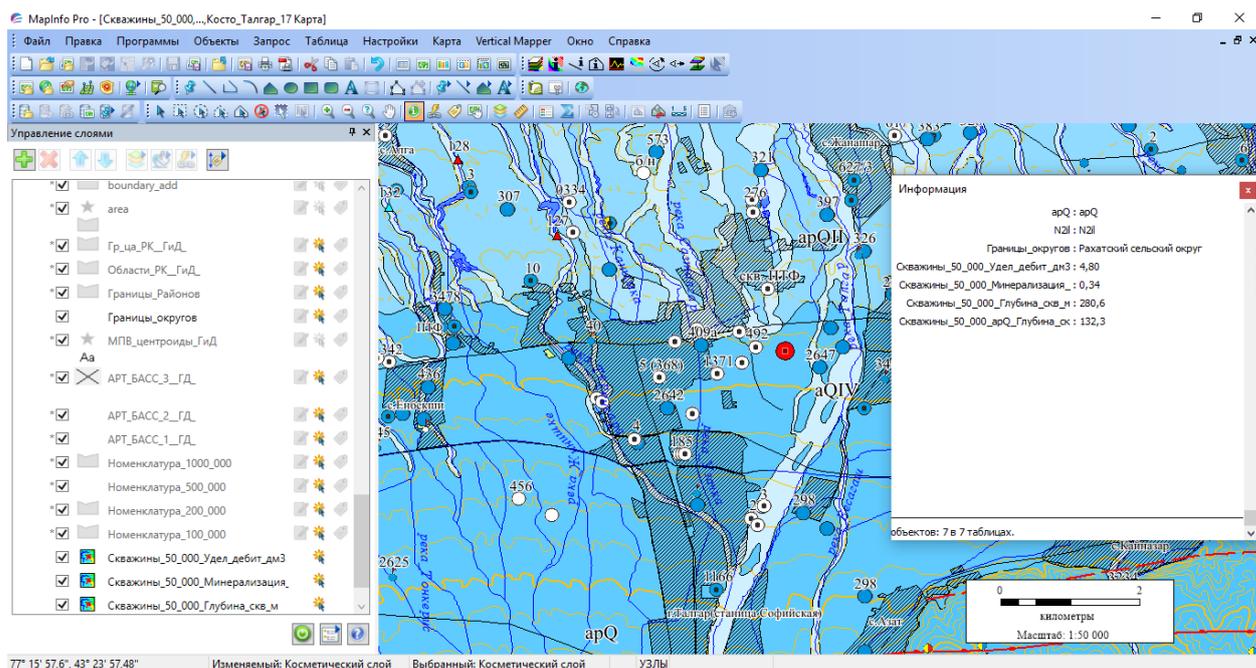


Рисунок 4.29 – Гидрогеологическая карта Талгарского МПВ масштаба 1 : 50 000 с отображением информации по тематическим слоям для участка разведки

Потребность в воде составляет 1000 м<sup>3</sup>/сутки (11,6 л/с), при эксплуатации с такой потребностью при дебите скважины 11,6 л/с ожидаемое понижение уровня подземных вод составит 2,42 м. Проектная глубина скважины составит 130 м.

Далее с использование геолинка по гиперссылке открываем файл по ближайшей гидрогеологической скважине, которая будет являться опорной для литологического расчленения разреза на участке разведки при проектировании (рисунок 4.30). Также можно получить любую другую информацию содержащуюся в атрибутивных данных по каждому объекту геоинформационной модели (раздел 4.3.2), либо на основе имеющихся данных получить новую информацию для решения поставленных задач.

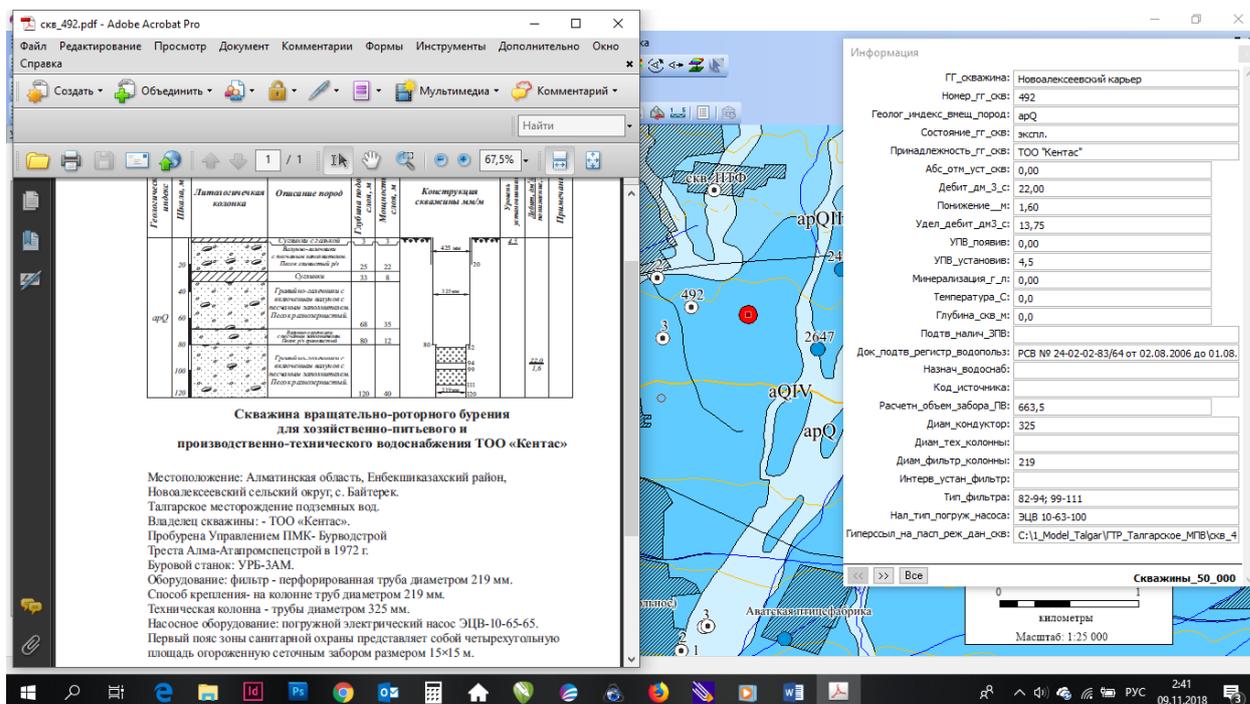


Рисунок 4.30 – Фрагмент геоинформационной модели площади Талгарского МПВ масштаба 1 : 25 000 с информацией по опорной скважине № 492 и отображением паспортных данных скважины по гиперссылке

В последних версиях MapInfo Professional добавлена возможность множественного геолинка. Теперь, если задано несколько полей, из которых могут браться данные для ссылки, после нажатия кнопки мыши, вызывается дополнительное меню, в котором надо выбрать поле, из которого будет взята ссылка.

Информация по скважинам может содержать прямые ссылки на паспорт скважины (в формате pdf), результаты мониторинга за состоянием и изменением подземных вод (в формате xls) и любые другие файлы содержащие данные по объекту.

#### 4.3.4 Возможности решение различных задач с применением единой ГИС гидрогеологического значения

Примерами типовых гидрогеологических задач, которые требуют разных наборов пространственных данных и применения ГИС, служат задачи инвентаризации, оценки, исследования динамики и прогноза.

При решении инвентаризационных задач созданная ГИС будет способствовать максимально эффективному использованию разных источников информации: полевых обследований, данных дистанционного зондирования, различных карт, данных различных отчетов и статистики. Соответственно и форматы данных могут быть любые.

Решение различного рода оценочных задач с использованием разработанной ГИС также становится более эффективным. Например, в задачах гидрогеологической оценки территории совмещают территориально привязанные атрибутивные параметры (табличные данные, данные выборочные данные по гидрогеологическим параметрам отдельных скважин) воздействия водоотбора или его интенсивности.

В основе решения динамических задач, трактуемых как изучение и картографирование изменений гидродинамических условий, нагрузки на водозаборные сооружения и оценки влияния эксплуатации месторождения (водозабора) на общий водный баланс, лежит сопоставление разновременных материалов: полученных в разные годы результатов аэрокосмических съемок, карт, фиксирующих состояние исследуемого объекта на разные даты, либо разновременных картографических и съемочных материалов. Поскольку при этом используются разнообразные материалы, необходимым этапом является приведение их к геометрически сопоставимому виду - единому масштабу и проекции т. е. взаимное трансформирование, что составляет важный элемент ГИС-технологии. После геометрического совмещения выполняется тематическое совмещение материалов. Для выявления изменений границ или замещения 2-3 объектов применяют, как правило технологии, носящие названия «оверлей» и «рекласс».

Основа решения прогнозных задач — выявление тенденций и темпов динамики процессов, поэтому на первый план выходят ГИС-технологии моделирования, и в первую очередь математике картографического моделирования. Ряд параметров моделей функционирования геосистем, пространственно-временная изменчивость природных и антропогенных объектов могут быть определены по снимкам. Эффективность моделирования связана с необходимостью создания банков данных наземной, картографической и аэрокосмической информации, с автоматизированными методами интерпретации и отображения информации. В этих задачах наиболее полно проявляется интеграция методов географии, картографии, аэрокосмического зондирования и геоинформатики [53].

Логические связи внутри базы пространственных данных обеспечивают возможность построения различных вариантов логических запросов к данным. Обычно такие запросы создаются на основе языка SQL, являющегося стандартным для реляционных СУБД. Он позволяет пользователю в простых формулировках и операторах проводить выборки из взаимосвязанных атрибутивных таблиц слоев БД. Формулировки вместе с операторами часто организуют в программных пакетах в виде некоторых шаблонов, основанных на реляционной алгебре и реляционном исчислении. Поскольку большинство

пользователей ГИС не владеют достаточными навыками программирования, в них реализованы простые функции в виде калькулятора запросов, представляющего собой совокупность шаблонов запросов и список необходимых атрибутов [54].

Часто запросы из БД следует проводить не в пределах одной таблицы атрибутов слоя, а из нескольких связанных таблиц. Для этих целей существуют операции соединения (union) и слияния (join), которые соответственно через систему логических связей комбинируют таблицы с разным числом записи с наличием пустых ячеек в объединенной таблице и создают новую таблицу, поля которой скомбинированы из двух других, используя общее ключевое поле.

Результатом атрибутивного запроса является некоторая выборка объектов базы данных, атрибуты которых удовлетворяют заданным условиям. Эту группировку объектов можно сохранить в другой слой БД и использовать как основу для составления карт.

В стандартных ГИС-пакетах на принципах построения атрибутивных запросов работают способы изображения объектов при составлении карт. Они, как правило, соответствуют традиционным представлениям объектов на картах и позволяют из набора слоев БД создать цифровую карту. Такие способы изображения основаны на выборках значений из одного или нескольких полей атрибутивной таблицы:

- отдельный символ позволяет в системе условных обозначений изобразить значения одного поля атрибутов;
- уникальные значения – также позволяют оформить сочетания значений из нескольких полей таблицы;
- цветовая шкала использует непрерывное отображение какого-либо явления по полю атрибутивной таблицы в виде наборов шкал, в классической картографии ей соответствует способ картограмм;
- локализованная диаграмма позволяет учитывать значения из множества атрибутивных полей, к примеру, размером диаграммы указывая на один параметр содержания, а структурой – на другой;
- плотность точек основана на точечном способе изображения и также позволяет учитывать значения из нескольких полей таблицы;
- метод масштабируемых символов используют обычно для показа явлений, локализованных в точках, где размер символа указывает на числовой интервал значений из поля атрибутивной таблицы.

Пространственные запросы к базе данных основаны на пространственных связях, организованных должным образом объектов БД (рисунки 4.3-4.8). Единая система координат и надежная координатная привязка способствуют пространственной идентичности отдельных слоев базы данных. Благодаря этому в ГИС-пакетах можно проводить запросы, касающиеся позиционной составляющей данных, основанных на анализе географического положения объектов слоев. Их работа по аналогии с атрибутивными запросами заключается в функциях СУБД. Атрибутивные запросы к БД определяют процесс создания практически всех карт, формирующих картографическую базу данных [41, с.37].

Возможности созданной геоинформационной модели велики и зависят от задач которые будут решаться с её применением. Для примера рассмотрим построение уровенной поверхности подземных вод всей площади модели как в самой программе MapInfo Professional, так и в отдельных программах по визуализации и/или дальнейшей обработки имеющихся данных и получении на их основе новой информации.

В MapInfo Professional создаем тематический слой уровенной поверхности подземных вод всей площади созданной геоинформационной модели Талгарского МПВ с использованием определенных в ней данных по абсолютным отметкам уровня подземных вод в скважинах (рисунок 4.31).

Теперь рассмотрим возможность использования тематических слоев разработанной ГИС гидрогеологического значения в программе Surfer, программе используемой специально для анализа и моделирования поверхностей, генерирования сетки, визуализации ландшафта, разработки трехмерных карт и других связанных операций [55].

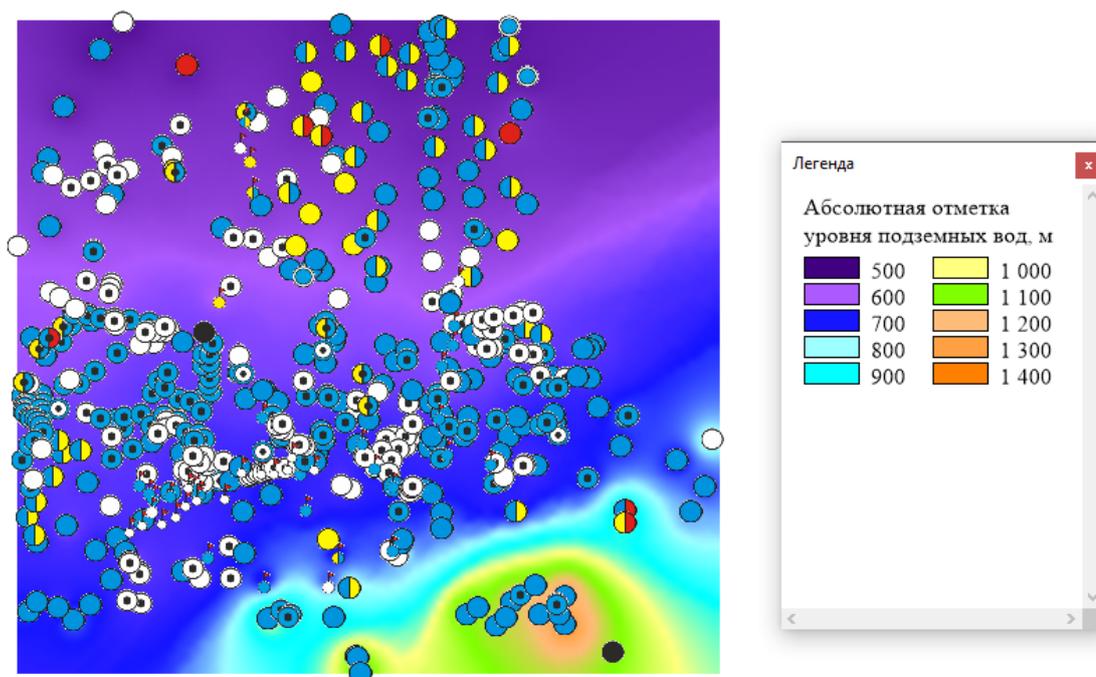


Рисунок 4.31 – Построенная тематическая карта уровенной поверхности подземных вод Талгарского МПВ с отображением тематического слоя гидрогеологических скважин

В MapInfo Professional открываем тематический слой с информацией по гидрогеологическим скважинам. С помощью SQL-запроса проводим выборку из атрибутивных данных тематического слоя по скважинам, создаем новую таблицу (новый слой) содержащую данные только по номерам скважин, их координатам, абсолютным отметкам уровня подземных вод в них.

Поскольку в программе Surfer есть возможность загружать данные в вид текстового файла .txt, можно воспользоваться этим моментом и экспортировать

атрибутику из MapInfo Professional в данном формате. Для этого в меню Таблица > Экспорт выбираем Тип файла ASCII с разделителем .txt [56].

Далее открыв экспортированный файл в программе Surfer и после его оформления получаем следующее изображение данных тематического слоя по гидрогеологическим скважинам площади геоинформационной модели Талгарского МПВ (рисунок 4.32). Для уменьшения нагрузки карты, данные по абсолютным отметкам уровням подземных вод (внизу скважин на рисунке ) в дальнейшем не отображаем.

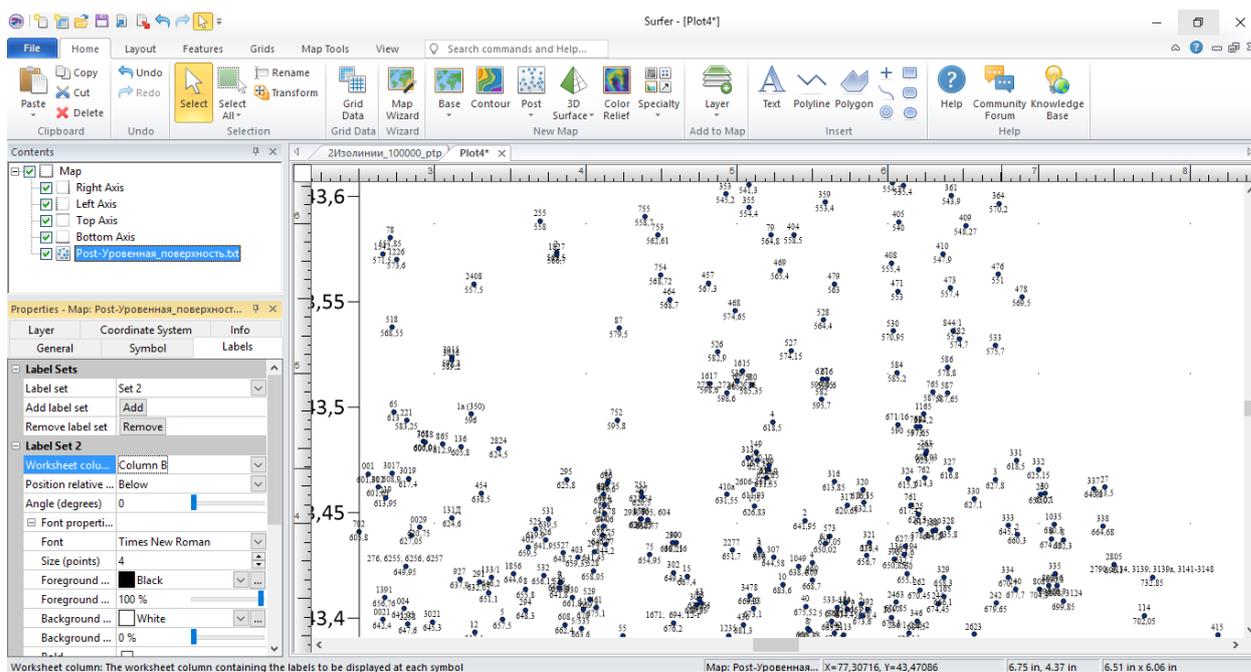


Рисунок 4.32 – Изображение данных тематического слоя по гидрогеологическим скважинам площади геоинформационной модели Талгарского МПВ в программе Surfer

На информационной основе в программной среде Surfer строим уровенную поверхность подземных вод площади геоинформационной модели Талгарского МПВ (рисунок 4.33).

С применением функциональных возможностей программы Surfer построенная уровенная поверхность подземных вод площади геоинформационной модели Талгарского МПВ может быть представлена в различных вариантах для дальнейшего её анализа и моделирования (рисунок 4.34, 4.35 ).

Также можно рассмотреть возможность построения карт-призм в MapInfo Professional. На основе тематического слоя содержащего данные по прогнозируемому понижению уровня подземных вод (в абсолютных отметках, м) на площади Талгарского МПВ, полученные при моделировании в процессе проведения переоценки эксплуатационных запасов подземных вод (2009-2010 г.г. рисунок 4.36) строим карту-призму (рисунок 4.37).

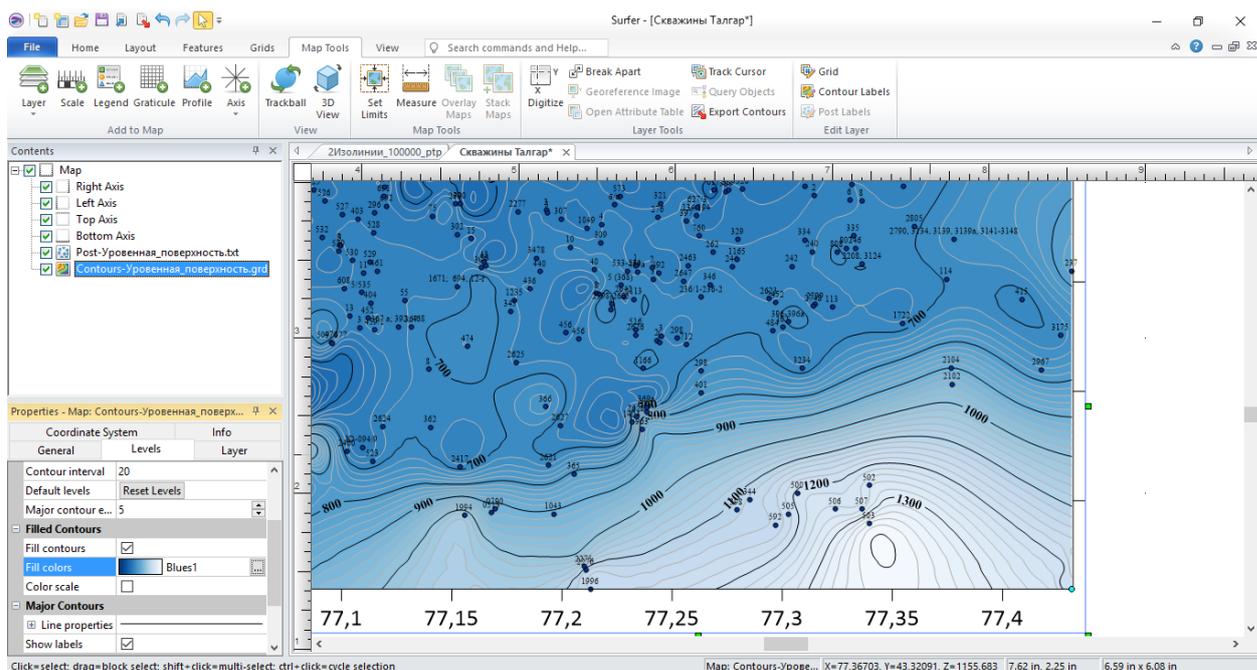


Рисунок 4.33 – Создание уровенной поверхности подземных вод площади геоинформационной модели Талгарского МПВ в программе Surfer

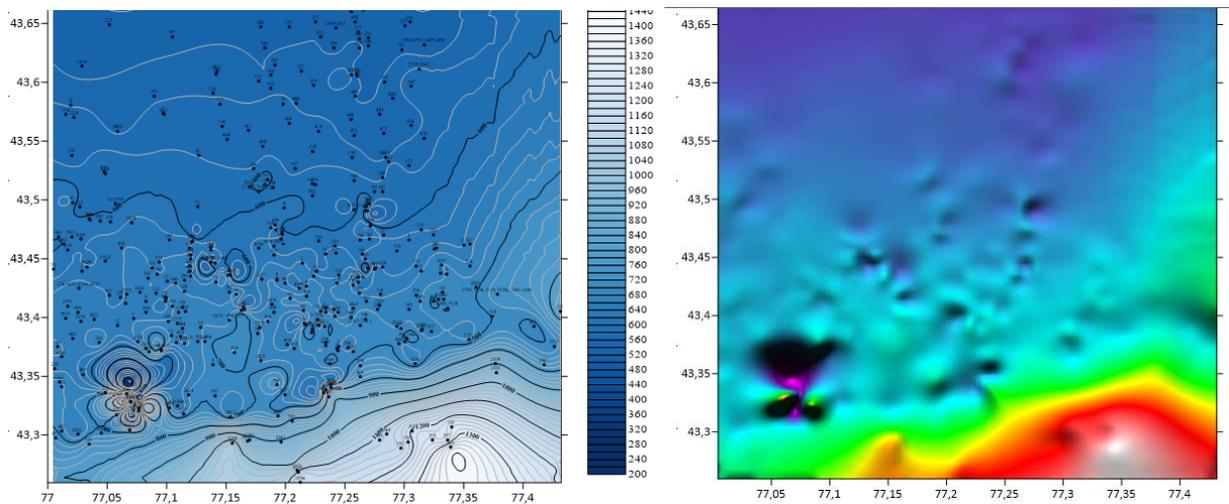


Рисунок 4.34 – Уровенная поверхность подземных вод площади геоинформационной модели Талгарского МПВ с изображением гидроизогипс и затенением поверхности в программной среде Surfer

Данная карта-призма (рисунок 4.37) позволяет нам визуальнo определить наибольшее понижение уровня подземных вод в отдельных блоках моделируемой области.



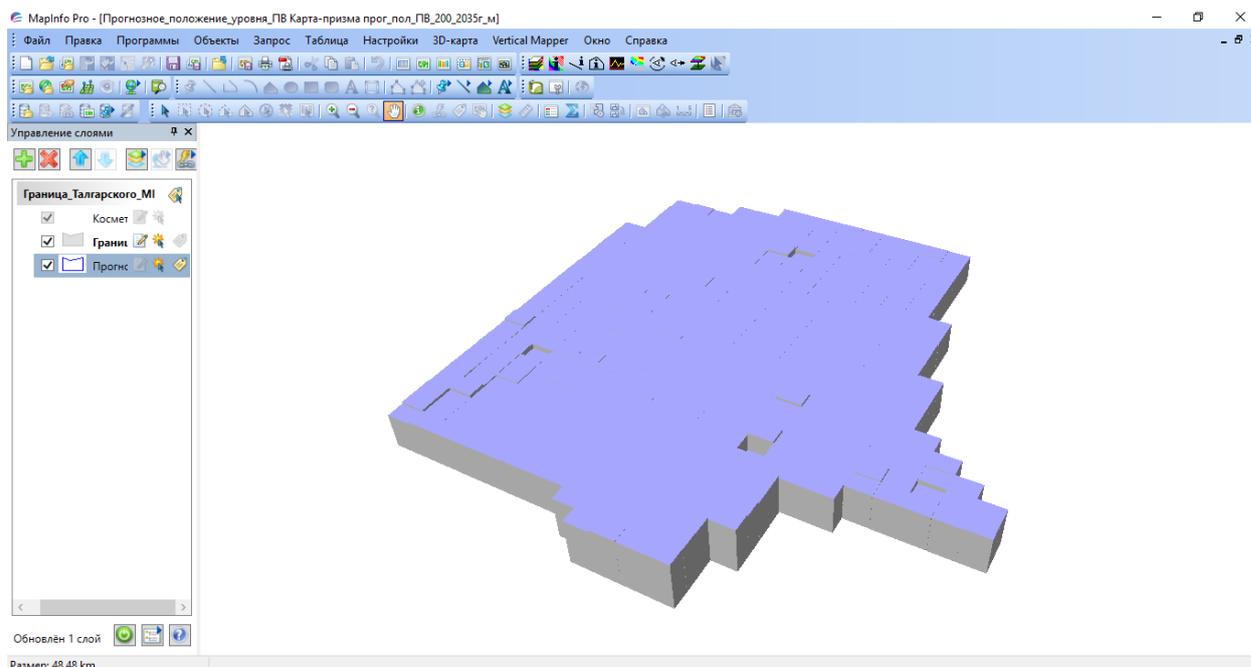


Рисунок 4.37 – Карта-призма прогнозного понижения уровня подземных вод на площади Талгарского МПВ

Созданная ГИС гидрогеологического значения на примере Талгарского МПВ обеспечивает:

- Сбор и накопление информации о местности в виде цифровых карт, планов, схем и её визуализацию;
- Создание, привязку и совместное использование цифровых карт и различной тематической пользовательской информации;
- Поиск любой атрибутивной информации по табличным и картографическим запросам, пространственную визуализацию любой гидрогеологической информации;
- Автоматический ввод и редактирование параметров, необходимых для проведения моделирования: корректирование данных оператором;
- Выбор необходимой информации из базы данных для решения различных гидрогеологических задач при поисково-разведочных работах, эксплуатационной разведки с проведением режимных наблюдений;
- Просмотр, редактирование и использование накопленных сценариев;
- Разработку и выполнение ГИС-приложений, решающих широкий круг задач: от анализа и оценки различных условий до моделирования процессов;
- Формирование отчетных документов [57].

Резюмируя вышеизложенное, создание и использование единой ГИС, отражающей гидрогеологический условия всего Казахстана, основанной на единой базе данных при выполнении гидрогеологических работ (поисках и разведки, эксплуатационной разведки и мониторинге подземных вод), позволит:

- в несколько раз сократить время выполнение работ;
- значительно снизить затраты при выполнении сбора, систематизации и анализа гидрогеологической информации;

- повысить достоверность и корректность изучаемых данных, что существенно скажется на качестве выполнения работ в лучшую сторону;
- определить стандартность сдаваемых в геологические фонды материалов, что в свою очередь обеспечит качество сдаваемого материала, а в дальнейшем простоту и быстроту введения информации в общую базу данных [58].

Источником информации для будущей постоянно действующей ГИС гидрогеологического значения для территории всего Казахстана должны быть данные из различных государственных структурных подразделений, регулирующих важнейшие общественные отношения в различных сферах (в сфере недр и недропользования; водных; экологических; земельных; в сфере здравоохранения; налоговых; связанных с привлечением к административной ответственности).

#### 4.3.5 Обеспечение устойчивого функционирования геоинформационных систем и целостности баз данных

Создание ГИС в любых областях деятельности предполагает, что внесенные данные должны быть унифицированы, взаимосвязаны и систематизированы. К составу и содержанию исходной информации должны предъявляться следующие основные требования [17, с.229-232]:

- полнота, достоверность и достаточность (всестороннее, объективное и подробное описание предметной области);
- избыточность (сведение к минимуму дублирующих сведений в иерархической цепочке объектов БД);
- актуальность (свойство данных в любой момент времени адекватно отображать реальное современное или ретроспективное – состояние изучаемых объектов);
- непротиворечивость (совпадение одинаковых характеристик одних и тех же объектов);
- согласованность информации для связанных объектов;
- уникальность (отсутствие дублирования данных по объектам);
- динамическая непрерывность (накопление сведений об эволюции предметной области);
- устойчивость – возможность работы информации при частично невведенных данных по объектам в целом или отдельным полям объектов.

Полнота и актуальность определяются наличием и своевременным вводом исходных данных, и не зависят от структуры БД и программного обеспечения.

#### 4.3.6 Методы обработки географических данных и основные направления их использования в гидрогеологии

При создании единой ГИС должны быть реализованы процедуры обработки введенной в БД информации, которые можно разделить на следующие типы [17, с.232-236]:

- 1 – выборка объектов по комплексным признакам,
- 2 – формирование стандартных и специальных выходных форм;

3 – экспорт данных в форматы численных моделей и геоинформационных систем.

#### *1 – Формирование выборки объектов*

Выборка объектов для просмотра информации и построения выходных форм осуществляется на основе механизма, позволяющего учитывать различные типы критериев.

При этом при выборке объектов может быть использован как один критерий, так и любая их совокупность. Например, при создании выборки скважин могут использоваться территориальные критерии (административный район, участок наблюдения), привязки к другим объектам базы (месторождение, водозабор и др.), текстовые (назначение, водоносный горизонт), числовые (глубина, год бурения) характеристики, а также критерии наличия связанных данных (данных о конструкции, разрезе и др.). Кроме того, для части критериев предусмотрен контекстный поиск по вхождениям выбранных символов в текстовое содержание критериев.

#### *2 – Формирование выходных форм*

Под формированием выходных форм понимается табличное, текстовое и графическое представление данных. Формы могут быть как стандартными (установленными нормативными документами), так и специальными (вид и содержание определяется пользователем). Выходные формы создаются для предварительно подготовленной выборки объектов.

Предусмотрены следующие их виды:

- таблицы, справки и каталоги;
- карты; графики и диаграммы;
- геологические и геолого-технические разрезы, профили;
- текстовые отчеты.

Все выходные формы создаются и сохраняются (с возможностью последующего редактирования) с использованием программ MS Word, MS Excel, специальных программных комплексов ГИС-приложений MapInfo Professional.

Формирование большинства таблиц данных о режиме предваряется выборкой объектов с использованием идентификационной информации и данных о связях различных объектов БД. Все выходные формы данного раздела сохраняются в виде файлов MS Excel. Возможно построение справок по составу базы данных и составу информации по характеристикам скважин и водозаборов; сведениям о разрешенном и фактическом водоотборе, об утвержденных запасах и др.

Построение графиков производится средствами Excel. Оно предусматривает создание графиков зависимости динамических (в т.ч. гидрогеохимических) показателей от времени, графиков корреляционных связей и др. Для создания карт используется тематические слои созданной ГИС. В картографический формат выводятся точки расположения пунктов наблюдения, подписи к ним, производится автоматическая рисовка изолиний распределения выбранного параметра.

### 3 – Экспорт информации

С целью интеграции информационных ресурсов ГИС должен быть предусмотрен обмен данными с численными моделями.

Для экспорта информации в численные модели в ГИС-приложении MapInfo Professional есть возможность сохранения данных в различных файловых расширениях (форматы или типы файлов), совместимые с различными программами позволяющими проводить моделирование, содержащие необходимые виды данных:

- поверхности геологических слоев;
- положение водозаборных и наблюдательных скважин;
- динамические данные по уровням подземных вод, расходам скважин и многое др.

Схематически экспорт данных созданной геоинформационной модели изображен на рисунке 4.38.

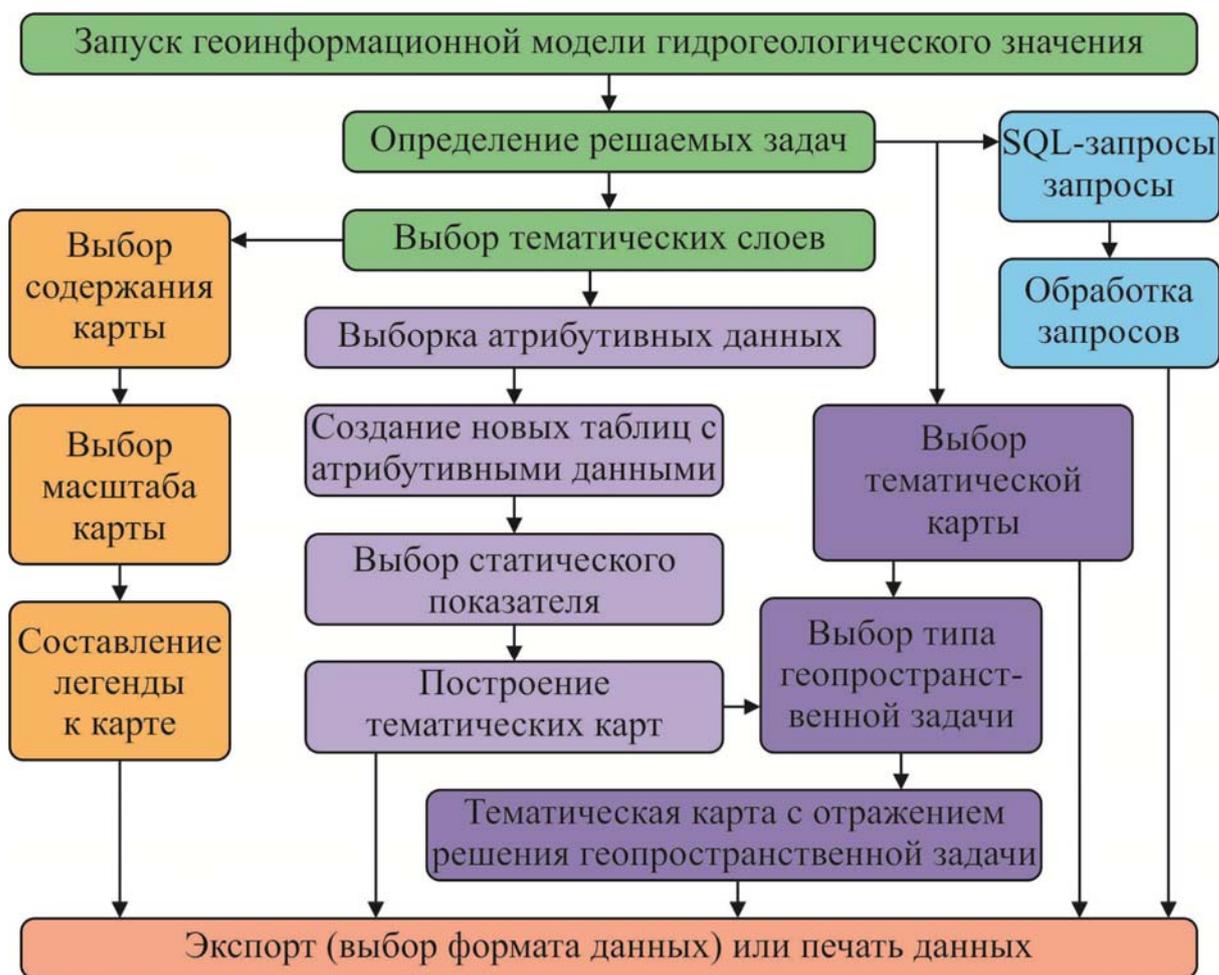


Рисунок 4.38 – Алгоритм процесса экспорта данных созданной геоинформационной модели

Алгоритм процесса экспорта данных не ограничивается приведенной схемой.

#### **Основные выводы по 4 разделу:**

1. Понятие гидрогеологической информации рассмотрено в широком смысле, определено какую информационную нагрузку должны нести в себе тематические слои созданной геоинформационной модели Талгарского МПВ для наилучшего отображения гидрогеологических условий;

2. Дано определение базе данных, сформированы требования к базе данных при создании ГИС гидрогеологического значения, рассмотрены основные преимущества использования баз данных;

3. Сформированные основные требования к создаваемой ГИС в процессе её создания позволили определить исходные данные и картографическую основу геомодели, что в итоге способствовало выведению функциональной структуры единой ГИС гидрогеологического значения, которая будет успешна применима для территории всего Казахстана;

4. Разработанная принципиальная структура базы данных ГИС, позволит обеспечить сбор, обработку и отображение пространственных данных, интеграцию данных, информации и знаний для их эффективного использования при решении практических и научных задач в гидрогеологии, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением гидросферой и сферами общественных отношений (сфера недр и недропользования; водная; экологическая; земельная; сфера здравоохранения; налоговая; связанная с привлечением к административной ответственности);

5. Созданный ГИС-проект на примере Талгарского месторождения подземных вод представил пространственные объекты как формализованные представления реальных объектов и является предметом информационного моделирования (цифрового описания) пространственной локализации отображаемых им объектов реальности. В рамках ГИС Талгарского МПВ показаны возможности построения различных тематических карт, карт-призм, перевода данных тематических слоев в различные форматы с возможностью их использования, как в программах ГИС, так и в других программах для выполнения дальнейшего анализа, моделирования или других задач.

6. Обеспечение устойчивого функционирования ГИС и целостности баз данных позволит выполнять решение различных гидрогеологических задач с применением разработанной ГИС обуславливая методику обработки гидрогеологических данных и основное направление их использования.

## **5 ВНЕДРЕНИЕ ЕДИНОЙ ГИС ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТРУКТУРЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

### **5.1 Законодательство Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования, ответственность за его несоблюдение**

Обоснование возможности использования подземных вод для водоснабжения включает разработку методики и технологии проведения поисково-оценочных (геологоразведочных) работ, их производство, оценку запасов и проектирование эксплуатации. Все перечисленные виды деятельности сопровождаются получением разрешительной документации и различных согласований.

Созданный к настоящему времени комплекс нормативных документов чрезвычайно обширен. При этом он постоянно расширяется и корректируется, что вызывает многочисленные осложнения у недропользователей. По опыту рассмотрения проектов геологического изучения недр и геологических отчетов можно констатировать, что проверка наличия и должного оформления требуемых документов и согласований часто является наиболее сложным и принципиальным вопросом повестки дня [17, с.32].

Заметим, что в результате такого смещения акцентов все меньше внимание уделяется содержательной части материалов - изучаемым и прогнозируемым гидрогеологическим процессам. Если сравнивать качество проведенных в 1960-80-е годы геологоразведочных работ (включая подготовку отчетных материалов) и современных, то это сопоставление явно не в пользу последних. Одной из причин этого явления представляются недостатки нормативно-правовой базы, постоянное «совершенствование» которой, как задумывалось, должно было привести к росту качества и эффективности геологических исследований в частности и недропользования в целом. В итоге у нас в Республике нет действующих конкретных методик и инструкций которые предъявляют требования к качеству материалов по результатам поисково-оценочных (разведочных) работ сдаваемых в государственные органы. Иными словами, в действующих положениях [59] есть перечень необходимых материалов и объемы информации требуемых для сдачи отчетности по геологическому изучению недр в рамках которого проводятся поисково-оценочные работы на подземные воды, но нет требований к формату исходных данных и материалу отражающему результаты этих работ. Почему-то требования к формату сдаваемых на проверку материалов при подсчете запасов полезных ископаемых в действующей с недавнего времени инструкции предъявляется только к отчетам по подсчету запасов по твердым полезным ископаемым, и выглядят следующим образом:

«Исходные данные представляются на государственную экспертизу в виде верифицированной электронной базы, содержащей файлы координат начальных точек разведочных выработок, результатов инклинометрии стволов скважин и маркшейдерских замеров в горных выработках, документации

разведочных выработок и их опробования (все файлы с исчерпывающей информацией для создания геолого-математической модели месторождения). Графическая информация (топографическая основа, планы, разрезы и тому подобное) представляется в векторных или растровых цифровых форматах (\*.dxf, \*.cdr, \*.jpg, \*.tiff, \*.gif, \*.tab (формат MapInfo)) без искажений, с координатной сеткой, с соблюдением соответствия своим бумажным аналогам.

Исходные данные представляются в виде таблиц, объединяющих журналы опробования, и таблиц выделенных пересечений по всему месторождению, в файлах, которые могут быть прочитаны средствами MS Office: MS Excel, MS Access. Программные продукты, работающие с различными операционными системами, следует обеспечивать стандартным интерфейсом импорта/экспорта информационных баз данных из одной системы в другую, а также интерфейсом для работы с любой периферией».

В связи с тем, что нет требований к качеству сдаваемых гидрогеологических материалов, зачастую некоторыми компаниями-исполнителями работ при сдаче отчетных материалов используется и сдается не обработанный графический материал, который является основой при выполнении гидрогеологических работ.

Следует отметить, что нам, специалистам гидрогеологам, как и в любой работе, важен результат, т.е. что мы получим в итоге в последствии решения конкретной гидрогеологической задачи будь то поисково-разведочные (поисково-оценочные) работы, эксплуатационная разведка подземных вод или изучение гидрогеологических условий (особенностей) какой-либо площади (территории, района, региона). Вся практическая работа гидрогеолога связана с изучением конкретных водоносных горизонтов (комплексов) и определением их реальных характеристик (гидрогеологических параметров). Данное изучение проводится при помощи скважин с выполнением в них комплекса работ. В какой бы период времени не происходило изучение водоносного горизонта (комплекса), в не зависимости от того когда решалась задача – 10 или 100 лет назад, не взирая на то существуют ли фактически опробованные скважины на месте или нет – информация по гидрогеологическим характеристикам опробованного водоносного горизонта (комплекса) остаётся информативной и должна служить основой для выполнения любого последующего комплекса гидрогеологических работ на изучаемом участке. Иными словами, мы изучаем водоносные горизонты (комплексы), скважину стоит рассматривать как «прибор» который дает нам данные по изучаемому объекту. Поэтому к сдаваемой гидрогеологической информации следует применять высокие требования в отношении качества и возможности последующего её удобного использования.

Подземные воды как объект права занимают особое положение среди всех видов природных ресурсов. С одной стороны, они содержатся в недрах и обладают основными признаками полезных ископаемых, с другой – являются частью общих водных ресурсов суши. Двойственный характер подземных вод

предопределил их отнесение не только к законодательству о недрах, но и к водному законодательству [17, с.57].

В общей сложности можно выделить два блока документов, регулирующих вопросы деятельности, затрагивающей подземные воды:

- Кодекс РК «О недрах и недропользовании» и Водный кодекс РК, которые содержат основополагающие правовые нормы;

- нормативно-правовые документы смежных отраслей законодательства.

Последовательность действий при проведении полного комплекса гидрогеологических работ с целью разведки и эксплуатации МПВ или участков ПВ схематически отображена на рисунке 5.1.

Последовательность действий можно разделить на две стадии:

- 1-ая поисково-разведочные работы на подземные воды – недропользование, которое в основном контролируется Комитетом геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию РК и его структурными подразделениями (рисунок 5.2);

- 2-ая эксплуатация (добыча/промышленная разработка) подземных вод – водопользование, которое в основном контролируется Комитетом по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РК и его структурными подразделениями (рисунок 5.3);

Многие из структурных подразделений приведенных выше Комитетов составляют и обновляют базы данных, обмениваются информацией между собой, а также с Комитетами других сфер общественных отношений (рисунок 4.3), при этом единой базы данных, общей для всех у них не имеется, что усложняет ведение учёта и мониторинга водного баланса по Республике в целом.

В Казахстане разведано более 630 месторождений подземных вод и множество участков подземных вод для различного целевого назначения, в том числе и питьевого.

Ранее согласно Постановлению Правительства Республики Казахстан от 4 октября 2011 года № 1137 об утверждёнии перечня участков недр, месторождений, имеющих стратегическое значение в РК, было выделено 362 объекта. Из этого числа большую часть – 200 по праву занимали месторождения подземных вод. Выделенные месторождения были разведаны для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов республиканского, областного значения, водоснабжения населённых пунктов и других целей. Примечателен тот факт что в связи с вступлением в силу Кодекса РК от 27 декабря 2017 года «О недрах и недропользовании» вышеуказанное постановление утратило силу, а в новый перечень стратегических участков недр (Постановление Правительства РК от 28 июня 2018 года № 389) ни одно месторождение подземных вод включено не было.

В принципе отношение к подземным водам со стороны как потребителей, так и самого законодательства страны оставляет желать лучшего. Рассмотрим административную ответственность, за несоблюдения Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования связанного с разведкой и добычей подземных вод, приведенную в таблице 5.1.

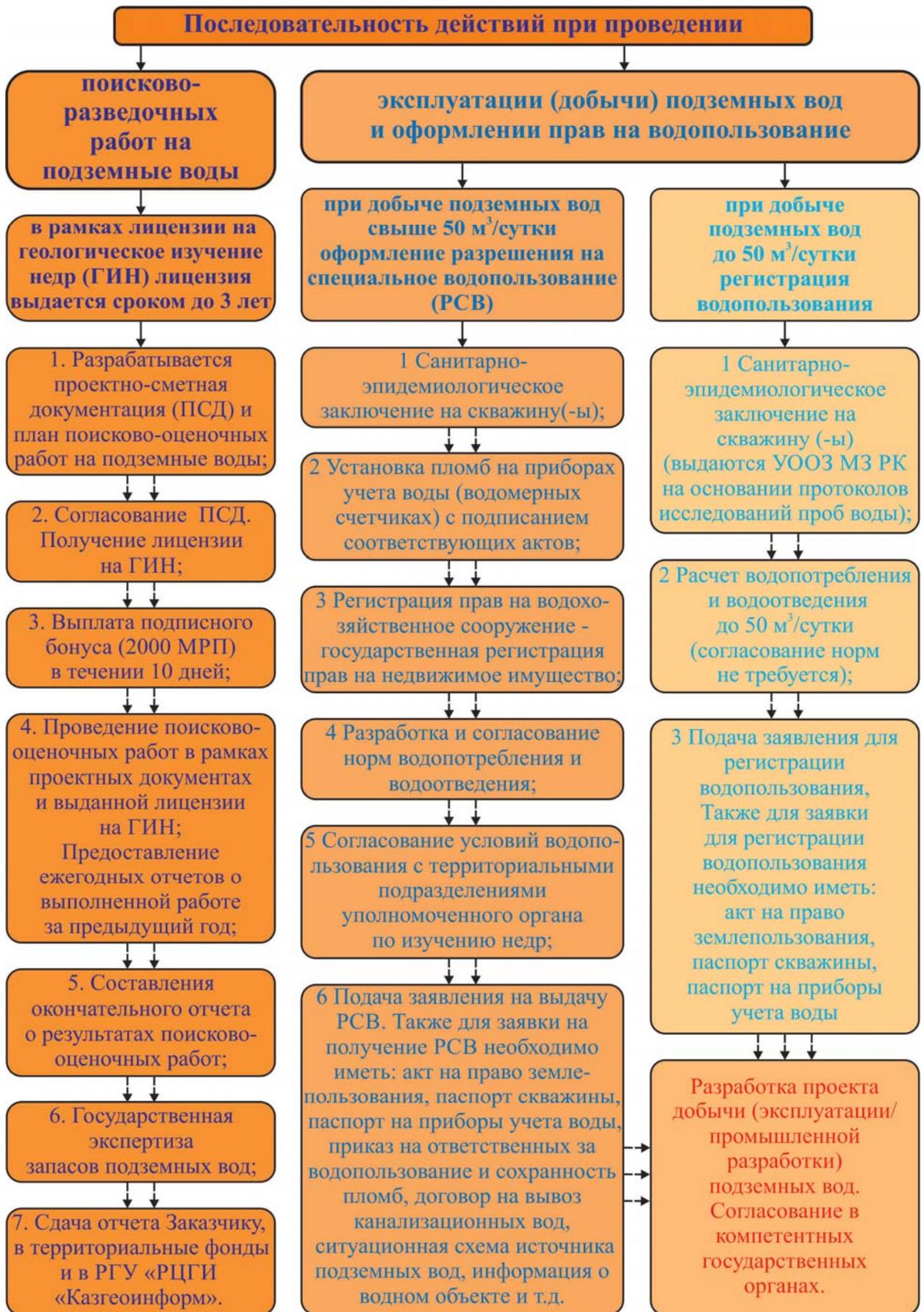


Рисунок 5.1 – Схема недропользования и водопользования при поисково-разведочных работах и добыче подземных вод

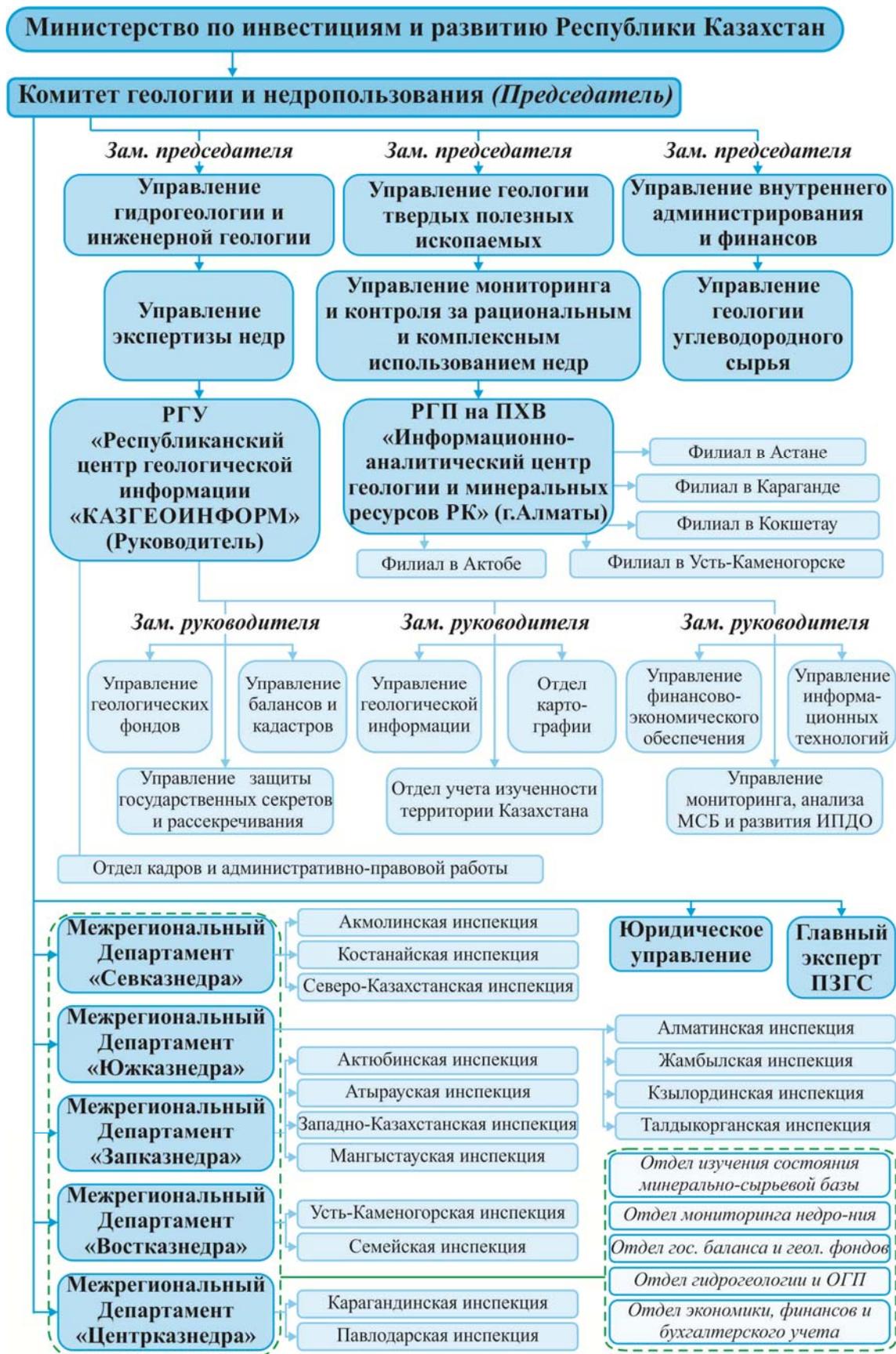


Рисунок 5.2 – Детальная структура Комитета геологии недропользования Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан

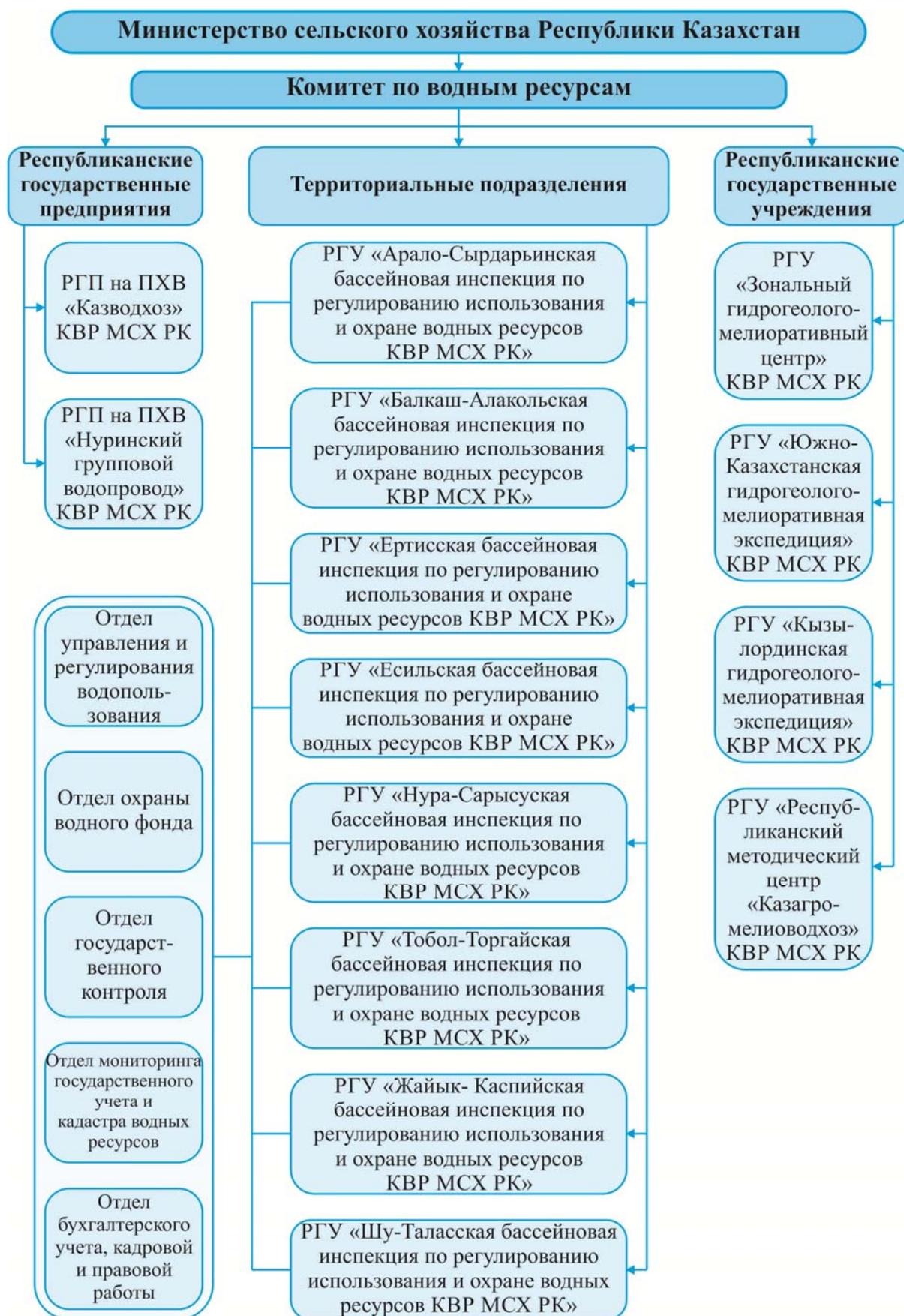


Рисунок 5.3 – Структура Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан

Таблица 5.1 – Законодательство в сфере водопользования, недропользования (касательно подземных вод) и ответственность за его несоблюдение

Обязанности водопользователей и недропользователей предусмотренные законодательством Республики Казахстан		Ответственность водопользователей и недропользователей за несоблюдение обязательств при поисково-оценочных работах и при добыче подземных вод			
Виды работ	Ссылка на Закон	Наименование закона (ссылки на статьи)	Описание статей закона	Штрафы в тенге (МРП на 2018 г.)	
				МРП	тенге
1	2	3	4	5	6
<b>1. При проведении поисково-разведочных (поисково-оценочных) работ на подземные воды</b>					
Проведение поисково-оценочных (поисково-разведочных) работ на подземные воды	Кодекс о недрах и недропользовании Республики Казахстан	Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 1 статья 356. Нарушение правил проведения операций по недропользованию	Нарушение правил проведения операций по недропользованию - влечет штраф на субъектов малого предпринимательства или некоммерческие организации в размере шестидесяти пяти, на субъектов среднего предпринимательства - в размере ста, на субъектов крупного предпринимательства - в размере ста пятидесяти месячных расчетных показателей.	60 100 150	144 300 240 500 360 750
	Кодекс о недрах и недропользовании Республики Казахстан. Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр при разведке и добыче полезных ископаемых	Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 4 статья 356. Нарушение правил проведения операций по недропользованию	Проведение поисковых, оценочных работ и работ по добыче без утвержденных в установленном порядке проектных документов в сфере недропользования - влечет штраф на субъектов <i>малого предпринимательства</i> в размере двухсот пятидесяти, на субъектов <i>среднего предпринимательства</i> - в размере пятисот, на субъектов <i>крупного предпринимательства</i> - в размере двух тысяч месячных расчетных показателей.	250 500 2000	601 250 1 202 500 4 810 000
	Кодекс о недрах и недропользовании Республики Казахстан	Кодекс РК об Административных правонарушениях статья 349. Нарушение порядка представления отчетности в сфере недропользования	Нарушение недропользователем порядка и сроков представления отчетности, предусмотренной Кодексом Республики Казахстан «О недрах и недропользовании», - влечет штраф в размере двадцати месячных расчетных показателей.	20	48 100

Приложение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6
<p>Согласование размещения предприятий и других сооружений, а также условий производства строительных и других работ на водных объектах, водоохранных зонах и полосах  (при бурении скважин в водоохранных зонах и полосах)</p>	<p>Водный Кодекс РК Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан №380 от 1.09.2016г. «Правила согласования размещения предприятий и других сооружений, а также условий производства строительных и других работ на водных объектах водоохранных зонах и полосах»</p>	<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 1 статья 360. Незаконное строительство на водоохранных зонах и полосах водных объектов, а также незаконное изменение естественного русла реки</p>	<p>Незаконное строительство зданий, сооружений и других объектов на водоохранных зонах и полосах, а также незаконное изменение естественного русла реки - влекут штраф на <i>физических лиц</i> в размере двадцати, на субъектов <i>малого предпринимательства или некоммерческие организации</i> - в размере сорока пяти, на субъектов <i>среднего предпринимательства</i> - в размере семидесяти, на субъектов <i>крупного предпринимательства</i> - в размере двухсот пятидесяти месячных расчетных показателей, с принудительным сносом незаконно возводимого или возведенного строения.</p>	<p>20 45 70 250</p>	<p>48 100 108 225 168 350 601 250</p>
<p>Проведение буровых работ согласно проектам согласованным законодательству Республики Казахстан</p>	<p>Водный Кодекс Республики Казахстан Кодекс о недрах и недропользовании Республики Казахстан</p>	<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 2 статья 360. Незаконное строительство на водоохранных зонах и полосах водных объектов, а также незаконное изменение естественного русла реки</p>	<p>Незаконное бурение скважин на воду и строительство водозаборов подземных вод - влекут штраф на <i>физических лиц</i> в размере десяти, на должностных лиц, субъектов <i>малого предпринимательства или некоммерческие организации</i> - в размере сорока, на <i>субъектов среднего предпринимательства</i> - в размере пятидесяти пяти, на <i>субъектов крупного предпринимательства</i> - в размере ста пятидесяти месячных расчетных показателей.</p>	<p>10 40 55 150</p>	<p>24 050 96 200 132 275 360 750</p>
<p>Проведение любого вида работ при выполнении которого было уничтожение или повреждение наблюдательных и</p>		<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 2 статья 138 Уничтожение специальных знаков</p>	<p>Уничтожение или повреждение наблюдательных и режимных скважин на подземные воды, наблюдательных режимных створов на водных объектах, водоохранных или водохозяйственных знаков, лесоустроительных или лесохозяйственных знаков в лесном фонде, маркшейдерских, геодезических и нивелирных пунктов и знаков – влечет штраф <i>на</i></p>		

Приложение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6			
режимных скважин на подземные воды			<p><i>физических лиц в размере пяти</i>, на должностных лиц, субъектов <i>малого предпринимательства или некоммерческие организации</i> - в размере тридцати, на <i>субъектов среднего предпринимательства</i> - в размере семидесяти, на субъектов <i>крупного предпринимательства</i> - в размере ста месячных расчетных показателей.</p>	<p>5 30 70 100</p>	<p>12 025 72 150 168 350 240 500</p>			
			<b>2. При добыче подземных вод</b>					
			Оформление и соблюдение условий Разрешения на специальное водопользование на добычу подземных вод	Водный Кодекс Республики Казахстан	<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях <b>пункт 1 статья 141. Нарушение права государственной собственности на воды</b></p>	<p>Незаконный захват водных объектов, в том числе сброс сточных и других вод, <b>незаконное водопользование</b>, переуступка права водопользования, а также совершение других сделок, в прямой или скрытой форме нарушающих право государственной собственности на воды, - влекут штраф <i>на физических лиц</i> в размере тридцати, на должностных лиц, <i>субъектов малого предпринимательства или некоммерческие организации</i> - в размере сорока, на <i>субъектов среднего предпринимательства</i> - в размере шестидесяти, <i>на субъектов крупного предпринимательства</i> - в размере двухсот шестидесяти месячных расчетных показателей.</p>	<p>30 40 60 260</p>	<p>72 150 96 200 144 300 625 300</p>
					<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях <b>пункт 2 статья 141. Нарушение права государственной собственности на воды</b></p>	<p><b>Забор воды с нарушением лимитов, превышение разрешенных объемов, несоблюдение установленных режимов водопользования</b>, незаконное производство гидротехнических работ, <b>нерациональное, нецелевое использование подземных и поверхностных вод, добытых или отведенных из водных объектов</b>, - влекут штраф <i>на физических лиц</i> в размере десяти, на должностных лиц, субъектов <i>малого предпринимательства или некоммерческие организации</i> - в размере двадцати, на <i>субъектов среднего предпринимательства</i> - в размере тридцати, на субъектов <i>крупного предпринимательства</i> - в размере ста семидесяти месячных расчетных показателей.</p>	<p>10 20 30 170</p>	<p>24 050 48 100 72 150 408 850</p>

Приложение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6
<p><b>Разработка проектного документа на добычу (промышленную разработку/эксплуатацию) подземных вод</b></p>	<p><b>Кодекс о недрах и недропользовании Республики Казахстан. Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр при разведке и добыче полезных ископаемых</b></p>	<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 4 статья 356. <b>Нарушение правил проведения операций по недропользованию</b></p>	<p><b>Проведение поисковых, оценочных работ и работ по добыче без утвержденных в установленном порядке проектных документов в сфере недропользования -</b> влечет штраф на субъектов <i>малого предпринимательства</i> в размере двухсот пятидесяти, на субъектов <i>среднего предпринимательства</i> - в размере пятисот, на субъектов <i>крупного предпринимательства</i> - в размере двух тысяч месячных расчетных показателей.</p>	<p>250 500 2000</p>	<p>601 250 1 202 500 4 810 000</p>
<p><b>Ведение первичного учета вод</b></p>	<p><b>Водный Кодекс Республики Казахстан Приказ Министра сельского хозяйства РК от 30 марта 2015 года № 19/1-274 «Об утверждении правил первичного учета вод»</b></p>	<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях <b>Статья 361. Нарушение правил ведения первичного учета вод и их использования</b></p>	<p><b>Нарушение правил ведения первичного учета вод и их использования -</b> влечет штраф на <i>физических лиц</i> в размере десяти, на должностных лиц, субъектов <i>малого предпринимательства</i> или <i>некоммерческие организации</i> - в размере двадцати, на субъектов <i>среднего предпринимательства</i> - в размере тридцати пяти, на субъектов <i>крупного предпринимательства</i> - в размере семидесяти месячных расчетных показателей.</p>	<p>10 20 30 70</p>	<p>24 050 48 100 72 150 168 350</p>
<p><b>Соблюдение Экологических требования при использовании подземных вод</b></p>	<p><b>Экологический Кодекс Республики Казахстан</b></p>	<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 1 и 2 статья 347. <b>Нарушение экологических норм и правил при проведении операций по недропользованию</b></p>	<p><b>Нарушение экологических норм и правил при проведении операций по недропользованию, если это деяние не повлекло причинение значительного ущерба, -</b>влечет предупреждение. Действия, предусмотренные частью первой настоящей статьи, совершенные повторно в течение года после наложения административного взыскания, - влекут штраф на <i>физических лиц</i> в размере пятнадцати, на субъектов <i>малого предпринимательства</i> - в размере тридцати, на субъектов <i>среднего предпринимательства</i> - в размере пятидесяти месячных расчетных показателей, на <b>субъектов крупного предпринимательства</b> - в размере суммы нанесенного окружающей среде вреда.</p>	<p>15 30 50</p>	<p>36 075 72 150 120 250</p>

Приложение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6
<p><b>Соблюдение Экологических требования при использовании подземных вод</b></p>		<p>Кодекс РК об Административных правонарушениях пункт 2 статья 356. Нарушение правил проведения операций по недропользованию</p>	<p><b>Невыполнение экологических требований при использовании недр -</b> влечет штраф на <i>субъектов малого предпринимательства</i> или <i>некоммерческие организации</i> в размере шестидесяти пяти, на субъектов <i>среднего предпринимательства</i> - в размере ста, на субъектов <i>крупного предпринимательства</i> - в размере ста пятидесяти месячных расчетных показателей.</p>	<p>65 100 150</p>	<p>156 325 240 500 360 750</p>
<p><b>Налог и другие обязательные платежи</b></p>	<p><b>Кодекс Республики Казахстан О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс)</b></p>	<p>Уголовный кодекс Республики Казахстан <b>Статья 245. Уклонение от уплаты налога и (или) других обязательных платежей в бюджет с организаций</b></p>	<p><b>1. Уклонение от уплаты налога и (или) других обязательных платежей в бюджет с организаций</b> путем непредставления декларации, когда подача декларации является обязательной, либо внесения в декларацию заведомо искаженных данных о доходах и (или) расходах, <b>путем сокрытия других объектов налогообложения</b> и (или) других обязательных платежей, если это деяние повлекло неуплату налога и (или) других обязательных платежей в крупном размере, - наказывается штрафом в размере до двух тысяч месячных расчетных показателей либо исправительными работами в том же размере, либо привлечением к общественным работам на срок до восьмисот часов, либо ограничением свободы на срок до трех лет, либо лишением свободы на тот же срок, с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет.</p>	<p>2000</p>	<p>4 810 000</p>

Следует отметить что до недавнего времени статья 356 Кодекса РК об административных правонарушениях носила следующее название «Нарушение правил проведения нефтяных операций и работ по недропользованию» и распространялась только на недропользование связанное с добычей углеводородов. После вступления в силу Кодекса о недрах и недропользовании (28.06.2018 г. – дата начала действия Кодекса) статья 356 Кодекса РК об административных правонарушениях стала «звучать» иначе «Нарушение правил проведения операций по недропользованию». Уточним, что в статье 22 Кодекса о недрах и недропользовании РК перечислены виды операций по недропользованию, к которым отнесено геологическое изучение недр, в рамках которого проводятся поисково-оценочные работы на подземные воды. Таким образом проведение поисково-оценочных работ и работ по добыче подземных вод без утвержденных в установленном порядке проектных документов в сфере недропользования является незаконным.

Необходимо заострить внимание на том, что на многих водозаборных сооружениях добыча подземных вод ведется без проектных документов, а на некоторых без разрешительных документов на добычу. До сих пор не понятен факт выдачи разрешений на специальное водопользования без проектных документов на добычу подземных вод. Согласно перечню необходимых документов при получении РСВ отраженных в 66 статье Водного Кодекса Республики Казахстан проекты на добычу в него не входят. Многие водозаборные скважины эксплуатирующие подземные воды не зарегистрированы и добыча ведется не законно.

Например по официальным данным [60] по состоянию на 2014 год на территории Алматинской области имелось 1 563 скважин, из которых более 300 самоизливающихся, при этом уполномоченными органами необходимые меры по консервации или ликвидации самоизливающихся скважин не принимались и не принимаются. По сведениям Балхаш-Алакольской бассейновой инспекции разрешение на специальное водопользование подземных вод по Алматинской области выдано всего 159 водопользователям на 461 скважин, из них 193 скважины находятся в коммунальной собственности. Данный факт, свидетельствует о том, что на 1 102 скважинах (из 1 563 скважин) не имелось разрешений на специальное водопользование подземных вод, государственной регистрации прав на недвижимое имущество и прибора учета воды. Не стоит забывать о фактически имеющихся скважинах, данные по которым не предоставлялись в государственные органы и соответственно нигде на учета они не состоят, добыча подземных вод из них ведется не законно.

А теперь рассмотрим незаконную добычу подземных вод, допустим, субъектом малого предпринимательства осуществляется эксплуатации одной самоизливающей скважины Иссык-Тургеньского месторождения производительность (дебит) которой составляет 2000 м<sup>3</sup>/сутки. Согласно законодательству РК [61, 62] (таблицы 5.1) административная ответственность за проведение незаконных буровых работ (40 МРП), незаконное водопользование (40 МРП), проведение работ по добыче без утвержденных документов (250 МРП), нарушение правил ведения первичного учета вод (20

МРП), нарушение экологических норм и правил при проведении операций по недропользованию (30 МРП), итого в общем составит 380 МРП или 913 900 тенге. В случае аналогичной ситуации с субъектом крупного предпринимательства их административная ответственность составит 2 530 МРП или 6 084 650 тенге.

В таких ситуациях также не следует забывать о необходимости соблюдения законодательства Республики Казахстан в налоговой сфере. Согласно пункту 2 статьи 748 Кодекса Республики Казахстан О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс) ставки налога на добычу полезных ископаемых на подземные воды исчисляются за 1 кубический метр добытой подземной воды исходя из размера месячного расчетного показателя, установленного законом о республиканском бюджете и действующего на 1 января соответствующего финансового года, и минимально составляют – 0,001 МРП или 2,405 тенге за 1 м<sup>3</sup>/сутки. Получается, что при самоизливе скважины с производительностью 2000 м<sup>3</sup>/сутки, годовая её производительность составляет 730 000 м<sup>3</sup>. Таким образом бюджет страны с 1 самоизливающей скважины с производительностью 2000 м<sup>3</sup>/сутки из-за незаконной добычи не дополучает 1 755 650 тенге за год.

Ввиду всего вышеизложенного в РК наступает время, где к подземной воде, как стратегическому ресурсу необходимо пересмотреть нынешние отношения. Необходимо ужесточить административную ответственность путём увеличения штрафов – за незаконную добычу подземных вод, несоблюдение экологического законодательства по отношению к воде, повреждение мониторинговых (наблюдательных) скважин (штраф на физическое лицо 5 МРП или 12 025 тенге) и д.р.

Мы должны привлечь внимание к сложившемуся необоснованно пренебрежительному отношению к подземным водам, для этого нужно повысить ответственность за нарушения связанные с недропользованием и водопользованием в процессе проведения гидрогеологического комплекса работ, так что б водопользователям и недропользователям было не выгодно нарушать законодательство Республики Казахстан. Также необходимо повысить качество гидрогеологической информации, сдаваемой недропользователями и водопользователями в процессе разведки и эксплуатации месторождений (участков) подземных вод, создать возможности её использования.

С внедрением и созданием единой ГИС для всего Казахстана мы поможем нашему правительству взглянуть на воду по другому, мы поменяем отношение к воде у потребителей. Единая система ГИС гидрогеологического значения с учетом интересов всех сфер общественных отношений (сфера недр и недропользования; водная; экологическая; земельная; сфера здравоохранения; налоговая; связанная с привлечением к административной ответственности) обеспечит контроль за соблюдением рационального водопользования и законодательства РК, позволит повысить эффективность и сократит время решения управленческих задач, объединит информационные ресурсы различных Комитетов в единую цифровую основу.

## **5.2 Принципы внедрения единой ГИС гидрогеологического значения и алгоритм её использования в государственных структурах Республики Казахстан**

Создание системы управления в сфере отношений, касающихся подземных вод, применительно к новым общественно-экономическим условиям, является важнейшей государственной задачей. Эта задача решается уже более 20 лет, но имеющиеся результаты далеки от желаемых.

Основой современной системы государственного управления ресурсами подземных вод является их отнесение к сфере законодательства о недрах и недропользовании. Однако дискуссия о юрисдикции подземных вод продолжается уже почти сто лет и имеет не только теоретический характер.

Во-первых, несмотря на то, что большинство статей Водного кодекса, касающихся подземных вод, содержит отсылки к законодательству о недрах, отзвуки этой дискуссии находят отражение в ряде действующих правовых и нормативных актов.

Во-вторых, не прекращаются попытки исключить подземные воды из сферы недропользования (из состава полезных ископаемых) – путем перевода их в сферу водного законодательства и (или) путем объединения функций по управлению поверхностными и подземными водами в рамках одной структуры.

Такие предложения не решат имеющихся проблем, а приведут к слому сложившейся в течение десятилетий системы, что негативным образом скажется на обеспечении хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и объектов промышленности [17, с.58].

Законодательство о недрах в настоящее время жестко регламентирует практически каждый шаг недропользователя. Государство старается максимально зарегулировать последовательность работ, их состав и требования к отчетности. Вектор развития нормативной базы очевиден – детальная регламентация действий как недропользователей, так и должностных лиц, ответственных за исполнение государственных функций.

При этом, если ранее во главу угла ставился дух закона (в широком смысле слова), то сейчас уже буква закона. При рассмотрении отчетов и проектов проверка наличия и должного оформления требуемых документов и согласований часто является наиболее сложным и принципиальным вопросом повестки дня. Соответственно, все меньше внимание уделяется содержательной части материалов, что самым негативным образом сказывается на качестве и эффективности гидрогеологических исследований в частности и недропользования в целом.

Состав и порядок проведения геологоразведочных (поисково-оценочных) работ и получения сопутствующих государственных услуг выстроен для случая, когда объектом оценки запасов является участок недр без оцененных запасов (перспективный участок). Эта схема не предусматривает исключений, которые должны касаться, в первую очередь, проектирования геологического изучения недр и эксплуатации - для участков действующих водозаборов, для одиночных водозаборных скважин для целей нецентрализованного водоснабжения [50, 63].

Многие из действующих документов в сфере недропользования, а также требования к изученности запасов нуждаются в коренной переработке.

Также необходимо пересмотреть размеры ставки обязательного подписного бонуса по лицензии на геологическое изучение недр в рамках которой проводятся поисково-оценочные работы, иной раз сумма которого (2000 МРП или 4 810 000 тенге) превышает проведения самих гидрогеологических работ. Следует отметить, что ставка подписного бонуса на лицензию на ГИН в статье 727 Кодекса Республики Казахстан О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс) в размере 2000 МРП является самой высокой и минимум в 20 раз превышает ставки подписного бонуса по другим лицензиям.

Итак, общая система государственного управления ресурсами подземных вод формируется на базе многочисленных законов и подзаконных актов. При этом вследствие разобщенности вовлеченных в этот процесс различных государственных структур Комитетов, несовпадения их интересов, а также недостаточно высокой квалификации разработчиков действующая база противоречива, содержит ряд пробелов, устаревших и утративших силу норм [64, 65, 66, 67, 68] и необоснованных требований, что препятствует эффективному и рациональному использованию недр и ресурсам подземных вод.

Исправление недостатков сложившейся системы государственного управления подземными водами требует, как гармонизации Кодекса РК О недрах и недропользовании и Водного кодекса РК с другими Законами (Кодексами), так и упорядочения норм многочисленных подзаконных актов. Для этого необходима координация и совместная работа Комитетов, участвующих в ее формировании [17, с.60-61].

Решения вышеуказанных проблем будут заключаться в следующем:

- Совершенствовании нормативно-правовой базы управления ресурсами подземных вод в нескольких направлениях: внесение поправок в подзаконные акты и подготовка новых редакций документов; выделение в Водном Кодексе РК отдельной главы, посвященной подземным водам; пересмотр ставки подписного бонуса по лицензии на ГИН в зависимости от необходимо количества подземных вод при проведении поисково-оценочных работ; ужесточение административной ответственности путём увеличения штрафов за нарушения закона в сфере водопользования;

- Разработке новых инструкций, методик с акцентированием внимания в них на качество и форматы сдаваемых гидрогеологических материалов (отчетности) в процессе выполнения поисково-разведочных, эксплуатационных работ на подземные воды. Применяемые законом постановления, инструкции, правила, методики (и т.д.) должны не усложнять, а создавать и способствовать возможности изучения гидрогеологических условий МПВ и участков;

- Внесении в Административно правовой Кодекс РК ответственности за несоблюдение отдельных пунктов статьи 120 Водного кодекса РК, касающихся обязанности ведения мониторинга подземных вод, и подлежащих оборудованию устройствами консервации или ликвидации гидрогеологических скважин;

- Создании и использовании единой ГИС, отражающей гидрогеологический условия всего Казахстана, основанной на единой базе данных сдаваемых в компетентные органы при выполнении гидрогеологических работ (поисках и разведки, эксплуатационной разведки или мониторинге подземных вод, эксплуатации водозаборов), позволяющей в несколько раз сократить время выполнения работ; значительно снизить затраты на выполнение сбора, систематизацию и анализ гидрогеологической информации; повысить достоверность и корректность изучаемых данных, что существенно скажется на качестве выполнения работ в лучшую сторону; определить стандартность сдаваемых в геологические фонды материалов, что в свою очередь обеспечит качество сдаваемого материала, а в дальнейшем простоту и быстроту введения информации в общую базу данных;

- Создание специальной государственной гидрогеологической службы для контроля изучения режима эксплуатации водозаборов и зон санитарной охраны источников водоснабжения путем объединения различных структур Комитета по водным ресурсам МСХ РК и Комитета геологии и недропользования МИР РК или выделением в отдельную структуру в рамках Комитета, либо путем создания отдельной вневедомственной структуры, в задачи которой также будет входить: контроль за проведением правильности режимных наблюдений за изменением качества, уровня режима, количеством забора подземных вод, контроль за содержанием зон санитарной охраны и технического состояния скважин, контроль за соблюдением законодательства РК.

В практической сфере в гидрогеологии зачастую в различных проектах нет окупаемости из-за того, что подземные воды чаще всего используются для различного водоснабжения с целью удовлетворения собственных нужд объектов, а не с целью их коммерческой реализации, в связи с чем гидрогеология с практической и с научной сторон выглядит в настоящее время не «привлекательно» для вложений, даже со стороны государства. Создание единой постоянно-действующей геоинформационной модели гидрогеологического назначения для всего Казахстана – внесёт коренной пересмотр ведения учета и баланса по водным объектам, позволит вовремя отслеживать нарушения Законодательства в сфере недропользования и водопользования, что в свою очередь принесет в бюджет значительные денежные средства за счет налоговых выплат и штрафов связанных с нерациональным, незаконным использованием подземных вод и не только. В Казахстане нет аналогов рассмотренных рычагов управления на базе ГИС в сфере недропользования и водопользования.

Схематически внедрение единой ГИС гидрогеологического значения будет иметь следующий вид (рисунок 5.4).

Практикой доказана быстрая и многократная окупаемость инвестиций в крупные геоинформационные проекты. Производство пространственных данных стимулирует развитие смежных отраслей и формирование новых рабочих мест [8, с.3].



Рисунок 5.4 – Структура ведение единой ГИС гидрогеологического значения

### **Основные выводы по 5 разделу:**

1. Рассмотренные основные проблемы связанные как с отсутствием действующих конкретных методик и инструкций предъявляющих требования к качеству гидрогеологических материалов по результатам поисково-оценочных (разведочных) работ сдаваемых в государственные органы, так и с отсутствием административной ответственности при несоблюдении законодательства РК в процессе недропользования и водопользования должны решаться основываясь на создании единой постояннодействующей ГИС гидрогеологического значения для всей территории Казахстана;

2. Исправление недостатков сложившейся системы государственного управления подземными водами требует, как гармонизации Кодекса РК О недрах и недропользовании и Водного кодекса РК с другими Законами (Кодексами), так и упорядочения норм многочисленных подзаконных актов. Для этого необходима координация и совместная работа Комитетов, участвующих в ее формировании. Как выход из сложившейся ситуации предложено создание специальной государственной гидрогеологической службы для контроля изучения режима эксплуатации водозаборов и зон санитарной охраны источников водоснабжения путем объединения различных структур Комитета по водным ресурсам МСХ РК и Комитета геологии и недропользования МИР РК или выделением в отдельную структуру в рамках Комитета, либо путем создания отдельной вневедомственной организации.

3. В разделе приведен алгоритм внедрение и использование созданной ГИС в действующую структуру государственных органов Республики Казахстан, как эффективный аппаратно-программный комплекс для постоянного ведения учета и баланса по водным объектам, мониторинга (эксплуатационной разведки подземных вод) за изменением гидрогеологических условий и соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненной работы по созданию и применению географической информационной системы для обоснования планирования и постановки поисково-разведочных гидрогеологических работ отражены в настоящей диссертации и заключаются в следующем:

1. Проведенный обзор применения ГИС-технологий в мировой практике и выполненный анализ применения ГИС при проведении гидрогеологических исследований в Казахстане показывает актуальность создания единой ГИС гидрогеологического значения;

2. Выделены особенности сбора и хранения гидрогеологической информации;

3. Рассмотренные предпосылки необходимости создания ГИС гидрогеологического значения как «инструмента» для сохранения, обработки и анализа ранее накопленных данных и получения на их основе новых информационных ресурсов обосновывают целесообразность выполнения работ по разработке единой ГИС;

4. Приведенные практические примеры использования всех имеющихся данных ранее выполненных работ и их обработка в программных комплексах ГИС, с целью отображения полной картины гидрогеологических условий изучаемой территории, ещё раз подтверждают актуальность выполнения работ отраженных в тематике настоящей диссертации.

5. Сформированные основные требования к создаваемой ГИС в процессе её создания позволили определить исходные данные и картографическую основу геомодели, что в итоге способствовало выведению функциональной структуры единой ГИС гидрогеологического значения, которая будет успешна применима для территории всего Казахстана;

6. Разработанная принципиальная структура базы данных ГИС, позволит обеспечить сбор, обработку и отображение пространственных данных, интеграцию данных, информации и знаний для их эффективного использования при решении практических и научных задач в гидрогеологии, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением гидросферой и сферами общественных отношений (сфера недр и недропользования; водная; экологическая; земельная; сфера здравоохранения; налоговая; связанная с привлечением к административной ответственности);

7. Обеспечение устойчивого функционирования ГИС и целостности баз данных позволит выполнять решение различных гидрогеологических задач с применением разработанной ГИС обуславливая методику обработки гидрогеологических данных и основное направление их использования;

8. Созданный ГИС-проект на примере Талгарского месторождения подземных вод представил пространственные объекты как формализованные представления реальных объектов и является предметом информационного моделирования (цифрового описания) пространственной локализации отображаемых им объектов реальности. В рамках ГИС Талгарского МПВ

показаны возможности построения различных тематических карт, карт-призм, перевода данных тематических слоев в различные форматы с возможностью их использования, как в программах ГИС, так и в других программах для выполнения дальнейшего анализа, моделирования или других задач;

9. Приведен алгоритм внедрение и использование созданной ГИС в действующую структуру государственных органов Республики Казахстан, как эффективный аппаратно-программный комплекс для постоянного ведения учета и баланса по водным объектам, мониторинга (эксплуатационной разведки подземных вод) за изменением гидрогеологических условий и соблюдением Законодательства Республики Казахстан в сфере недропользования и водопользования.

Цель и задачи диссертационной работы выполнены в полном объеме.

К рассмотренным основным проблемам создания единой ГИС гидрогеологического значения, связанным, как с отсутствием действующих конкретных методик и инструкций предъявляющих требования к качеству гидрогеологических материалов по результатам поисково-оценочных (разведочных) работ сдаваемых в государственные органы, так и с отсутствием административной ответственности при несоблюдении законодательства РК в процессе недропользования и водопользования даны конкретные пути решения.

В первые с целью исправления недостатков сложившейся системы государственного управления подземными водами для гармонизации Кодекса РК О недрах и недропользовании и Водного кодекса РК с другими Законами (Кодексами), и упорядочения норм многочисленных подзаконных актов рассмотрена координация и совместная работа Комитетов, участвующих в ее формировании. Как выход из сложившейся ситуации предложено создание специальной государственной гидрогеологической службы для контроля изучения режима эксплуатации водозаборов и зон санитарной охраны источников водоснабжения путем объединения различных структур Комитета по водным ресурсам МСХ РК и Комитета геологии и недропользования МИР РК или выделением в отдельную структуру в рамках Комитета, либо путем создания отдельной вневедомственной организации.

В практической сфере в гидрогеологии зачастую в различных проектах нет окупаемости из-за того, что подземные воды чаще всего используются для различного водоснабжения с целью удовлетворения собственных нужд объектов, а не с целью их коммерческой реализации, в связи с чем гидрогеология с практической и с научной сторон выглядит в настоящее время не «привлекательно» для вложений, даже со стороны государства. Создание единой постоянно-действующей геоинформационной модели гидрогеологического назначения для всего Казахстана – внесёт коренной пересмотр ведения учета и баланса по водным объектам, позволит вовремя отслеживать нарушения Законодательства в сфере недропользования и водопользования, что в свою очередь принесет в бюджет значительные денежные средства за счет налоговых выплат и штрафов связанных с нерациональным, незаконным использованием

подземных вод и не только. В Казахстане нет аналогов рассмотренных рычагов управлений на базе ГИС в сфере недропользования и водопользования.

Мировой практикой доказана быстрая и многократная окупаемость инвестиций в крупные геоинформационные проекты. Производство пространственных данных стимулирует развитие смежных отраслей и формирование новых рабочих мест.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Вернадский В.И. История минералов земной коры. Том второй. История природных вод. Том второй. Часть первая История природных вод. Выпуск I. – Ленинград: ГОСХИМТЕХИЗДАТ ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ, 1933. – 202 с.

2 Ибраимов В.М., Сотников Е.В., Завалей В.А. Необходимость создания ГИС для оптимизации проектирования поисково-разведочных работ // Сборник статей международной исследовательской организации «Cognitio» по материалам IX Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки XXI века». – М., 2016. – Ч.2.- С. 17-19.

3 Ибраимов В.М., Сотников Е.В. Проблема загрязнения подземных вод нефтепродуктами // Труды международного форума «Инженерное образование и наука в XXI веке: Проблемы и перспективы», посвященного 80-летию Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева. – Алматы, 2014. – Т. I.- С. 597-600.

4 СНиП РК 4.01-02-2009. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - Астана, Агентство Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства, 2010. – 122 с.

5 Абрамов С.К., Биндеман Н.Н., Семенов М.П. Водозаборы подземных вод. - М.: Стройиздат, 1947. – 228 с.

6 Плотников Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1985. – 370 с.

7 Ibraimov V.M., Sotnikov E.V. The database structure in GIS (geographical information system) applied to the formulation of exploration works in hydrogeology // NEWS of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Geology and technical sciences. - Almaty, 2016. - Vol. 5, Iss. 419. – P. 144-149.

8 Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Геоинформатика: учебник для студентов высш. учеб. заведений – книга 1 – 3-е изд. перераб. и доп. / под редакцией Тикунова В.С. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.

9 Джазылбеков Н.А., Некрасов Б.А., Хлыбов П.Б. Отчет о результатах геологоразведочных работ по переоценке запасов подземных вод Талгарского месторождения в Алматинской области для водоснабжения г. Алматы по состоянию на 01.01.2010 г. Книга 1 / ТОО «КАРСТ-1». – Алматы, 2010. – 218 с.

10 Сотников Е.В., Ибраимов В.М. Проект эксплуатации Талгарского месторождения подземных вод на участке скважин №№ 185/1, 161/4, 1487/5 для хозяйственно-питьевого и производственно технического водоснабжения ГУ «Республиканская психиатрическая больница специализированного типа с интенсивным наблюдением Министерства здравоохранения Республики Казахстан» в Талгарском районе Алматинской области / ТОО «Геодезический центр изыскания «Жер». – Алматы, 2012. – 91 с.

11 Сотников Е.В., Ибраимов В.М. Проект эксплуатации Талгарского месторождения подземных вод на участке скважин №№ 492, 2113 и резервной

скважины № 50 для хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения объектов ТОО «Кентас» в с. Байтерек Енбекшиказахского района Алматинской области / ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR». – Алматы, 2012. – 98 с.

12 Буров Б.В. Талгарское месторождение подземных вод в предгорьях Заилийского Алатау (Отчет о результатах детальной разведки для водоснабжения г. Алма-Аты с подсчетом запасов по состоянию на 1 сентября 1979 г.). / Алма-Атинская гидрогеологическая экспедиция. - Алма-Ата, 1979 г. - 414 с.

13 Арсланова Х. А., Голубчина М. Н., Искандерова А. Д. и др. Геологический словарь.– 2-ое изд. / под ред. Паффенгольца К. Н. – М.: Недра, 1978. – Т. I. - 486 с.

14 Ковалевский В.С. Исследования режима подземных вод в связи с их эксплуатацией. – М.: Недра, 1986. – 198 с.

15 Гавич И.К., Семенова С.М., Швец В.М. Методы обработки гидрогеологической информации с вариантами задач: учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1981. – 160 с.

16 Лукнер Л., Шестаков В. М. Моделирование геофильтрации. – М.: Недра, 1976. – 407 с.

17 Язвин А.Л. Ресурсный потенциал пресных подземных вод России (решение современных проблем геологического изучения): дис. ... д.г.-м.н.: 25.00.07 / Российский государственный геологоразведочный институт им. Серго Орджоникидзе. – М., 2015. – 323 с.

18 Официальный сайт Регионального центра геологической информации «Казгеоинформа» Комитета геологии и недропользования Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан. – URL: <http://rcgi.geology.gov.kz/ru/direction-of-activity/20-republican-geological-foundation>. 10.09.2018.

19 Баранов Ю.Б., Грушин Р.В. Геоинформационные технологии в геологии и недропользовании // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации «Геопрофи». – М., 2006. – № 2. – С. 4-7.

20 Ибраимов В.М., Сотников Е.В., Завалей В.А. Географическая информационная система (ГИС) как инструмент для решения гидрогеологических задач // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции посвященной 50-летию кафедры «Технология и нехника бурения скважин». Геологоразведочное и нефтегазовое дело в XXI веке: технологии, наука, образование. – Алматы, 2016. – С. 117-122.

21 Инструкция по составлению и подготовке к изданию Государственной гидрогеологической карты Казахстана масштаба 1:200 000. Утверждена приказом Комитета геологии и недропользования МЭМР РК от 09.11.2004 года № 144-п. – Кокшетау, 2006 г. – 137 с.

22 Ибраимов В.М., Сотников Е.В. Проект на проведение разведки и оценки эксплуатационных запасов подземных вод на участке проектных водозаборных скважин №№ 3352, 3353 для производственно-технического водоснабжения

объектов ТОО «Галаз и Компания» на нефтегазовом месторождении Северо-Западный Коныс Сырдарьинского района Кызылординской области / ТОО «Производственная компания «Геотерм». – Алматы, 2011. – 91 с.

23 Сергеев Н.Н., Червоных С.А., Коробкин В.В. и др. Отчет «Гидрогеологическая съемка с инженерно-геологическими, геоэкологическими исследованиями и картографированием масштаба 1 : 200 000 листов L-41-XVII (Приаралье) / ТОО ГСП «Ізденіс». – Алматы, 2002. – 122 с.

24 Жексембаев Ю.М. Отчет о разведке подземных вод для технического водоснабжения нефтяного месторождения Кызылкия (с подсчетом запасов подземных вод по состоянию на 1 октября 2004 г.) / ТОО «Гидрогеоэкологическая научно-производственная и проектная фирма «КазГИДЭК». – Алматы, 2004. – 97 с.

25 Молдашев Б.Р., Жаксыбаев У.Т., Садыклов А.С., Ескендирва Г. Отчет о результатах разведки подземных вод для технического водоснабжения нефтепромысла Коныс (с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод по состоянию на 1 июня 2006 года) / ТОО Компания «Гео-Инвест». – Кызылорда, 2006. – 111 с.

26 Сотников Е.В., Ибраимов В.М. Проект на проведение работ по объекту «Доразведка с целью переоценки запасов подземных вод участка № 3, участка № 4 Верхне-Келесского месторождения в Южно-Казахстанской области / ТОО «Гидрогеологическая проектно-производственная компания «PHREAR». – Алматы, 2013. – 89 с.

27 Ахинбеков Р., Жексембаев Ю.М., Губа Я.П., Конебаев Т.К., Михайловский В.И. и др. Отчёт о детальной разведке Верхне-Келесского месторождения подземных вод по работам за 1969-1971 г.г. (хозпитьевое водоснабжение Дарбазинской группы совхозов Чимкентской области) / Сары-Агачская гидрогеологическая партия, Южно-Казахстанской гидрогеологической экспедиции. – Сары-Агач, 1971. – 187 с.

28 Крумин В.К., Стрельчанин Н.А., Флёров И.А., Шевченко С.И. и др. Отчёт о результатах детальной разведки Верхне-Келесского месторождения подземных вод (по работам 1979-1980 г.г.). Том I / Южно-Казахстанская гидрогеологическая экспедиция. – Белые Воды, 1980. – с. 191.

29 Ибраимов В.М., Канафин К.М., Сотников Е.В. Обработка данных дистанционного зондирования с применением ГИС при проектировании гидрогеологических работ Вестник НАН РК // BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN. – 2017. – Vol. 2. – Iss. 366. – P. 87-94.

30 Канафин К.М., Ибраимов В.М. Дешифрирование космоснимков с применением ГИС в гидрогеологических исследованиях // BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN. – 2016. – Vol. 6. – Iss. 364. – P. 27-33.

31 Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 416 с.

32 Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.

33 Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.

34 Tomlinson, R. F. Geographic Information Systems // A New Frontier. Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Handling. - Zurich, Switzerland. 1984. - P. 1-14.

35 ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. : пер. с англ. - М.: Дата+, 1999. - 491 с.

36 Черемисина Е.Н., Никитин А.А. Геоинформационные системы в природопользовании // Журнал «Геоинформатика». - 2006. - № 3. - С. 5-20.

37 Ибраимов В.М., Сотников Е.В., Завалей В.А. Анализ применения географических информационных систем при гидрогеологических исследованиях в Казахстане // Труды международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе», посвященной 80-летию юбилею Кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева. – Алматы, 2013. – С. 271-272.

38 Кучин А.Г. Гидрогеологическое картографирование бассейнов стока на основе ГИС-технологий // Питательные подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы международной научно-практической конференции. Часть 3. Московская обл., п. Зелёный, ВСЕГИНГЕО - г. Балашиха: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2011. С. 184-193.

39 Подольный О.В., Кучин А.Г., Касымбеков Д.А.. Гидрогеологическое картографирование на основе ГИС-технологий // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2010. - № 9. - С. 38-40.

40 Кучин А.Г. Трансграничные водоносные горизонты Казахстана (типизация, оценка рисков, информационная основа управления): дис. ... к.г.-м.н.: 25.00.07 / Институт водных проблем и гидроэнергетики НАН Кыргызской Республики. - Бишкек, 2012. – 182 с.

41 Рахимов Т.А. Научно-методические принципы анализа эксплуатации и мониторинга месторождений подземных вод с применением ГИС-технологий и компьютерного моделирования гидрогеологических систем: дис. ... PhD:6D075500/ КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – Алматы, 2017. – 108 с. Инв. № 0618РК00007.

42 Образовательный портал. Географические информационные системы. Лекция 8. - URL: <https://do.uriit.ru>. 10.09.2018.

43 Ибраимов В.М., Сотников Е.В., Завалей В.А. Перспективы использования современных компьютерных технологий при поисково-разведочных гидрогеологических работах // Труды международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе», посвященной 80-летию юбилею

Кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева. – Алматы, 2013. – С. 272-275.

44 Плотников Н.И. Эксплуатационная разведка подземных вод. – Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Недра, 1979. – 272 с.

45 Ибраимов В.М., Завалей В.А. Создание и применение географической информационной системы для обоснованного планирования и постановки поисково-разведочных гидрогеологических работ статья // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2018. - № 10 (162). – С. 44-47.

46 Шпильман А.В., Шутько С.Ю. Геологическое моделирование. Создание и мониторинг геологических моделей // Геология нефти и газа – М., 1999. – № 03-04. – С. 49-53.

47 Евсеева О.Н., Шамшев А.Б. Работа с базами данных на языке С#. Технология ADO.NET: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 170 с.

48 Зеегофер Ю.О., Клюквин А.Н., Пашковский И.С., Рошаль А.А. Постоянно действующие модели гидrolитосферы территорий городских агломераций (на примере Московской агломерации) - М.: Наука, 1990. – 198 с.

49 Абдуллина В.З. Базы данных в информационных системах. – Алматы: КазНТУ, 2015. – 288 с.

50 Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-III // <http://online.zakon.kz>.

51 Шокин Ю.И., В.П. Потапов. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения // Вычислительные технологии. ИВТ СО РАН. Том 20, № 5. - Новосибирск, 2015. – С. 175-185.

52 Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. – Вып. 4. – Т.V. - 576 с.

53 Лурье И.К. Геоинформационное картирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: КДУ, 2008. – 424 с.

54 Самсонов Т.Е. Мультимасштабное картографирование рельефа: общегеографические и гипсометрические карты. - Saarbrucken: LAP, 2011. - 208с.

55 Нарыжнова Е.Ю., Астапенко Т.С. Геоинформационные технологии в горной промышленности // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Перспективы и инновации в горном деле». – Минск: БНТУ, 2018. - С. 71-76.

56 Лаборатория АгроГИС-технологий. г.Калуга. Конвертируем данные из MapInfo в Surfer. - URL: <http://www.npk-kaluga.ru/MIToSurfer.htm>. 10.09.2018.

57 Лукьянчикова О.Г., Васильчиков Ф.Ю., Ульяновкина Л.К. Геоинформационная система гидрологического назначения в Самарской области // ArcReview, 2006. - № 1 (36). - С. 10-11

58 Ибраимов В.М., Сотников Е.В. Перспективы создания и применения географической информационной системы при гидрогеологических исследованиях в Казахстане // XIII. Международная научно-практическая

конференция «Новые идеи в науках о Земле» – М.: МГРИ-РГГРУ, 2017. – Т. 2. - 506 с.

59 Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31 мая 2018 года № 419 Об утверждении форм отчетов по геологическому изучению недр // <http://online.zakon.kz>.

60 Официальный сайт Прокуратуры Алматинской области. Прокуратурой Алматинской области проведено заседание коллегии. - URL: <http://alm.prokuror.gov.kz/rus/novosti/press-releasy/prokuraturoy-almatinskoy-oblasti-provedeno-zasedanie-kollegii>. 02.03.2018.

61 Кодекс Республики Казахстан об административных правонарушениях от 5 июля 2014 года № 235-V // <http://online.zakon.kz>.

62 Уголовный кодекс Республики Казахстан от 3 июля 2014 года № 226-V // <http://adilet.zan.kz>.

63 Кодекс Республики Казахстан О недрах и недропользовании от 27 декабря 2017 года № 125-VI // <http://adilet.zan.kz>.

64 Инструкция по ведению Государственного кадастра участков загрязнения подземных вод Республики Казахстан. Утверждена приказом Председателя Комитета геологии и охраны недр Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 9 февраля 2004 года № 21-п // <http://adilet.zan.kz>.

65 Методические указания по применению классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод. - Алматы, 1997. – 14 с.

66 Методические указания по содержанию, оформлению и порядку представления в ГКЗ РК и ТКЗ материалов по подсчету эксплуатационных запасов подземных вод (питьевых и технических, лечебных минеральных, промышленных и теплоэнергетических). - Алматы, 1997. – 10 с.

67 Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. Утверждена приказом Министра энергетики и природных ресурсов Республики Казахстан от 13.08.1997 г. № 99. - Алматы, 1997. – 7 с.

68 Инструкция о требованиях к представляемым на государственную экспертизу материалам переоценки эксплуатационных запасов подземных вод (питьевых, технических, минеральных, промышленных и теплоэнергетических). Утверждена приказом от 13.08.2004 г. № 124-п председателя Комитета геологии и недропользования. - Кокшетау, 2004. – 47 с.