

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Уровенный режим подземных вод нижнего течения р. Тобол
УДК 624.131.3:727.055:373.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Гусев Глеб Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Дутова Е.М.	Д.Г.-М.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Кузеванов К.И.	К.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. ООД ШБИП	Скачкова Л.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	Д.Г.Н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P2	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P3	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
P5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Р6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
Р7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
Р8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
Р9	Использовать знания о геологических, геохимических, гидрологических, гидрогеологических, климатических процессах для определения параметров проектируемых сооружений и систем природообустройства и водопользования, выявления опасных природных и техногенных процессов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»
Р10	Разрабатывать раздел проектной документации «Охрана окружающей среды»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»
Р11	Проводить инженерно-геологические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические изыскания, экологический мониторинг, руководить проведением инженерных изысканий и экологического мониторинга	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савичев О.Г.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ81	Гусев Глеб Олегович

Тема работы:

Уровеньный режим подземных вод нижнего течения реки Тобол	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	19.05.2020 г. №140-30/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Данные государственного мониторинга подземных вод, предоставленные филиалом ФГБУ «Гидроспецгеология» Уральского Федерального округа; данные режимных гидрологических наблюдений, полученные с помощью автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов; данные метеорологических наблюдений Уральского УГМС; картографический материал; литературные источники.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор литературы по теме исследования; описание природных условий района исследования; изучение геологического и гидрогеологического строения территории исследования; описание особенностей использования подземных вод; характеристика фактического материала, используемого в исследовании; обобщение данных по уровенному режиму; анализ влияния атмосферных осадков на уровень подземных вод; анализ взаимосвязи уровня подземных вод с гидрологическим режимом реки; разработка рекомендаций.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	

<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН, к.э.н. Маланина В.А.
Социальная ответственность	Ст. преподаватель ООД ШБИП, Скачкова Л.А.
Английский язык	Доцент ОИЯ, к.ф.н. Болсуновская Л.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
На русском языке: Введение 1 Состояние проблемы исследования 2 Природные условия объекта исследования 3 Геологическое строение 4 Гидрогеологические условия 5 Особенности использования подземных вод 6 Уровенный режим подземных вод 7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8 Социальная ответственность Заключение Список литературы	
На английском языке: Measuring groundwater level List of references	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	4.02.2019
---	-----------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Дутова Е.М.	д.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Гусев Г.О.		

Реферат

Магистерская диссертация представлена на 177 листах, содержит 46 таблиц, 38 рисунков и 1 приложение.

Ключевые слова и словосочетания: подземные воды; уровенный режим; Тобольский артезианский бассейн; верхняя гидродинамическая зона; мониторинг подземных вод.

Объектом исследования является подземные воды верхнего гидрогеологического этажа Западно-Сибирского артезианского бассейна, приуроченные к водоносным отложениям четвертичного, олигоценного и нижнеэоценового возраста.

Цель работы: изучение уровенного режима подземных вод нижнего течения реки Тобол

В процессе работы проводилось исследование уровенного режима подземных вод нижнего течения реки Тобол, основанное на данных мониторинга, предоставленных филиалом Федерального государственного бюджетного учреждения «Гидроспецгеология» Уральского федерального округа, данных фондов и государственных архивов. Описаны природные условия района исследования, изучено геологическое и гидрогеологическое строение района исследования, описаны особенности использования подземных вод на территории исследования, охарактеризован фактический материал, использованный в исследовании, проведено обобщение данных по уровенному режиму подземных вод, выполнены расчеты, проанализированы зависимости, сформулированы выводы и рекомендации.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, расчеты и построения графиков выполнялись при помощи пакета Microsoft Excel.

Содержание

Введение.....	8
1. Состояние проблемы исследования	9
2. Природные условия объекта исследований	17
2.1 Административное положение	17
2.2 Климатические условия.....	18
2.3 Рельеф.....	26
2.4 Гидрографическая сеть	27
3. Геологическое строение	41
4. Гидрогеологические условия	46
4.1 Тобольский артезианский бассейн	51
5. Особенности использования подземных вод	77
6. Уровенный режим подземных вод	85
6.1 Характеристика фактического материала и методики исследований	85
6.2 Результаты исследований.....	92
6.3 Выводы и рекомендации	98
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	111
8. Социальная ответственность	134
Заключение	150
Список литературы	152
Приложение А	161

Введение

Актуальность данной работы заключается в необходимости регионального изучения уровня режима подземных вод. Это продиктовано присутствием на территории исследования промышленных предприятий, взаимодействующих с подземными водами, для правильной эксплуатации которых необходимо понимание взаимоотношения перетоков (с верхних водоносных горизонтов в нижние и наоборот). На территории СФО изучением уровня режима подземных вод занимались сотрудники Регионального центра ГМСН по Сибирскому Федеральному округу, бывшее АО «Томскгеомониторинг».

Целью работы является изучение уровня режима подземных вод нижнего течения реки Тобол.

Объектом исследования являются подземные воды верхнего гидрогеологического этажа Западно-Сибирского артезианского бассейна, приуроченные к водоносным отложениям четвертичного (скважины 3а, 24, 25), олигоценового (27,28) и нижнеэоценового (8) возраста.

Задачами данной работы является:

1. изучение состояния проблемы исследования;
2. описание природных условий района исследования;
3. изучение геологического и гидрогеологического строения;
4. описание особенностей использования подземных вод;
5. характеристика фактического материала, использованного в исследовании;
6. изучение уровня режима подземных вод;
7. формулировка выводов и составление рекомендаций.

Результаты исследования могут быть использованы в качестве рекомендации для системы регионального мониторинга по УФО.

1. Состояние проблемы исследования

Мониторинг подземных вод представляет собой комплекс мероприятий, к задачам которого относятся: оценка состояния подземных вод и прогноз изменения этого состояния во времени (в том числе на эксплуатируемых месторождениях подземных вод), а также учет запасов подземных вод и их использования. Наблюдения за подземными водами выполняются как для естественных, так и для техногенно-нарушенных условий, таких как участки эксплуатируемых месторождений подземных вод, участки разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, участки, подверженные воздействию хозяйственной деятельности, а также участки в пределах населенных пунктов.

Режим подземных вод составляет одну из важнейших проблем гидрогеологии, охватывая совокупность явлений, связанных с изменением состояния подземных вод во времени (колебания уровня вод, изменения их дебита, скорости движения, состава и физических свойств).

При решении различных конкретных задач гидрогеологии для целей строительства и хозяйства правильное освещение гидрогеологических условий местности возможно лишь при знании режима подземных вод.

При гидрогеологическом изучении источников водоснабжения знание режима подземных вод является основой для определения их количества и качества, а также для правильной постановки эксплуатации подземных и для прогноза возможных при этом изменений их состава и дебита. Нередко, неосмотрительная эксплуатация водоносных пластов приводит к истощению запасов воды или к ухудшению их качества.

При гидрогеологическом исследовании площадей для искусственного орошения изучение режима подземных вод необходимо для выяснения баланса вод как в природных условиях, так и в условиях искусственного орошения, так как это позволяет предвидеть возможность повышения

подземных вод, которое может вредно отразиться на балансе почвенной влаги и привести к засолению почв. Систематическое изучение режима подземных вод на орошаемых площадях является обязательным условием для выработки правильных схем и норм орошения и дренажа. Изучение явлений заболачивания и проектирование осушительных мероприятий также возможны лишь при достаточно полном и конкретном знании режима подземных вод местности.

При инженерно-геологическом исследовании строительных площадок под промышленные и другие сооружения очень важно точно определять положение зеркала подземных вод и колебания их уровня. Это необходимо для правильной трактовки различных явлений деформации грунтов (и земляных масс), связанных с деятельностью подземной воды: оползней, карста, пучинообразования, явлений вечной мерзлоты. Широкое развитие в СССР крупного гидротехнического строительства также выдвинуло новую задачу – изучение условий подтопления территорий в зоне подпора гидротехнических сооружений.

Изучение естественного режима грунтовых вод в процессе изысканий для гидротехнического строительства приобретает исключительно важное значение. Кроме того, здесь находят свое практическое применение теоретические познания о режиме и динамике подземных вод, которые используются в данном случае для прогноза будущих изменений режима этих вод в зоне подпора.

Перечисленные вопросы достаточно выявляют практическую важность рассматриваемой проблемы. В развитии изучения режима подземных вод можно выделить несколько периодов и направлений исследовательской мысли.

Начальный период (конец 19 – начало 20 вв.) является периодом накопления фактов и их эмпирического обобщения. Представителем этого

периода является И. Сойка, который впервые дал сопоставление колебания уровня подземных вод с метеорологическими факторами.

Первые попытки исследования физической природы явлений колебания уровня подземных вод принадлежат Кингу (90-е годы 19 в.)

Учение о режиме подземных вод было приведено в близкую связь с учением о балансе, о чем можно найти указания в работах В. Кене, давшего известное уравнение водного баланса, где изменения уровня подземных вод сопоставляются с другими элементами водного баланса.

Отдельно следует отметить ряд работ математического характера по теории неустановившегося движения подземных вод и применению её к исследованию дебита источников и колебаний уровня подземных вод в прибрежной зоне; это работы М. Буссинеска, Майэ, Ф. Форхгеймера, и Д. Козени. Из них только один Майэ применил теорию к изучению конкретных природных объектов, остальные же ограничились лишь рассмотрением математической стороны вопроса. Над теорией неустановившегося движения подземных вод работали Ж. Дюпюи, Н. Павловский, М. Буссинеска в своей работе *Essai sur la theorie des eaux courantes* в 1877 году впервые вывел дифференциальные уравнения неустановившегося движения подземных вод и дал их частные решения, примененные к задачам исследования колебаний уровня грунтовых вод около берега реки и исследования режима подземного стока и источников. Майэ, в своих работах «*Essais d'hydraulique souterraine et Fluviale*» 1905 года, дал ряд практических выводов по вопросу о предсказании минимального дебита источника. По этому же вопросу имеется ряд работ немецких авторов – *Zur Theorie der Grundwasserstromungen* (1919) Форхгеймера и *Hydrologische Vorarbeiten zweks Wasserversorgung* (1911) Губера.

Другая область применения теории неустановившегося движения относится к явлениям колебания уровня подземных вод в прибрежной зоне

под влиянием колебания уровня вод в реке. Первое решение этой задачи было дано Буссинеском, правда в незаконченном виде (работа *Essai sur la theorie des eaux courantes*) Более завершенное решение дал Форхгеймер в труде *Zur Theorie der Grundwasserströmungen* 1919 года, но оно имело лишь ограниченное значение, так как исследованию подвергалось только колебание уровня воды, имеющее вид синусоиды. Практического применения решения Форхгеймера не получили. Другое, более общее решения основного дифференциального уравнения неустановившегося движения подземных вод предлагали Козени (*Die Wasserführung der Flüsse*, 1920) и Фельбер (*Ueber den Einfluss der Versickerung auf die Wasserführung offener Flussläufe*, 1932). Форхгеймеру, Козени и Фельберу принадлежит также разработка третьей задачи в области неустановившегося движения подземных вод – задачи по определению величины инфильтрации воды в берег во время подъема воды в реке. [23]

Изучением вопроса о развитии депрессионной воронки во время откачки занимались Шульце, Вебер и Козени.

Основными элементами климата, определяющими годовой цикл изменения уровня подземных вод и величины подземного стока, являются осадки и испарение. Влияние температуры в годовом цикле сказывается косвенно, обуславливая величину испарения и характер осадков (дождь, снег) и условия их поглощения почвой (замерзание и оттаивание почвы). Что касается непосредственного влияния температуры (изменение давления воздуха в зоне аэрации, изменение капиллярной постоянной), то это влияния может отражаться на грунтовых водах лишь в определенных условиях и при этом кратковременно. То же следует сказать и в отношении изменений атмосферного давления.

И. Сойка первый обратил внимание на большое влияние дефицита влажности воздуха на режим подземных вод в среднеевропейских условиях. Его работа «*Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer*

Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse», (1888 г.), по справедливости, может считаться классическим сочинением по вопросам режима подземных вод. По Сойка, влияние осадков и дефицита влажности на режим подземных вод можно представить как алгебраическую сумму, слагаемые которой противоположны по знаку. В зависимости от знака результирующей уровень подземных вод или поднимается или опускается.

В качестве примера доминирования влияния осадков над влиянием дефицита влажности по в работе приводится пример города Мюнхена; примером обратных отношений является Берлин. В Мюнхене, при совпадении максимумов осадков и дефицита влажности уровень подземных вод также достигает своего максимум, то есть влияние осадков количественно больше чем влияние дефицита влажности. В Берлине, напротив, условия значительно отличаются. Максимум осадков падает на июль, а наивысший уровень стояния подземных вод имеет место в апреле, на три месяца ранее. По мнению Сойка, а вслед за ним и Кейльгака [24] подобное явление объясняется значительным (относительно осадков) дефицитом влажности, вследствие чего летние дожди не могут вызвать повышение уровня. Далее приводится ряд данных, показывающих, что режим подземных вод мюнхенского типа наблюдается также в Зальцбурге (максимум – в августе, минимум – в ноябре), а режим берлинского типа (максимум – весной, минимум – в октябре) – в Франкфурте-на-Майне, Бремене, Брюнне.

Не отрицая роли осадков и дефицита влажности, следует в то же время заметить, что установление типа режима весьма затруднительно, если участки наблюдений находятся в различных гидрогеологических условиях. Так, например, вполне возможно, что апрельский максимум уровня подземных вод в Берлине отражает также подпор грунтовых вод рекой Шпре. Действительно, Берлин расположен в древней долине, которая до глубины

20-50 м заполнена гравием и грубым песком. Подземные воды, приуроченные к древней долине, несомненно, должны испытывать подпор в период паводков. Кроме того, таяние снегов в области распространения коренных пород несколько увеличивается как подземный, так и поверхностный сток, направленный в сторону долины. Таким образом режим, наблюдаемый в берлинских колодцах, может иметь и иное объяснение. Кейльгак, рассматривая влияние рек на режим подземных вод, отмечает синхронность изменения уровня грунтовых вод в Берлине и уровня р. Шпре [24].

Кене [25] дает следующую характеристику режима подземных вод в зависимости от климата: «Для морских типов периоды морозов зимой обычно слишком непродолжительны для того, чтобы они могли ощутительно прервать инфильтрацию воды. Поэтому в течение бедных испарением зимних месяцев для инфильтрации воды имеется много времени, и уровень грунтовых вод к началу зимы сильно повышается, достигая наивысшего стояния приблизительно в январе. К концу зимы в связи с повышением процесса испарения инфильтрация воды падает, и уровень грунтовых вод снова понижается. В среднем высыхание почвы в течение лета не очень велико, и в большинстве случаев обильные осенние дожди уже могут проникнуть в почву и поднять уровень грунтовых вод. У континентальных типов с длинной и упорной зимой зимние осадки удерживаются на поверхности почвы в виде снега и льда. Весной во время оттепели для инфильтрации остается слишком мало времени. Вследствие этого убыль в виде стока и испарения сравнительно велика, и в почве остается незначительное количество воды. В умеренно-континентальных типах в почву все же проникает еще значительное количество воды, и уровень грунтовых вод достигает в апреле и в мае своего наивысшего стояния.

При близком залегании уровня грунтовых вод к поверхности земли сезонные колебания уровня этих вод особенно отчетливо связаны с ходом

осадков и испарения. Так, А. Дубах [16] на основании наблюдений на болотных опытных станциях указывает, что грунтовые воды в течение года имеют резко выраженный весенний максимум стояния, в течение весны и лета понижаются, достигая минимума в августе, затем происходит новое повышение с максимумом в конце ноября. Н. Порывкин [49], производивший исследования грунтовых вод большой поймы р. Волхова, указывает, что за пределами действия речного подпора грунтовые воды имеют периодические сезонные колебания с ясно выраженными весенним и осенним подъемами и летним и зимним падениями.

В тех случаях, когда область питания подземных вод охватывает различные орфографические элементы, выпадение осадков и таяние снега совершаются не одновременно на всей площади питания, что находит отражение в режиме подземных вод. Б.В. Захаров [17], изучая гидрогеологические условия одной из межгорных низменностей, показал, что колебания уровня подземных вод зависят не столько от осадков, которые выпадают в самой низменности (их вообще мало), сколько от осадков, выпадающих на соседних горах. Воды с гор в виде подрусловых потоков под ложбинами направляются к низменности. Уровень грунтовых вод имеет ноябрьский минимум и весенний максимум. Амплитуда колебаний уровня по наблюдательным шурфам находится в пределах 0,2-5,0м, в среднем амплитуда колебаний 0,5-1,0м. В большинстве шурфов уровни воды достигают максимума в марте, что является результатом таяния снегов в самой долине. Летом испарение значительно превышает осадки; тем не менее минимум уровня наступает не в июле, как можно было бы ожидать, а лишь в ноябре, что связано исключительно с таянием снегов в горах. Наибольшие колебания уровня отмечены Захаровым непосредственно в предгорной полосе.

С. Троянский [58] приводит весьма интересные данные о колебаниях уровня воды в колодце близ г. Назили (Турция). Колодец этот заложен в

древних пролювиальных галечниках, покрывающих предгорья. В момент наблюдений (октябрь 1932 г.) уровень воды в колодце был на глубине 41 м от поверхности земли. По сообщениям служащих водопровода в зимнее и весеннее время уровень воды повышается до 21 м от поверхности земли. Такая значительная амплитуда колебаний связана с особенностью гидрогеологических условий предгорной полосы и с климатическими особенностями страны. В связи с такими значительными колебаниями грунтовых вод в пролювиальных и аллювиальных отложениях возникает потребность устройства подземных барражей для регулирования подземного стока.

На территории СФО изучением уровенного режима подземных вод занимались сотрудники Регионального центра ГМСН по Сибирскому Федеральному округу, бывшее АО «Томскгеомониторинг». [4;5;54]

В изучении Далматовского месторождения, открытого в 1979 г., участвовали многие исследователи, результатом чего является ряд публикаций (Кондратьева, Нестерова, 1997; Коченов и др., 1990,1995; Лисицин и др., 1993; Лучинин, 1995; Лучинин и др., 1995; Халезов, 1997). [28]

2. Природные условия объекта исследований

2.1 Административное положение

Курганская область – субъект Российской Федерации, расположенный в южной части Западно-Сибирской равнины, в юго-восточной части Уральского федерального округа. Административный центр Курганской области – г. Курган.



Рисунок 2.1 – Курганская область на карте РФ

Курганская область на западе граничит с Челябинской областью, на северо-западе – со Свердловской областью, на северо-востоке – с Тюменской областью, на юго-востоке – с Северо-Казахстанской областью (Республика Казахстан), на юге – с Костанайской областью (Республика Казахстан). Курганская область имеет статус приграничной, южная часть область является государственной границей России с Казахстаном.

Площадь территории Курганской области по данным Росреестра 71 488 кв. километров. С запада на восток область имеет протяженность 430 км, наибольшая протяженность с севера на юг составляет 290 км.

Население Курганской области по состоянию на 1 января 2020 года составило 826 941 человек.

Курганская область входит в Уральский экономический район. Самые развитые отрасли её хозяйства – машиностроение, добывающая и обрабатывающая отрасли, пищевая промышленность. Кроме того, агропромышленный комплекс является одним из ведущих системообразующих секторов Курганской области.

2.2 Климатические условия

На формирование климата области существенное влияние оказывает её положение внутри материка, непосредственно за Уральскими горами, которые заметно ослабляют влияние Атлантики.

Климат области континентальный. Ярко выраженная континентальность климата характеризуется продолжительной суровой зимой с частыми метелями и коротким, но жарким летом с периодически повторяющейся засушливостью. Переходные сезоны (весна, осень) короткие. Для весны характерны частые возвраты холодов.

Распределение температуры воздуха зимой, особенно в периоды с устойчивой антициклонической погодой, связанной с воздействием Сибирского максимума, находится под влиянием общего понижения рельефа к востоку, где температура в зимнее месяца на 1-2° С ниже. Средняя температура января (самого холодного месяца в году) равна -19° С. Абсолютный минимум достигает -47°С. Низкие температуры преимущественно бывают в январе, феврале, реже в декабре.

Самый тёплый месяц в году – июль. Средняя температура июля: 17-19°С. Абсолютный максимум равен 39-41°С.

Общая характеристика температурного режима Курганской области приведена в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1 - Общая характеристика температурного режима Курганской области

Основные климатические показатели	Основная часть территории	Юг территории
Средняя месячная температура самого теплого месяца (июль)	+18,0-18,5	+18,5-19,0
Средняя месячная температура самого холодного месяца (январь)	-17,0-18,5	-18,0-18,5
Годовая амплитуда (град. С)	+35-36	+37-38
Абсолютный минимум температуры воздуха	-48-50	-47-49
Абсолютный максимум температуры воздуха	+39-41	+40-41
Годовая амплитуда (абс.)	+86-89	+86-89
Продолжительность теплого периода со средней суточной температурой, выше 0 (дней)	190-195	192-196
Продолжительность теплого периода со средней суточной температурой, ниже 0 (дней)	170-175	170-175
Продолжительность безморозного периода (суток)	100-120	110-125

В таблице 2.2.2. приведена средняя месячная и годовая температура воздуха в разрезе наблюдательных метеостанций, расположенных на территории Курганской области.

Таблица 2.2.2 - Средняя месячная и годовая температура воздуха в разрезе наблюдательных метеостанций Курганской области

№ п/п	Место нахождения метеостанции	Среднемесячная и годовая температура воздуха, С												Го д
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.	г. Далматово	-15,7	-14,3	-6,8	4,2	11,6	16,9	18,8	15,6	10,1	2,1	-6,4	-13,2	1,9
2.	с. Звериноголовск	-16,16	-16,16	-8,8	4,1	12,9	18,2	19,7	17,0	11,3	2,7	-7,7	-14,14	1,9

	ое	7	0	9								0	0	
3.	г. Курган, мкр. Вороновка	- 17, 0	- 16, 0	- 8, 7	3, 5	12, 1	17, 7	19, 2	16, 7	10, 9	2, 5	- 6, 8	- 14, 2	1,8
4.	г. Куртамыш	- 16, 2	- 14, 5	- 7, 5	4, 4	12, 5	17, 7	19, 4	16, 4	10, 9	2, 7	- 6, 8	- 13, 5	2,3
5.	р.п. Лебяжье	- 16, 5	- 15, 2	- 8, 1	3, 9	12, 2	17, 6	19, 5	16, 3	10, 6	2, 5	- 7, 1	- 13, 7	1,8
6.	г. Макушино	- 16, 6	- 15, 5	- 7, 9	3, 6	12, 3	17, 7	19, 4	16, 3	10, 7	2, 4	- 6, 9	- 13, 6	1,8
7.	с. Памятное (Белозерский район Курганской области)	- 17, 0	- 15, 8	- 8, 2	3, 7	11, 8	17, 1	19, 0	15, 6	10, 0	1, 8	- 7, 2	- 14, 4	1,4
8.	г. Петухово	- 16, 4	- 15, 2	- 8, 4	3, 7	12, 4	17, 7	19, 6	16, 4	10, 7	2, 6	- 7, 2	- 13, 7	1,8
9.	с. Половинное	- 17, 4	- 16, 4	- 9, 7	3, 2	12, 2	17, 5	19, 3	16, 5	10, 6	2, 3	- 7, 6	- 14, 4	1,5
10.	с. Целинное	- 16, 5	- 15, 1	- 8, 2	4, 4	12, 5	17, 7	19, 5	16, 8	11, 1	3, 4	- 6, 4	- 13, 7	2,1
11.	г. Шадринск	- 15, 7	- 14, 7	- 7, 6	3, 7	12, 0	17, 5	18, 9	16, 5	10, 6	2, 6	- 6, 3	- 13, 5	2,1
12.	с. Шатрово	- 16, 6	- 15, 1	- 7, 9	3, 3	11, 1	16, 5	18, 2	15, 5	9,7	1, 9	- 7, 2	- 13, 9	1,4
13.	г. Шумиха	- 15, 8	- 14, 3	- 7, 3	4, 0	12, 2	17, 5	18, 9	16, 5	10, 9	2, 7	- 6, 4	- 13, 2	2,2

Метеостанции Курганского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» в количестве 13 действующих наблюдательных подразделений расположены на территориях 11 муниципальных районов и 2 городских округов области, остальные прилегающие к ним муниципальные районы используют данные наблюдений метеостанций, наиболее близко расположенных к их территориям.

Южная половина области является зоной с недостаточным увлажнением.

В таблице 2.2.3 представлено месячное и годовое количество осадков в разрезе метеостанций, расположенных на территории Курганской области.

Таблица 2.2.3 - Месячное и годовое количество осадков в разрезе метеостанций Курганской области

№ п/п	Место нахождения метеостанции	Месячное и годовое количество осадков, мм												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
1.	г. Далматово	19	16	20	20	41	56	74	56	41	34	25	27	429
2.	с. Звериноголовское	15	12	14	23	31	45	54	42	32	36	24	18	346
3.	г. Курган, мкр. Вороновка	18	14	17	22	36	50	60	52	34	32	25	21	381
4.	г. Куртамыш	21	15	20	22	33	44	57	52	34	32	27	25	382
5.	р.п. Лебяжье	15	9	14	19	33	44	57	50	32	31	19	17	340
6.	г. Макушино	15	10	14	20	35	46	59	52	34	32	20	18	355
7.	с. Памятное (Белозерский район Курганской области)	17	12	16	22	40	53	67	60	39	36	22	19	403
8.	г. Петухово	17	13	16	20	35	46	59	52	35	32	25	22	372
9.	с. Половинное	17	13	16	18	32	42	53	48	31	28	22	19	339
10.	с. Целинное	13	10	13	15	26	37	48	42	26	24	19	16	289
11.	г. Шадринск	20	16	22	24	40	56	72	56	46	37	30	28	447
12.	с. Шатрово	16	13	17	19	43	57	68	62	39	29	24	23	410
13.	г. Шумиха	23	18	22	26	41	54	76	56	42	41	33	30	462

Даты появления первого снега обычно близки к осенней дате перехода температуры через 0 С. Появление снежного покрова в среднем многолетнем периоде отмечает 21-25 октября. Снег под влиянием оттепелей и жидких осадков обычно стаивает, а в конце первой декады ноября (8-11 ноября) снежный покров устанавливается на всю зиму.

Температура почвы зависит от температуры воздуха и высоты снежного покрова. Снег оказывает утепляющее действие и препятствует проникновению холода вглубь почвы.

В таблице 2.2.4 приведена продолжительность периода с устойчивым снежным покровом.

Таблица 2.2.4 - Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом в разрезе метеостанций Курганской области

№ п/п	Место нахождения метеостанции	Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом, дней												Число дней со снежным покровом в году
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.	с. Звериноголовское	31	28/29	31	6	-	-	-	-	-	-	23	31	157
2.	г. Курган, мкр. Вороновка	31	28/29	31	4	-	-	-	-	-	-	20	31	152
3.	г. Куртамыш	31	28/29	31	9	-	-	-	-	-	-	23	31	161
4.	г. Макушино	31	28/29	31	5	-	-	-	-	-	-	21	31	158
5.	г. Шадринск	31	28/29	31	9	-	-	-	-	-	-	20	31	159
6.	г. Шумиха	31	28/29	31	6	-	-	-	-	-	-	20	31	153

Примечание: продолжительность периода по месяцам рассчитана по средним многолетним датам установления и разрушения устойчивого снежного покрова, число дней в году – средний многолетний показатель по справочным данным.

Основное накопление снега происходит в ноябре-декабре, в дальнейшем увеличение высоты снежного покрова идет медленно. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова на полевых участках равна 25-35 см, а на защищенных участках на 10-20 см больше.

Снежный покров в среднем залегает 145-150 дней. Но так как время образования (разрушения) устойчивого снежного покрова в отдельные годы различна, период залегания его изменчив. За последние 50 лет наименьшая продолжительность этого периода была 115-130 дней (1967-68, 1971-72 гг.), наибольшая 160-170 дней (1966-67, 1973-74 гг.).

Устойчивый снежный покров образуется в среднем через 15-20 дней после установления отрицательных температур (конец первой – начало второй декады ноября). В отдельные годы, в зависимости от характера

погоды, сроки образования устойчивого снежного покрова могут значительно колебаться – от третьей декады октября до третьей декады ноября. Средняя дата образования снежного покрова – 10 ноября.

На территории области снег распределяется неравномерно. Большое влияние на неравномерность залегания снежного покрова оказывают метелевые ветры.

На целине и стерне снег залегает более равномерно, чем на пашне, из-за большой шероховатости подстилающей поверхности.

К концу ноября - началу декабря на полях области высота снежного покрова равна 7-10 см. В течение зимы она постепенно увеличивается, достигая наибольших значений в первой – второй декадах марта. Средняя из наибольших высота снежного покрова на полевых участках составляет 25-35 см, а на защищенных участках снежный покров выше примерно на 15 см. По годам высота снежного покрова очень изменяется. В многоснежные зимы она достигает 40-80 см, в малоснежные – 10-20 см. [50]

Устойчивым приятно считать такой снежный покров, который лежит непрерывно в течение всей зимы или с перерывами не более трех дней подряд. Перерывы в начале (и конце) зимы не принимаются во внимание, если перерыву в один день предшествует залегание снежного покрова не менее пяти дней, а перерыву в два-три дня – не менее 10 дней.

Запас воды в снеге ко времени накопления максимальной высоты снега на большей части территории составляет 75 мм, в северных районах – 75-100 мм. В снежные зимы он может достигать 120-165 мм, в малоснежные быть менее 40 мм.

Небольшой снежный покров и низкие температуры воздуха создают условия для глубокого промерзания почвы. Средняя глубина промерзания на большей части территории составляет 100-150 см. Приведенные числа дают лишь ориентировочное представление о промерзании почвы на территории

области, в зависимости от целого ряда факторов (высота снега, тип и механический состав почвы, степень её увлажнения и др.). Высота снежного покрова в разрезе метеостанций приведена в таблице 2.2.5.

Таблица 2.2.5 - Высота снежного покрова в разрезе метеостанций Курганской области

№ п/п	Место нахождения метеостанции	Высота снежного покрова по снегосьемкам на последний день месяца, см					Максимальная из наибольших декадных высот за зиму, см
		11	12	1	2	3	
1.	Г. Далматово	10	20	28	30	17	49
2.	с. Звериноголовское	10	18	20	23	18	42
3.	г. Курган, мкр. Вороновка	9	16	22	23	10	43
4.	г. Куртамыш	11	20	25	28	23	53
5.	р.п. Лебяжье	8	16	21	21	14	44
6.	г. Макушино	8	15	17	20	12	30
7.	г. Петухово	7	15	20	22	20	43
8.	с. Половинное	7	15	20	23	20	38
9.	г. Шадринск	8	18	23	25	24	45
10.	с. Шатрово	12	22	29	32	29	56
11.	г. Шумиха	10	20	26	28	21	47

Таяние снега идет значительно быстрее, чем накопление. В начале апреля (5-10 апреля) происходит разрушение устойчивого снежного покрова, а к середине апреля (12-19 апреля) снег окончательно сходит на территории всей области.

Средний из наибольших запасов воды в снеге равен 65-100 мм. Запасы воды изменяются по территории и зависят от распределения снега.

Режим ветра по области характерен для климата умеренных широт. Повторяемость направлений ветра и штилей в разрезе метеостанций Курганской области представлена в таблице 2.2.6.

Таблица 2.2.6 - Повторяемость направлений ветра и штилей в разрезе метеостанций Курганской области

№ п/п	Место нахождения метеостанции	Повторяемость направлений ветра и штилей в году, %								
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
1.	Г. Далматово	12	6	10	8	13	12	29	10	17
2.	с. Звериноголовское	12	5	9	6	34	15	12	7	12
3.	г. Курган, мкр. Вороновка	14	6	6	6	34	15	12	7	13
4.	г. Куртамыш	10	7	10	10	16	16	20	11	15
5.	р.п. Лебяжье	12	5	9	6	25	16	20	7	13
6.	г. Макушино	11	5	8	7	20	22	19	8	5
7.	с. Памятное (Белозерский район Курганской области)	16	5	5	6	30	14	16	8	6
8.	г. Петухово	10	7	8	8	16	22	19	10	10
9.	с. Половинное	10	7	7	6	21	21	19	9	8
10.	с. Целинное	13	5	10	7	14	17	21	13	20
11.	г. Шадринск	8	6	10	5	18	19	27	7	10
12.	с. Шатрово	9	5	10	7	13	16	28	12	12
13.	г. Шумиха	12	6	7	6	20	18	21	10	6

Для области характерны засухи и суховеи, отрицательно влияющие на сельское хозяйство. Засуха возникает при таком сочетании недостатка осадков и повышенной испаряемости, которое вызывает резкое несоответствие между потребностью растений во влаге и поступлениям из почвы, в результате чего заметно ухудшается состояние посевов и снижается их урожай. Часто засуха сопровождается суховеями. Суховеи – частный случай атмосферной засухи с сильным или продолжительным ветром. Сочетание низкой влажности воздуха и скорости ветра более 5 м/с является признаком суховея.

Территория области относится к засушливой зоне. В связи с однообразием форм рельефа и растительности разница в распределении среднего числа дней с засухами и суховеями по территории сравнительно невелика. На большей её части среднее число дней с засушливыми

явлениями за теплый период (апрель-сентябрь) колеблется в пределах 28-38, в отдельные годы наблюдаются значительные отклонения. Наиболее засушливые месяц сезона – июнь. По средним многолетним данным, число дней за июнь с засушливыми явлениями изменяется по территории области от 8 до 11.

2.3 Рельеф

Территория Курганской области занимает большую площадь приуральной части Западно-Сибирской равнины (71 тыс. кв. км), протяженность её с запада на восток 430 км, с севера на юг 290 км.

Рельеф области довольно однообразен, характерной особенностью его является равнинность, замедленный сток, близкое к поверхности, почти горизонтальное залегание водоупорных глин, а, следовательно, и грунтовых вод, слабый дренаж местности, огромное количество котловин, западин и блюдца, на восточной половине области – грив.

Вся поверхность имеет небольшой уклон на северо-восток. Высотные отметки изменяются от 180 м на юго-западе области (водораздел рек Миасс и Исеть) до 120 м на северо-востоке (северная часть водораздела рек Тобол и Ишим).

Большие долины сравнительно крупных рек пересекают область в меридиональном (р. Тобол) и в широтном (реки Уй, Миасс, Исеть) направлениях.

На севере области очень однородная, плоская, местами заболоченная равнина с небольшим количеством озер.

На западе и юго-западе (водоразделы рек Исеть и Миасс, Миасс и Уй) плоская, покрытая множеством озер и испещренная западинами и блюдцами не дренированная равнина. Образование большого количества озерных котловин и западин на этой равнине вызвано характером отложений. Это

сильно засоленные глинистые отложения, которые засоляют вышележащие более рыхлые поверхностные наносы.

В центре области по долине р. Тобол, а также в долинах других крупных рек – Исеть, Миасс, Уй и их крупных притоков расположена плоско-волнистая дренированная равнина, прорезанная оврагами и логами.

К левобережью р. Тобол (Мишкинский, Юргамышский и Куртамышский муниципальные районы) примыкает хорошо дренированная равнина с мелкобугристым песчаным рельефом, она пересекается глубокими врезами рек Юргамыш и Куртамыш. Характер рельефа обусловлен наличием огромных массивов древних песков.

Территория исследования расположена в пределах Зауральской подпровинции лесостепной подобласти Западно-Сибирской географической страны.

2.4 Гидрографическая сеть

Речная сеть Курганской области принадлежит бассейну реки Тобол, главной водной артерии области. Река Тобол и самый её крупный левобережный приток – река Исеть (с её притоком – Миассом) транзитом проносят свои воды через область. Местные водные ресурсы области незначительны и составляют всего 1,24 кубических километра в год, 2,45 кубических километра являются транзитными.

Тобол, самый большой и многоводный приток Иртыша, начинается на крайних восточных отрогах Южного Урала. Впадает в Иртыш слева. Длина – 1674 км. Площадь бассейна – 426000 квадратных километра. Характерная особенность бассейна Тобола – асимметричность: левобережная часть бассейна в 6,7 раза больше правобережной. Основные левые притоки – Исеть с Миассом, Тура с Пышмой и Тавда, формирующие свой сток на восточном склоне Урала, характеризуются значительно большей водоносностью, чем правые.

На междуречьях Тобола распространены области с внутренним замкнутым стоком. Здесь реки, пересекая наиболее засушливые районы равнины, почти не принимают притоков. Большая часть водотоков не доносит своих вод до русел основных рек и заканчивает путь в бессточных озерах или временно увлажненных понижениях.

Площади Тоболо-Ишимского и Миасс-Уйского междуречий относятся к районам с очень слабо развитой гидрографической сетью. Реки, встречающиеся на этой территории, невелики по протяженности (Суерь, Кизак) и имеют ограниченный сток, хотя и наследуют хорошо разработанные долины древних рек. В этих древних долинах расположены многочисленные соленые озера, так как поверхностный сток отсутствует, а паводковые воды приносят в озера различные соли.

Большинство водотоков этих междуречий имеет небольшую протяженность и сток по ним отмечается лишь во время весенних паводков.

В южной части бассейна Тобола наблюдается большое уменьшение стока за счет заполнения озер и других впадин с последующим испарением с водной поверхности. Это происходит из-за того, что южная часть бассейна находится в зоне недостаточного увлажнения (лесостепная зона).

Реки области являются типичными равнинными водотоками, с небольшими уклонами и скоростями течения, с четко выраженным весенним половодьем, летне-осенней меженью, иногда прерываемой дождевыми паводками, и длительной устойчивой зимней меженью. В питании рек преобладающее значение имеют снеговые воды (70-90%), зимой реки питаются подземными водами, летом – подземными, реже дождевыми.

Условия питания рек определяют распределение стока по сезонам: в период половодья проходит 70-75% годового стока.

Весеннее половодье (возрастание водности за счет таяния снега) начинается обычно в первой декаде апреля, ранние сроки – третья декада марта, поздние – третья декада апреля.

Снежный покров незначительный и дождевые осадки в период снеготаяния также невелики, поэтому половодье недлительное и продолжительность его в зависимости от площади водосбора бывает от 20 до 70 дней, наибольшая продолжительность половодья на р. Тобол у г. Кургана – 107 дней. Максимальные годовые уровни наблюдаются весной в период с третьей декады марта по вторую декаду мая. Амплитуда колебания уровня воды (высота подъема уровня над предвесенними значениями) для средних рек составляет преимущественно 2-4 м, на малых водотоках не превышает 1 м, на р. Тобол в среднем 3-3,5 м. Высокое половодье отмечено в 1947 г. на р. Тобол у с. Звериноголовского и г. Кургана, максимальный уровень поднимался над меженным на 7-8 м. Максимальное суточное увеличение уровня – 70-200 см.

Заторные явления, т.е. подъем уровня от сгрудившегося льда во время ледохода весной, отмечаются в редкие годы.

Наибольшие расходы воды наблюдаются, как правило, в апреле. Так, на р. Тобол у г. Кургана наибольший расход за многолетний период составил 5030 кубических метра в секунду, наименьший из наибольших – 41,2 кубических метра в секунду. Многие реки имеют поймы (пониженные части долин, подвергающиеся весной затоплению), их ширина колеблется от 1 до 6 км.

Летне-осенняя межень – период низкой водности, когда наблюдается устойчивое стояние воды и слабее изменение водности. Дождевые подъемы здесь незначительные и имеют место не ежегодно. Продолжительность устойчивой межени 140-150 дней. Максимальные расходы дождевых паводков значительно меньше максимальных расходов весеннего половодья.

Так, на р. Тобол у г. Кургана наибольший дождевой расход был 103 кубических метра в секунду, на р. Исеть у с. Мехонского – 322 кубических метра в секунду. Низшие за год уровни наблюдаются в августе – начале сентября. Очень малые водотоки (с площадью водосбора менее 50-30 квадратных километров) действуют только в весенний период. В отдельные годы могут пересыхать на несколько дней даже сравнительно крупные реки с площадью водосбора более 1000 квадратных километров (например, р. Юргамыш у с. Петровского).

Зимняя межень отличается устойчивостью, большой продолжительностью и низким стоком. Период зимней межени достигает в среднем 140-160 дней. Наиболее маловодным является, как правило, февраль вследствие истощения запасов подземных вод, питающих реки. Так, на р. Тобол у г. Кургана наименьший расход наблюдался 0,04 кубических метра в секунду.

Зачастую реки, даже крупные, промерзают, так как их водность зимой незначительна, а температуры воздуха низкие, и мощность снежного покрова недостаточна. Так, на реках Юргамыш, Суерь продолжительность промерзания может достигать 60-120 дней и повторяемость промерзания составляет 30-35%.

Зимой реки покрываются льдом. Устанавливается ледостав в среднем в первой – второй декадах ноября, ранние сроки ледостава – третья декада октября, поздние – первая декада декабря. Продолжительность ледостава составляет 150-155 дней. Ледоставу обычно предшествует осенний ледоход, который наблюдается не ежегодно. Так, на р. Тобол у с. Звериноголовское из 37 лет наблюдений 22 года имел место осенний ледоход. В суровые зимы толщина льда может достигать 1 метра и более.

Вскрытие рек начинается вскоре после перехода средней суточной температуры воздуха через 0 градусов. Особенно бурный весенний ледоход бывает на крупных реках, текущих с юга на север, таких как Тобол.

Вскрытие рек (очищение реки ото льда), зачастую сопровождающееся ледоходом, происходит обычно во второй декаде апреля.

Переход температуры воды через 0,2 градуса С весной наблюдается в период от 10-15 апреля. В мае температура воды составляет 12-14 градусов, в июле около 22 градусов, наивысшая температура (28-31 градус) наблюдается, как правило, в июле. Переход температуры воды через 0,2 градуса осенью происходит в ноябре.

Минерализация русловых вод области значительная, что объясняется засушливостью климата, засоленностью почв и малой водностью рек. Так, даже в период весеннего половодья минерализация воды на р. Юргамыш у с. Шмаково составляет 361 мг/л. В период межени минерализация может достигать 1-2 г/л. Минерализация воды р. Тобол изменяется от 300-550 мг/л в весенний период до 450-1350 мг/л в межень. Жесткость воды в меженный период также увеличивается.

Вода р. Тобол от границы с республикой Казахстан пригодна для водоснабжения.

Реки области из-за дефицита влаги интенсивно используются для водоснабжения и орошения, для этих целей много из их зарегулированы прудами и водохранилищами. Из-за малой водности для судоходства используются лишь незначительные участки рек Тобол и Исеть.

Всего в Курганской области протекает 449 водотоков общей протяженностью 5145,6 км [52]. Больших рек, истоки которых находятся за пределами Курганской области, длиной свыше 500 км – 3 (0,7%). Это реки Тобол, Исеть и Миасс, суммарная протяженность их в пределах Курганской области составляет 955 км.

Сведения о количестве и протяженности рек Курганской области приведены в таблице 2.4.1.

Таблица 2.4.1 - Количество и протяженность рек Курганской области

№ п/п	Длина рек, км	Число рек			%	Суммарная длина рек, км
		Всего	в том числе			
			по бассейну р. Тобол	по бассейну р. Исеть		
1.	<10	335	173	162	74,5	932,5
2.	10-25	68	31	37	15,2	1034,7
3.	26-100	36	18	18	8,0	1629,0
4.	101-500	7	5	2	1,6	594,4
5.	>500	3	1	2	0,7	955,0
	Всего:	449	228	221	100	5145,6

Густота речной сети Курганской области составляет 0,07 км /кв. км.

Главным источником ресурсов поверхностных вод является р. Тобол с притоками Уй и Исеть.

За исток р. Тобол принято место слияния рек Бозбие и Кокпектысай (Кокпекты) на границе Оренбургской области и Костанайской области Республики Казахстан. Р. Тобол протекает по Костанайской области Республики Казахстан, пересекает Курганскую область с юга на север и впадает в р. Иртыш в Тюменской области. Длина р. Тобол 1591 км, на территории Курганской области протяженность реки составляет 428 км. Общая площадь водосбора реки составляет 426000 км².

Река Уй берет свое начало в Республике Башкортостан. Общая ее длина 462 км, на территории Курганской области – 60 км. Р. Уй впадает в р. Тобол со стороны левого берега.

Река Исеть берет начала в свердловской области, пересекает с запада на северо-восток Курганскую область и впадает с левого берега в р. Тобол в Тюменской области. В пределах области река протекает на протяжении 286

км. Реки Синара и Теча начинаются в Челябинской области и впадают в р. Исеть с правого берега в Курганской области.

Река Миасс берет начало в Республике Башкортостан, пересекает Челябинскую область и впадает в р. Исеть с правого берега в Каргопольском районе Курганской области. По территории Курганской области река протекает на протяжении 241 км.

Реки Курганской области относятся к типу рек с четко выраженным весенними половодьем, длительной меженью, изредка прерываемой дождевыми паводками, значительно уступающими по величине весеннему половодью.

Питание рек, особенно малых, обеспечивается в основном за счет талых вод. Объем весеннего половодья малых рек составляет 85-90% годового стока, на реках Тобол, Исеть и Миасс доля весеннего стока в годовом объеме несколько снижается и составляет 70-80%.

Реки Тобол, Исеть, Миасс и Уй зарегулированы водохранилищами, расположенными за пределами Курганской области, что оказывает влияние на водный режим этих рек.

Внутригодовое распределение стока на Тоболе представляет собой результат совокупного влияния всех притоков, питающих эту реку. У реки Тобол преимущественно снеговое питание (>50%), сток преимущественно весенний. Характер половодья Тобола отражает совокупность разнообразных паводкообразующих условий всего речного бассейна. Бурный характер весеннего половодья Тобола усиливается следующим явлением, характерным для больших сибирских рек, текущих с юга на север. В связи с тем, что скорость добега паводка опережает скорость движения с юга на север фронта снеготаяния и высокое половодье на реках обычно наступает еще до начала разрушения ледяного покрова, паводок взламывает еще крепкий лед и образуются огромные заторы льда, усиливающие разливы рек паводочного

происхождения. Весеннее половодье на р. Тобол начинается обычно в начале апреля, средняя дата прохождения максимального уровня у г. Кургана 2 мая, наиболее ранняя дата максимума наблюдалась в 1947 году – 9 апреля. Средняя дата прохождения максимума на р. Исети колеблется от 13 апреля у г. Катайска, до 20 апреля – у с. Мехонское.

Подъем уровней воды на крупных реках проходит плавно, спад половодья продолжается до конца мая, середины июня, в зависимости от водности года. Весеннее половодье на малых реках начинается в конце марта, начале апреля. Подъем уровня происходит очень быстро, в течение 2-3 дней, максимальные расходы проходят обычно поверх льда.

Летнее-осенняя межень на реках области устанавливается с июля по октябрь.

После установления ледостава в ноябре наступает продолжительная зимняя межень с устойчивым ледоставом. Толщина льда в суровые зимы достигает 1 м. Малые реки в такие зимы перемерзают, для многих из них характерны наледи.

Во время весеннего половодья происходит значительный подъем уровней, особенно на реках Тобол, Исеть, Миасс. Средняя высота подъема уровней воды на р. Тобол у г. Кургана составляет 5,3 м, но в многоводные годы подъем достигает более 10 м. На реках Исеть и Миасс максимальные подъемы достигают 4,5-5,5 м.

Исключительно высокие половодья, при которых наблюдалось затопление значительных территорий, проходили в 1914, 1941, 1947, 1957, 1994, 2000 годах [43]. Для рек Тобол, Исеть, Миасс характерно наличие обширных, часто затопляемых пойм. Продолжительность стояния воды на пойме р. Тобол составляет в многоводные годы 40-46 дней, на р. Исеть – до 30 дней, на р. Миасс – до 11 дней.

Характерной особенностью рек области является высокая изменчивость годового стока в многолетнем разрезе. Наблюдается существенная разница в объемах многоводных и маловодных лет. Наиболее низкие расходы воды на реках Западной Сибири обычно наблюдаются в конце зимы, что связано с истощением грунтовых вод, дренируемых реками.

Во время маловодных периодов годовые объемы стока по сравнению с нормой уменьшаются в несколько раз, что вызывает существенные трудности при водообеспечении нужд народного хозяйства и требует принятия мер по его улучшению.

Распределение стока по сезонам и месяцам года также крайне неравномерное. В средний по водности год в весенний сезон (с апреля по июнь) по р. Тобол через створ у г. Костаная проходит 85% годового стока, а в зимний период (с декабря по март) -5%, через створ у г. Кургана, соответственно, 77% и 5%. По р. Исеть через створ у г. Каменск-Уральский в весенний период проходит 60% годового стока, а в зимний период 12%, через створ у с. Мехонское, соответственно 68% и 10%.

По р. Миасс через створ у с. Каргаполье в весенний период проходит 58% от годового, а в зимний период – 13%.

Минимальный сток в естественном режиме на реках территории Курганской области наблюдается в летне-осенний и зимний периоды. Во всех створах Тобола и его притоков наблюдаемые зимние расходы меньше летне-осенних. Минимумы стока в летне-осенний период наблюдаются преимущественно в сентябре-октябре. Минимумы зимнего стока приходятся преимущественно на февраль-март. В створе г. Кургана минимальный расход р. Тобол в год 95%-ой обеспеченности практически равен санпропуску Курганского водохранилища (0,5 кубических метра/сек).

Максимальные расходы воды формируются за счет наибольшей среднесуточной интенсивности снеготаяния, одновременности заполнения поймы и других факторов.

Для рек области характерны значительные колебания максимальных расходов воды в многолетнем разрезе. Так, например, максимальный расход р. Тобол у г. Кургана в 1947 году составил 7200 кубических метра/сек, а в 1937 году – 41,2 кубических метра/сек, р. Исеть у с. Мехонское в 1948 году составил 2360 кубических метра в секунду, а в 1935 году – 58,7 кубических метра в секунду.

Высокая изменчивость годового стока рек в многолетнем и внутригодовом разрезах создали необходимость проведения регулирования стока в целях создания благоприятных условий в обеспечении нужд территории водой.

Основные реки области – Тобол, Уй, Исеть и Миасс берут свое начало в соседних областях, где зарегулированы построенными водохранилищами, поэтому в Курганскую область в межень маловодных лет могут поступать лишь санитарные пропуски.

Характерной особенностью гидрохимического режима реки Тобол является уменьшение минерализации воды от верховьев к устью, что связано с направлением течения реки с юга на север.

В южной (верхней) части бассейна почвы засолены, что обуславливает относительно высокую минерализацию воды в верховьях реки. В нижней части водосбора р. Тобола минерализация меньше, но всё же остается высокой, в 2-3 раза выше минерализации воды притоков. Она изменяется от 300-550 мг/л в период весеннего половодья и до 450-1350 мг/л в межень.

Вода в реках жесткая, а в зимние месяцы очень жесткая, до 12 мг*экв/л. Величина водородного показателя в течение года изменяется от 7,0

до 7,6. Цветность воды умеренная. Её величина колеблется в период весеннего половодья и летне-осенних паводков на разных участках от 24 до 99 градусов, в летнюю и зимнюю межень – от 23 до 62 градусов.

Содержание растворимого в воде кислорода в течение года меняется. В период открытого русла количество кислорода близко к насыщению, в некоторых случаях в летнюю межень наблюдается насыщение свыше 100%. В зимний период содержание растворенного кислорода резко снижается.

Наиболее крупным притоком р. Тобол является р. Исеть, минерализация воды в которой гораздо меньше, чем в р. Тобол и течение года обычно колеблется в пределах от 150 до 540 мг/л. Воды в р. Исети менее жесткая, чем в р. Тобол, низкой цветностью (до 50), перманганатная окисляемость в течение года изменяется от 6 до 19 мг О/л.

Основные источники загрязнения поверхностных вод – сточные воды промышленных предприятий и коммунального хозяйства, а также сельское хозяйство (земледелие и животноводство) и поверхностный сток с территории населенных пунктов.

Сброс загрязненных или недостаточно очищенных сточных вод, а также поступление в водные объекты рассредоточенных загрязненных стоков с водосборной площади рек является основной причиной неблагоприятного экологического состояния водных источников.

Для рек области характерно то, что значительная часть загрязнений поступает в реки из промышленно развитых соседних Челябинской и Свердловской областей. Реки Миасс, Теча и Исеть из-за загрязнений перестали быть источниками питьевого водоснабжения. Общая обстановка с загрязнением поверхностных вод от трансграничных и формирующихся в области сбросов остается напряженной.

Наблюдения за качеством поверхностных вод в области ведутся лабораториями центра по гидрометеорологии, областного центра

санэпиднадзора, филиалом Федерального бюджетного учреждения «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому федеральному округу» по Курганской области, а также ведомственными лабораториями водопользователей. Анализ изменения загрязненности воды р. Тобол показывает, что качество воды изменяется в небольших пределах и относится к классу «грязная». Аналогичное состояние с качеством воды и на других основных реках области (Уй, Миасс, Исеть и др.). Все реки области достаточно сильно загрязнены органическими азотсодержащими веществами, цветными и тяжелыми металлами.

В южных районах Западно-Сибирской равнины главные реки – Обь, Иртыш, Ишим и Тобол почти не имеют притоков, и плоские междуречья здесь бессточны и изобилуют озерами.

В области насчитывается более 3000 озер, суммарная площадь их акватории составляет более 4% от площади области, при этом 88,5% озер – пресные, остальные соленые. Запасы пресной воды в озерах составляют 1,9 кубических километра. Наиболее богаты озерами юго-восточные районы.

Преобладают, в основном, мелководные озера, но встречаются и с глубиной до 10 м.

Происхождение озерных котловин в значительной мере определяют их форму и размеры. Гидрологический режим озер неразрывно связан с изменчивостью общей увлажненности. Южные и юго-восточные районы области относятся к зоне недостаточного увлажнения. По типу водного баланса большинство озер бессточные. Основными составляющими водного баланса озер являются приток с водосборной площади, осадки и испарение с поверхности озера. Менее существенную роль играет подземное питание.

Изменение гидрологического режима озер характеризуется ходом уровней воды. Весной в период весеннего снеготаяния, при поступлении стока с водосбора, начинается повышение уровней воды в озерах. Подъем

уровня составляет 30-40 см, в многоводные годы подъем может составить 60 см. Интенсивность подъема 4-5 см в сутки, продолжительность стояния высоких уровней небольшая, всего 5-10 дней.

Подъем уровней воды начинается во второй половине апреля, максимальные уровни наблюдаются в конце апреля и начале мая, продолжительность стояния максимумов 5-7 дней. В мае уровни начинают падать и уже в июле-августе опускаются ниже отметок зимнего уровня. Величина летнего спада составляют 20-30 см, а в засушливые годы увеличиваются до 40-50 см. В результате интенсивных дождей возможно незначительное повышение уровней на 5-10 см.

Водный режим озер, их наполнение изменяется в зависимости от водности периода. Маловодные циклы, например, 1930-1939 гг. сменяются многоводными периодами, особенно характерными были многоводные периоды 1941-1948 гг. и 1988-2001 гг [43].

В засушливые маловодные годы некоторые озера полностью пересыхают, зарастают водной растительностью и превращаются в болота. В многоводные периоды происходило максимальное наполнение озерных котловин.

Ледовый режим озер характеризуется устойчивым ледоставом, который устанавливается с конца октября до конца ноября. Сроки установления ледостава, кроме метеоусловий, определяется объемом водной массы и глубиной озера, а также минерализацией воды.

Толщина льда на озерах области составляет в среднем 0,8 м, в суровые зимы достигаем 1,0 м. Мелкие озера могут промерзнуть до дна.

Химический состав воды озер области отличается большим разнообразием. По величине минерализации озера делятся на три группы: пресные с минерализацией до 1,0 г/л, солоноватые – до 3,0 г/л и соленые с минерализацией более 3 г/л.

На севере и западе области (в бассейне р. Исеть, долине р. Тобол) озера, в основном, пресные с минерализацией до 1 г/л. В восточных районах области (правобережье р. Тобол) характерно преобладание озер с солоноватой водой (минерализация 1-3 г/л).

3. Геологическое строение

Территория Курганской области расположена в юго-западной части третьей по величине равнины на Земле – Западно-Сибирской низменности. В основе ее лежит тектоническая плита с двумя этажами, фундамент которой, т. е. складчатое основание глубиной до 800 метров, перекрыт толщами пород осадочного чехла. Окружена разновозрастными горными сооружениями. В северном направлении плита открыта и погружается под воду Карского моря.

Западно-Сибирская плита имеет двухъярусное строение: нижний ярус – фундамент, верхний – осадочный чехол. Фундамент сложен метаморфизованными и дислоцированными отложениями докембрийского, палеозойского и раннемезозойского (триас, нижний лейас) возраста. Верхняя часть фундамента представлена корой выветривания, мощность которой в отдельных местах достигает нескольких десятков метров. Ниже залегают сланцы, гнейсы, эффузивные и интрузивные породы, различные по составу и возрасту.

На складчатом фундаменте залегают отложения мезо-кайнозойского платформенного чехла, в строении которого принимают участие юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения. Мощность осадочного чехла, представленного исключительно терригенными отложениями, достигает 3500 м и более [15]. В пределах бассейна выделяются: нижне-среднеюрский комплекс (J_{1-2}), верхнеюрско-нижневаланжинский комплекс (J_3-K_{1v}), нижнемеловой-сеноманский комплекс ($K_{1a}-K_{2sm}$), верхнемеловой-палеогеновый комплекс (K_2-P) и палеоген-четвертичный комплекс ($P-Q$).

На складчатом фундаменте залегает промежуточный этаж. Его породы не испытали герцинской складчатости, являются менее дислоцированными и метаморфизованными, чем породы складчатого фундамента, но отличаются более высокой степенью литификации по сравнению с породами осадочного чехла. Наличие промежуточного этажа

является характерной особенностью всех молодых плит. В его сложении участвуют базальты, туфогенные, угленосные и песчано-глинистые отложения триаса и иногда верхней перми общей мощностью до 1 км. Эти отложения залегают плащеобразно и выполняют грабены (Колтогорско-Пуровский, Челябинский и др.).

Общее залегание осадочного чехла и плиты имеет корытообразную форму, наклоненную в сторону Карского моря. В эту сторону увеличивается и общая мощность осадочного чехла, до 7 км и более. Поэтому общий объем осадочных пород в чехле достигает грандиозной цифры – 10 млн км³ (В. А. Кирюхин, 2005). Это преимущественно песчано-глинистые, реже угленосные, еще реже опоковые и другие отложения. Зона наиболее глубокого опускания и максимального накопления осадков постепенно смещалась с севера на юг. Максимальное прогибание в юре зафиксировано на севере, а максимальное прогибание в неогене – в Кулундино-Барнаульской впадине.

Четвертичные отложения распространены по всей территории и сложены различными генетическими группами пород. Представлены супесями, суглинками и песками озерно-аллювиального и эолового генезиса. Мощность отложений обычно не выходит за пределы 75 м. [13]

Неогеновые отложения сложены суглинистыми и глинистыми осадками с линзами и прослоями песков. Мощность неогеновых отложений колеблется от нескольких до 10-20 м.

Олигоценые отложения представлены водоносными песчано-глинистыми осадками. На большей части территории бассейна залегают на эродированной поверхности глин чеганской свиты. В эрозионных понижениях глин чеганской свиты, глубина которых достигает 20-55 м, залегают песчаные отложения отлымской свиты с подчиненным количеством

глинистого материала. Эти отложения аккумулируют основные запасы пресных подземных вод бассейна. [14]

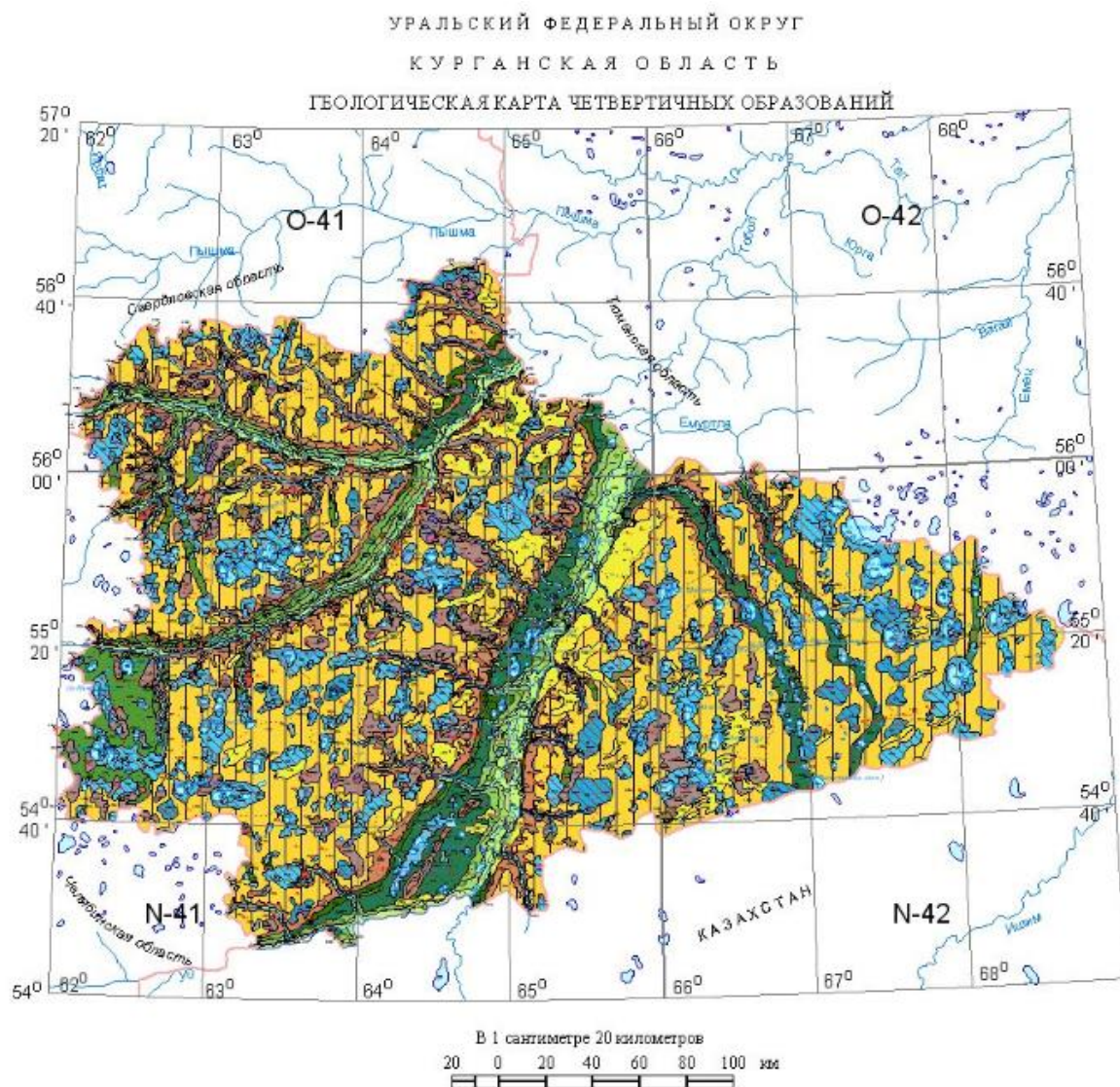


Рисунок 3.1 – Геологическая карта четвертичных образований Курганской области [9]

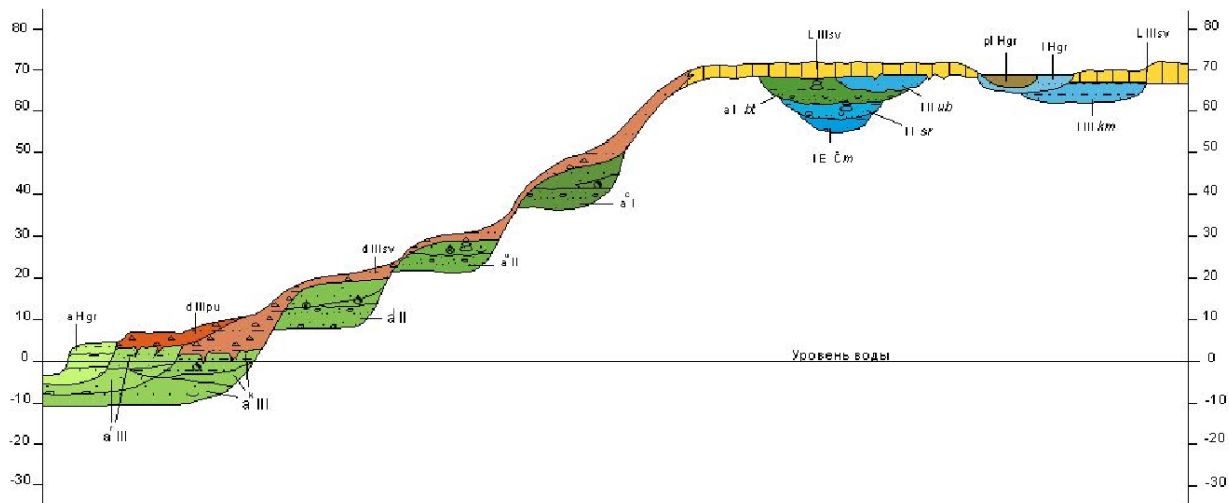


Рисунок 3.2 – Схема соотношений четвертичных образований, западная часть Западно-Сибирской равнины (бассейны рек Уй, Миасс, Исеть) [9]

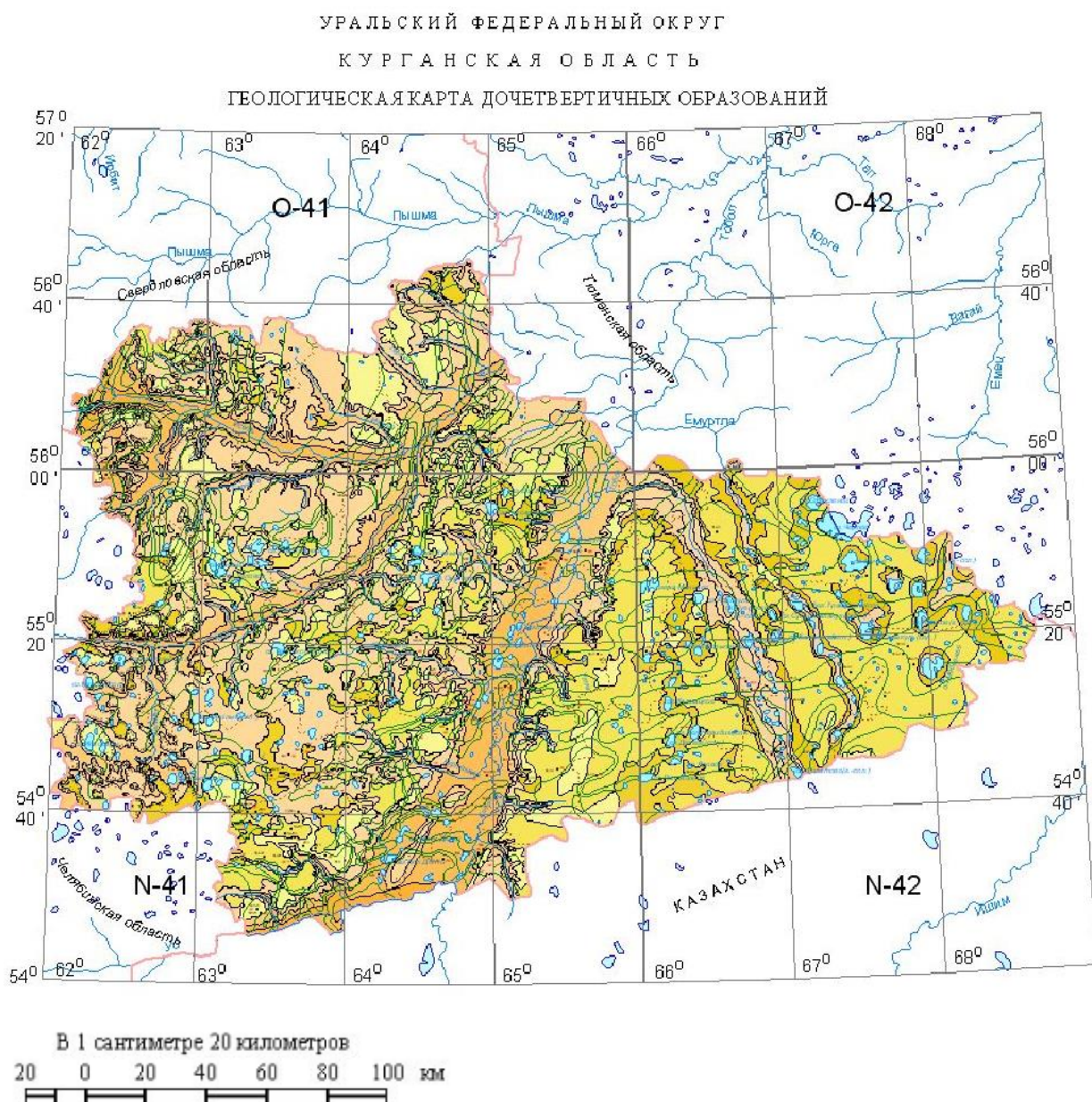


Рисунок 3.3 – Геологическая карта дочетвертичных образований Курганской области [9]

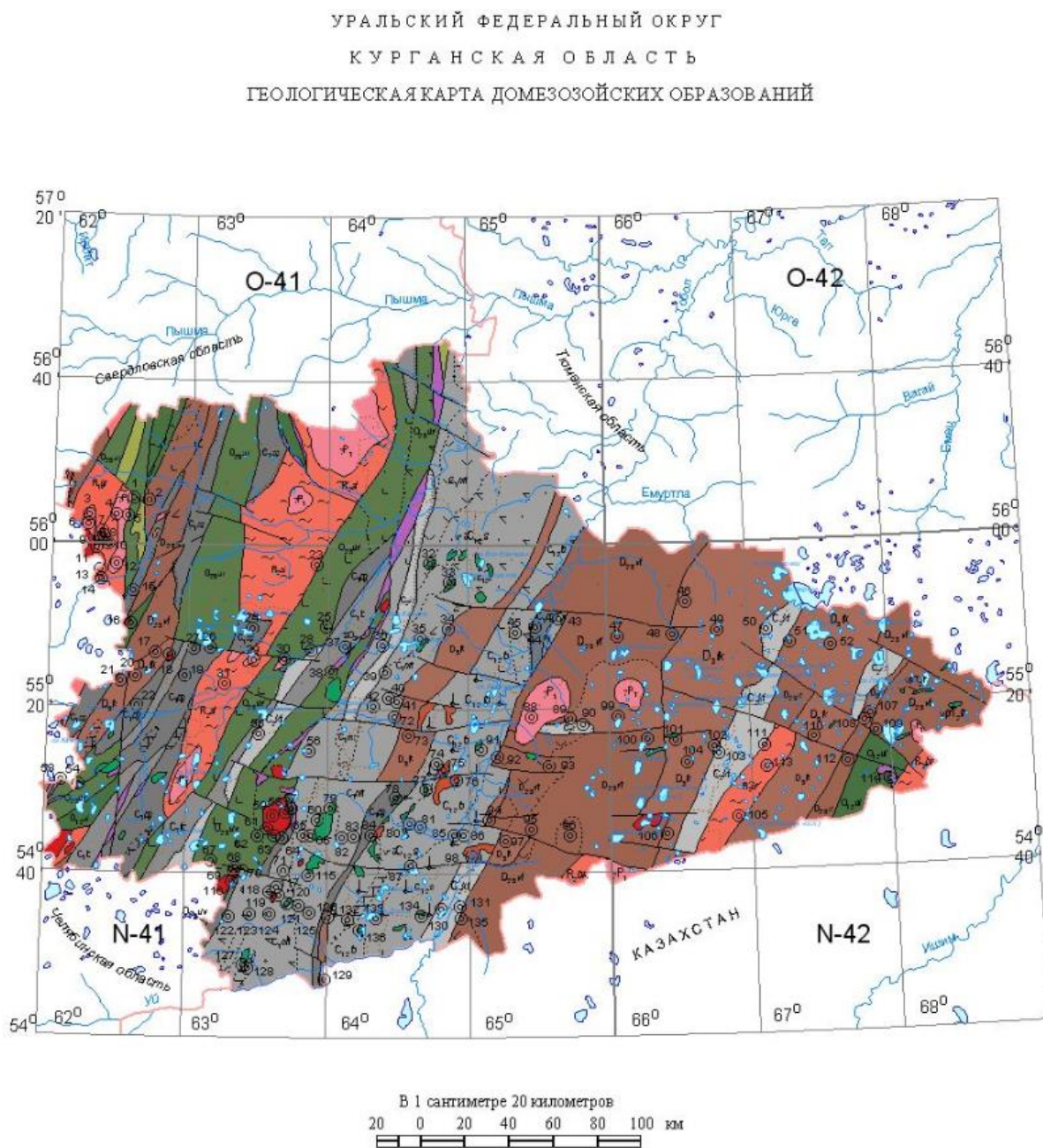


Рисунок 3.4 – Геологическая карта домезозойских образований Курганской области [9]

4. Гидрогеологические условия

Район исследования в гидрогеологическом смысле принадлежит к территории Западно-Сибирского артезианского бассейна.

Западно-Сибирский сложный артезианский бассейн (территория Свердловской, Тюменской, Курганской, Челябинской области, ХМАО-Югра и Ямало-Ненецкого автономного округа), по гидрогеологическим условиям, представляет собой платформенную структуру ярусного строения. Площадь данной гидрогеологической структуры в пределах Уральского Федерального округа составляет 1528,3 тыс. км² (88%) [19]. На территории Курганской области практическое значение для использования в качестве источника питьевого водоснабжения имеет верхний кайнозойский водоносный этаж: отложения палеоцен-миоценового и плейстоцен-голоценового возраста.

Западно-Сибирский артезианский бассейн, охватывающих огромную территорию Западно-Сибирской равнины, неравномерно изучен как по площади, так и по глубине. Лучше изучены южные части бассейна, слабее – северные. Почти совершенно не изучены в гидрогеологическом отношении области, расположенные севернее 68 градусов с.ш. [51]

Территория бассейна сложена песчано-глинистыми отложениями мезокайнозоя мощностью от нескольких сотен до 3000-4000 м. Здесь выделяются подземные воды четвертичных, неогеновых, палеогеновых, мезозойских отложений и подземные воды фундамента, сложенного интенсивно метаморфизированными породами палеозоя и частично докембрия.

Подземные воды докембрийских и палеозойских образований в центральных частях бассейна почти не изучены [51]. В районах выхода пород фундамента на поверхность подземные воды циркулируют в тектонических трещинах и трещинах выветривания. Трещиноватость пород палеозоя с глубиной затухает, и только верхнюю (до глубины 100 м) часть этих пород

можно рассматривать как зону интенсивного водообмена. Пресные воды этой зоны палеозойских пород играют важную роль в питании водоносных комплексов мезо-кайнозоя, залегающих на палеозойском фундаменте. В бассейне р. Толы распространены напорные подземные воды палеозойских известняков. Дебиты самоизливающихся скважин изменяются от 0,1 До 2,3 л/сек. Химический состав воды гидрокарбонатно-натриево-магниевый, минерализация – 0,2-0,3 г/л.

От окраинных к центральным районам бассейна, наряду с погружением фундамента уменьшается водообильность палеозойских пород и увеличивается минерализация вод, которые становятся обычно хлоридно-натриевыми, реже хлоридно-кальциево-натриевыми с минерализацией, достигающей 23 г/л. В этом же направлении наблюдается смена газового состава воды от углекисло-азотного и азотного к азотно-метановому.

Западно-Сибирский артезианский бассейн является одним из наиболее крупных резервуаров подземных вод земного шара. [14] В тектоническом отношении он представляет собой впадину, имеющую двухъярусное строение. Нижний ярус – складчатый фундамент, сложенный дислоцированными палеозойскими древними осадочными, метаморфическими и изверженными породами; верхний – полого залегающими на фундаменте отложениями мезо-кайнозоя. Впадина ассиметрична, с пологим западным склоном и более крутым восточным. От оконтуривающих артезианский бассейн с запада, юга и востока складчатых сооружений поверхность палеозойского фундамента погружается к центру и северным частям впадины на глубину до 5-6 км и более. В сторону Северного Ледовитого океана бассейн открыт. По мере прогибания Западно-Сибирской впадины в палеозойском фундаменте возникли самостоятельные структуры. К структурам первого порядка [11] относят Бийско-Барнаульскую, Кулундинскую, Омскую, Приуральскую и другие впадины, Кустанайское, Каменское, Вагайско-Ишимское и другие поднятия.

Эти относительно крупные структуры оказали свое влияние на формирование современного рельефа. Отрицательные формы рельефа приурочены к впадинам, положительные – к поднятиям. Так, например, Кулундинской впадине соответствует низменность одноименного наименования, Каменскому поднятию соответствует наиболее приподнятая часть Приобского плато. Иногда эта взаимосвязь устанавливается и для более мелких форм рельефа. С учетом этим структур рядом исследователей на территории Западно-Сибирского артезианского бассейна выделяются артезианские бассейны второго порядка.

Возможность перетока обусловлена направлением движения подземных вод и присутствием на территории исследования разрывных нарушений (рисунки 4.1-4.4).

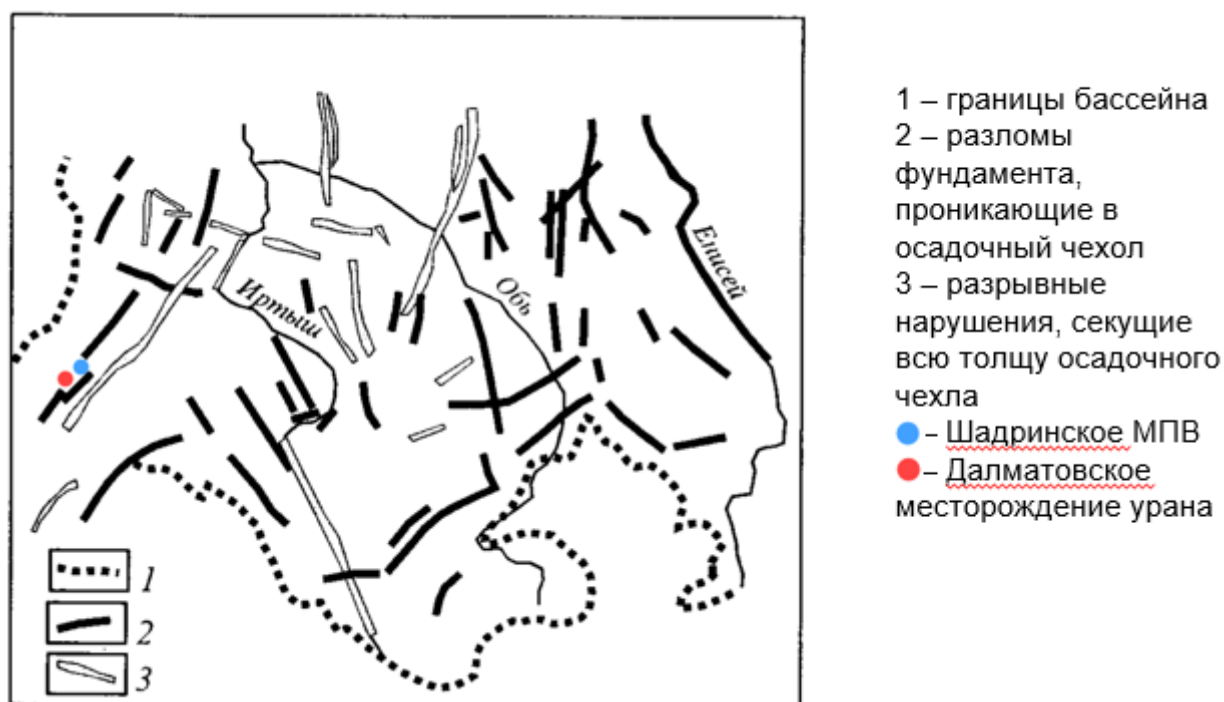


Рисунок 4.1 – Карта разрывных нарушений Западно-Сибирской плиты (составители Е.В. Герман и А. Н, Ласточкин, [15])

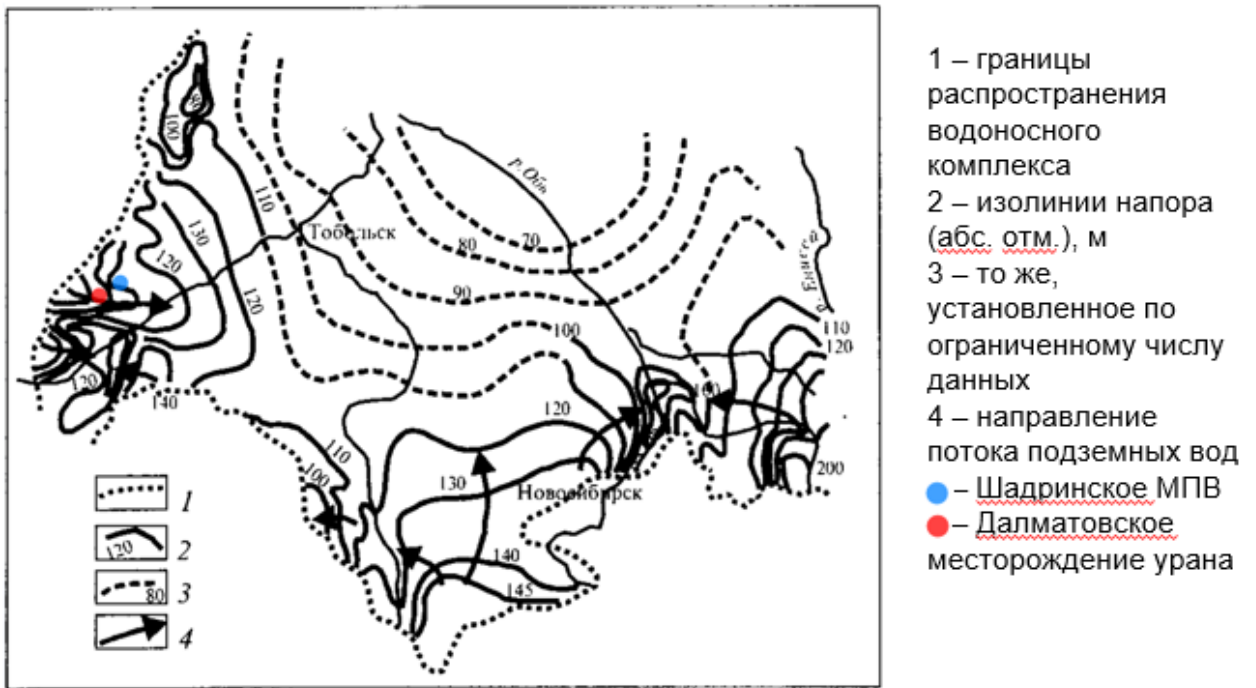


Рисунок 4.2 – Схема пьезометрической поверхности апт-сенманского водоносного комплекса краевой части бассейна (В.А. Всеволожский, [15])

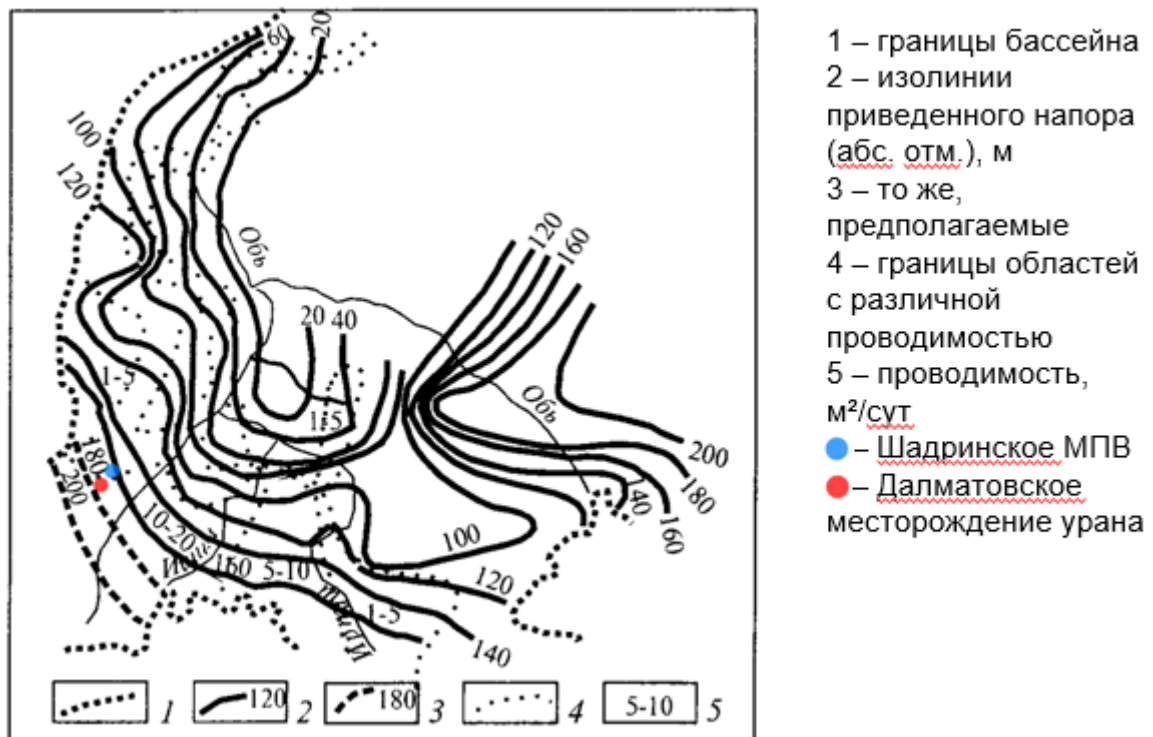


Рисунок 4.3 – Пьезометрическая карта водоносного комплекса нижне-среднеюрских и палеозойских отложений (по С.С. Бондаренко и др. [15])

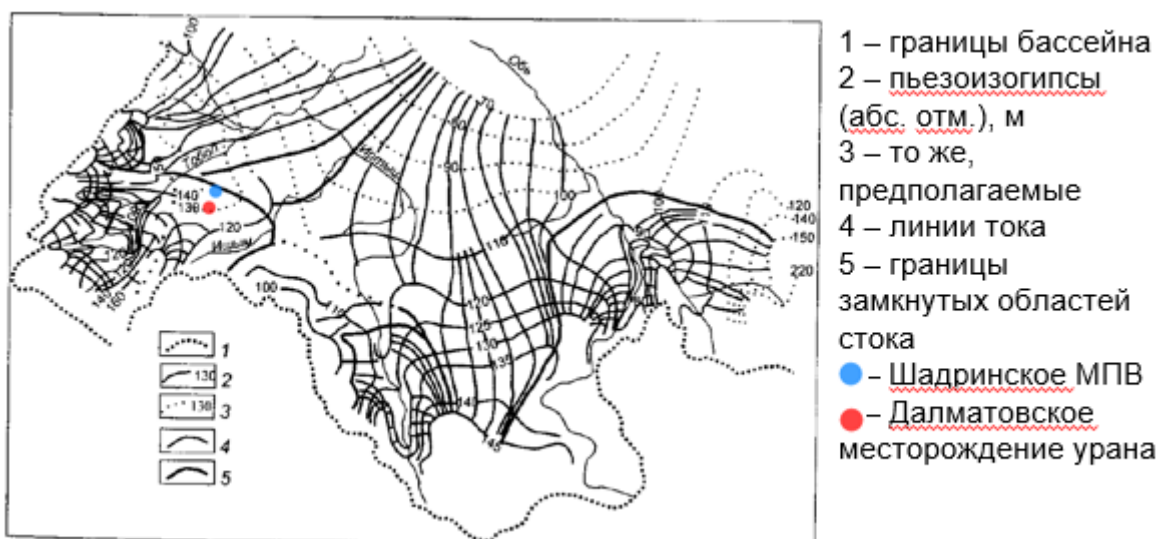


Рисунок 4.4 – Гидродинамическая схема потока подземных вод апт-сеноманского комплекса [15]

Западно-Сибирский артезианский бассейн представляет собой единую водонапорную систему. Однако в пределах первого комплекса верхнего этажа можно выделить районы, в которых происходит питание и разгрузка подземных вод. Эти районы являются бассейнами стока подземных вод. Как показывают карты гидроизогипс и пьезоизогипс, водоразделы подземных вод первого комплекса практически совпадают с водоразделами рек. Это дало возможность В. А. Нуднеру и Ю. К. Смоленцову разделить первый комплекс Западно-Сибирского артезианского бассейна на ряд гидрогеологических районов – бассейнов стока подземных вод, каждый из которых может быть подразделен на бассейны более низшего порядка, дренируемые более мелкими реками. [13].

Аналогично, по геологическим особенностям и гидрогеологическим условиям Н.И. Толстихин [21] выделяет в пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна две части: 1) внутреннюю часть бассейна, куда входят шесть артезианских бассейнов второго порядка: Тобольский, Иртышский, Кулундино-Барнаульский, Чулымский, Обский, Прикарский и 2)

краевую часть бассейна, включающую Западное, Северо-Западное и Восточное (Енисейское) крылья.

В пределах Западно-Сибирской низменности выделяются две группы бассейнов стока подземных вод: северная и южная. Граница между ними проведена по возвышенности Сибирские Увалы, определяющей направление стока поверхностных и подземных вод в сторону Северной и Южной котловин.

Северная группа включает в себя пять бассейнов: Нижне-обский, Тазовский, Нижне-Енисейский, Прикарский и Гыданский. Южная группа включает также пять бассейнов: Тобольский, Средне-Обский, Средне-Енисейский, Иртышский и Верхне-Обский.

В связи с принадлежностью территории исследования Тобольскому артезианскому бассейну (рисунок 4.5), уместно будет охарактеризовать его отдельно.



Рисунок 4.5 – Схема гидрогеологического районирования [9]

4.1 Тобольский артезианский бассейн

Тобольский артезианский бассейн на юге ограничен Кустанайским Валом, на севере его воды сливаются с водами Тюменского гидрогеологического района Зауралья. В пределах бассейна напорные пресные воды в основном циркулируют в рыхлых меловых и третичных отложениях. В отдельных частях бассейна подземные воды приурочены к юрским песчано-глинистым угленосным континентальным образованиям, перекрытым меловыми отложениями, и образуют небольшие артезианские бассейны третьего порядка, примером которых может служить Челябинский бассейн, где с глубиной минерализация воды увеличивается и пресные воды сменяются солоноватыми, а затем солеными хлоридно-кальциево-натриевыми водами.

Для водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных объектов наиболее перспективными являются водоносные комплексы континентальных пород олигоцена, залегающих здесь на небольшой глубине, выше вреза речных долин, а также современных отложений. Подземные воды этих комплексов, обладающие небольшим напором приурочены к невыдержанным как по мощности (от 5 до 20 м), так и по площади песчаным слоям. Удельные дебиты отдельных скважин иногда достигают 3 л/сек.

Подземные воды восточной части Тобольского артезианского бассейна характеризуются, как правило, более высокой минерализацией, чем западной части, и непригодны для орошения и водоснабжения. Только на отдельных участках, приуроченных к склонам увалов, можно вскрыть грунтовые воды, залегающие неглубоко и имеющие удовлетворительные качества. В некоторых местах левобережья Тобола грунтовые воды залегают на глубине до 5 м (верховодка) и имеют минерализацию до 1 г/л. В широкой долине Тобола в аллювиальных песках имеются пресные воды, которые могут быть использованы для крупных водозаборов.

Подземные воды в пределах первого гидрогеологического комплекса Тобольского бассейна приурочены к четвертичным, неогеновым и олигоценным отложениям различного генезиса и состава.

Мощность отложений колеблется от нескольких метров в районе палеозойского обрамления и в долинах рек юго-запада бассейна до 100-150 м в северо-восточной его части. На большей части территории бассейна отложения первого комплекса залегают выше эрозионного вреза рек.

Четвертичные водоносные отложения широко развиты в пределах бассейна. Они характеризуются небольшой мощностью, пестротой литологического состава, различной степенью водообильности. На междуречьях развиты покровные образования, представленные суглинками, супесями, песками. Обводнены они локально. Наибольшая обводненность наблюдается на севере бассейна. Дебиты водопунктов незначительные, солевой состав и минерализация вод характеризуются большой пестротой и тесно связаны с климатической зональностью.

Наиболее водообильными являются аллювиальные отложения пойм и надпойменных террас рек. На севере бассейна мощность их достигает 50 м, уменьшаясь к югу до 3-10 м. Аллювиальные отложения представлены песчано-глинистыми и гравийно-галечниковыми образованиями. На севере бассейна воды аллювиальных отложений преимущественно пресные, на юге пестрые.

В северной части бассейна на водоразделах широко развиты подземные воды флювиогляциальных отложений, а также водоносные озерно-аллювиальные отложений эпохи максимального оледенения, сложенные супесями и суглинками с линзами и прослоями пылеватых песков.

Неогеновые отложения в Тобольском бассейне сложены суглинистыми и глинистыми осадками с линзами и прослоями песков.

Занимают они отдельные поля на высоких участках водораздельных пространств до 58 градусов с.ш. Мощность неогеновых отложений колеблется от нескольких до 10-20 м. Водоносными являются прослойки песков среди глин, водообильность их незначительна.

На севере бассейна воды пресные, к югу минерализация их постепенно нарастает, достигая на юге бассейна 5-10 г/л, по составу они сульфатные и хлоридные натриевые.

Олигоценые отложения широко развиты в Тобольском бассейне. На севере бассейна они достигают по мощности 130 м и более. Представлены эти отложения водоносными песчано-глинистыми осадками. На большей части территории бассейна они залегают на эродированной поверхности глин чеганской свиты. В эрозионных понижениях глин чеганской свиты, глубина которых достигает 20-55 м, залегают песчаные отложения отлымской свиты с подчиненным количеством глинистого материала. Эти отложения аккумулируют основные запасы пресных подземных вод бассейна.

При гидрогеологическом районировании отмечается, что Зауралье представляет собой западную окраину Западно-Сибирского артезианского бассейна, в структурно-тектонической схеме которого выделяются части двух крупных впадин: Приуральской и Ханты-Мансийской [12]. К первой из них приурочен Тобольский артезианский бассейн второго порядка. 1 3

Приуральская впадина имеет ассиметричное строение. Поверхность фундамента полого погружается в восточном направлении с отметки около 200 м на юго-западе, вдоль сочленения с восточным склоном Урала, до отметки -600 м и -700 м на северо-востоке. Средний уклон по линии Екатеринбург-Тюмень, до Мальцевской ступени, составляет 0,0045 или 0 градусов 15 минут. На севере (широта г. Серова) к востоку от Шалашинского поднятия уклон более крутой и составляет 0,011, или 0 градусов 40 минут.

Более высокое гипсометрическое положение Приуральской впадины отразилось на литологическом составе её покровного комплекса.

На протяжении всего нижнего мезозоя, вплоть до турона, значительная часть впадины испытала континентальный режим. Поэтому нижнемеловые осадки здесь представлены исключительно континентальной фацией. На северо-востоке и востоке в альб-сеноманское время происходит отложение сравнительно мелководных морских осадков. Не менее резкое различие отмечается в литологическом составе пород верхнемеловой и палеогеновой морской трансгрессией.

В Приуральской впадине в то же время образуются более мелководные осадки, особенно в западной прибрежной части, содержащие ряд напорных водоносных горизонтов, приуроченных к серовской и талицкой свитам палеогена, федюшинской пачке ганькинской свиты и камышловской пачке славгородской свиты верхнего мела. Для всех этих горизонтов характерен выход на поверхность вдоль подножия восточного склона Урала, частое слияние их здесь в единый водоносный горизонт, постепенное погружение и разобщение на отдельные горизонты по мере удаления на восток, сопровождающиеся одновременно фациальным замещением водоносных пород безводными. В отличие от центральных районов Западно-Сибирского артезианского бассейна на формирование гидравлических систем Тобольского артезианского бассейна оказывали существенное влияние и более мелкие структурные формы, возникшие в результате неравномерного движения отдельных блоков фундамента по глубинным разломам, заложенных еще в триас-юрское время. Амплитуда смещений была неодинакова даже по простиранию одного нарушения, что имело своим последствием возникновение выступов и впадин на поверхности фундамента. Последние, как правило, имеют ассиметричное строение с пологим западным и крутым восточным склонами. Для валообразных поднятий обычно наблюдается обратное соотношение.

Платформенный покров реагировал на эти движения образованием унаследованных структур. Поднятию в фундаменте отвечает поднятие или вал в верхнемезозойском и палеогеновом покрове. Погружению в фундаменте соответствует прогиб или депрессия в покрове. Формирование унаследованных структур происходило медленно, в соизмеримое с осадконакоплением время и не прекращалось на протяжении всего периода развития Приуральской впадины.

Об этом свидетельствует также приуроченность современных речных долин к структурно-тектоническим формам фундамента, на что неоднократно указывалось в литературе.

В результате этих процессов в положительных формах, поднятиях и валах мощность палеогеновых и меловых осадков значительно уменьшается, а нередко отдельные горизонты полностью выклиниваются с образованием структур облекания или «протыкания». В прогибах мощность мезокайнозойского покрова, а следовательно, и заключенных в них водоносных горизонтов сильно возрастает.

Отмеченные структурно-тектонические факторы обусловили многообразие фациальных условий формирования одних и тех же стратиграфических горизонтов. Это привело к тому, что ни один из них нельзя считать всюду водоносным или безводным. Даже те толщи, которые на большей части территории являются безводными, на западе и в отдельных депрессиях становятся водоносными.

Изменение литологического состава стратиграфических горизонтов осложняет взаимоотношение водоносных пород. В одних местах водоносные морские отношения верхнего мела залегают, например, непосредственно на континентальных породах нижнего мела и образуют с ними одну водоносную толщу; в других – эти отложения отсутствуют, но зато возникает

взаимосвязь с вышележащими водоносными опоками серовской свиты палеогена через толщу песков и песчаников талицкой свиты.

Такое разнообразие в гидрогеологических условиях не позволяет в региональном масштабе выделить среди покровной толщи Зауралья стратиграфические водоносные горизонты, строго отвечающие этому понятию. Исключение составляют опоки серовской свиты палеогена, имеющие сравнительно устойчивый литологический состав. Остальные разновозрастные водоносные породы по сумме признаков объединены в водоносные комплексы. С учетом этих замечаний в пределах Тобольского артезианского бассейна выделены следующие водоносные комплексы и горизонты:

- 1) водоносный комплекс четвертичных отложений,
- 2) воды спорадического распространения в отложениях неогена и водоносный комплекс отложений среднего-верхнего олигоцена,
- 3) водоносный горизонт отложений палеоцена-нижнего эоцена (талицкая и серовская свиты);
- 4) водоносный комплекс отложений нижнего-верхнего и верхнего мела;
- 5) водоносный комплекс отложений нижнего мела;
- 6) водоносный комплекс угленосных отложений триаса-юры,
- 7) водоносные комплексы зон трещиноватости нерасчлененных пород силура-девона.

Толща водоносных пород, начиная от четвертичных образований до отложений федюшинской пачки ганькинской свиты, камышловской пачки славгородской свиты верхнего мела, мысовской, синарской и алапаевской свит нижнего мела, образует верхнюю гидродинамическую зону, для которой характерно наличие связи подземных вод с поверхностью, свободный или

затрудненный водообмен, окислительные условия водной среды, углекисло-азотный или азотный состав растворенных газов. Температура подземных вод низкая и изменяется преимущественно в пределах 4-7 градусов цельсия.

Водоносный комплекс отложений нижнего мела (уватская, ханты-мансийская, викуловская и киялинская свиты) совместно с залегающими ниже его комплексами фундамента составляет нижнюю гидродинамическую зону. Подземные воды в ней практически утратили связь с поверхностью, находятся в условиях застойного режима и восстановительной среды. В растворенных газах преобладает метан. Температура подземных вод повышенная и в пределах Зауралья на отдельных участках достигает 57 градусов цельсия. В западных районах Приуральской впадины водоносные комплексы фундамента непосредственно перекрываются породами верхней геогидродинамической зоны, вследствие чего приобретают свойственные ей черты.

4.1.1 Водоносный комплекс четвертичных отложений – alQ, lalQ+fglQ

Четвертичные отложения представлены весьма разнообразным комплексом осадочных пород, среди которых можно выделить следующие генетические типы: покровные аллювиально-элювиальные суглинки и глины, озерно-болотные аллювиальные отложения, речные аллювиальные отложения, ледниковые отложения.

Наибольшим распространением пользуются бурые суглинки и глины, сплошным чехлом покрывающие огромные водораздельные пространства. Мощность их не превышает 10 м. В основании нередко встречаются крайне несортированные песчаные осадки с включением слабо окатанных валунов и щебня палеозойских пород. Они являются осадками водных потоков, медленно стекавших к Арало-Каспийской низменности и питавшихся талыми водами ледников, покрывавших северные районы Урала и Зауралья. В

редких песчаных линзах скапливаются незначительные запасы подземных вод типа верховодки, не имеющей практического значения.

Озерно-болотный аллювий сложен торфом и илистыми осадками с гнездами тонкозернистого песка. Мощность этих отложений небольшая, обычно 3-4 м, реже 10-15 м. Болотные воды, содержащиеся в торфяном слое, низкого качества. Небольшие запасы пресных подземных вод в песчаных линзах среди иловых отложений используются колодцами.

Наиболее широкое использование путем устройства колодцев нашли подземные воды аллювиальных отложений современной речной сети. Эти отложения слагают обычно пойменную и одну-две надпойменные террасы. Так как реки Зауралья имеют равнинный характер со спокойным течением, то аллювиальные отложение здесь имеют мелкозернистый состав со значительной примесью иловато-глинистого материала. В нижней части аллювиальных отложений нередко залегают крупно- и среднезернистые пески с примесью гравия, а в районах, прилегающих к Уралу, встречаются гравийно-галечниковые отложения. Мощность отложений чаще всего изменяется в пределах 7-10 м, уменьшаясь на некоторых участках до 1 м и возрастая в отдельных понижениях до 35-40 м. Для мелких рек средняя мощность аллювия колеблется в пределах 0,5-1,0 м.

Аллювиальные отложения всюду водоносны. Уровень подземных вод залегает преимущественно на глубинах от 0,5 до 3,0 м, а в более высоких участках террас может спускаться до 10-11 м. В русловых частях он соответствует урезу воды в реке, и нередко здесь отмечается выход источников.

Общий мелкозернистый состав аллювия, крайняя неустойчивость его по площади и глубине обуславливают малую его водоотдачу. Дебиты колодцев и скважин колеблются от 0,01 до 0,5 л/сек, редко составляя 1-2 л/сек. Расходы родников находятся в пределах 0,02 – 2,0 л/сек.

Качество подземных вод зависит от условий их формирования. На большей части территории распространения питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. В Северном и Среднем Зауралье воды пресные с минерализацией от 0,15 до 0,5 г/л, в южных степных районах – до 0,8-1,0 г/л. Воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, реже сульфатные кальциевые. На участках, где происходит разгрузка соленых нижележащих горизонтов, минерализация подземных вод аллювия возрастает, и они приобретают хлоридный или хлоридно-гидрокарбонатный натриевый состав.

4.1.2 Водоносные комплексы отложений неогена, среднего-верхнего олигоцена – N, P₃²⁻³

Неогеновые континентальные отложения кустанайской и аральской свит в Тобольском артезианском бассейне развиты в южной и средней частях. Они занимают самое верхнее положение в стратиграфическом разрезе, слагая водораздельные участки. Водоносными среди них являются прослойки и линзы песок, спорадически встречающиеся среди мергелистых и гипсоносных глин. Они содержат небольшие запасы подземных вод, местами эксплуатирующиеся колодцами. Качество вод пестрое – от пресных до солоноватых и горько-соленых. На отдельных участках эти прослойки и линзы гидравлически связаны с нижележащими водоносными отложениями олигоцена и составляют с ними единый комплекс.

Морские отложения среднего и верхнего олигоцена, наурзумской, чиликтинской и катанбулакской свит, объединенных в тургайскую серию, в пределах Зауралья развиты на водораздельных пространствах к югу от 57 градусов с.ш. В более северных районах они уничтожены эрозией и как исключение фиксируются небольшими участками.

Тургайская серия пород сложена преимущественно водоносными песками с прослоями светло-серых и шоколадно-коричневых глин. Пески

кварцевые, различной зернистости, но преобладают тонкозернистые с размером зерен 0,25-0,05 мм, содержание которых обычно достигает 75%-90%. Соотношение песчаных и глинистых прослоек по площади и в разрезе изменяется в широких пределах. В отдельных местах вся толща становится практически безводной вследствие преобладания глинистых пород, в других – отдельными крупными пластами глин она разделяется на несколько водоносных слоев. В большинстве же случаев многочисленные песчаные прослойки и линзы гидравлически связаны между собой и в целом образуют довольно выдержанную водоносную толщу. Мощность её изменяется на западе, по левобережью р. Тобола от 0 до 20 м, на востоке, где она имеет почти повсеместное распространение, мощность повышается до 30-40 м, а в отдельных местах до 60 м и более. В среднем же она составляет 10-15 м. Водоупорным ложем служат чеганские глины.

Сильная эрозионная расчлененность водоносного комплекса, особенно в западной части, наличие местных базисов разгрузки в виде глубоких озерных котловин, разбросанных на плоских водоразделах, обусловили разделение водоносных отложений на многочисленные, сравнительно мелкие обособленные бассейны подземных вод. В каждом таком бассейне сложились своя вполне определенная область питания, стока и гидродинамический режим, предопределившие все многообразие условий залегания подземных вод и их качества. Здесь имеет место постепенное снижение региональных изменений водного зеркала в северо-восточном и восточном направлении в соответствии с гипсометрическим положением водоносных отложений.

Для большинства бассейнов западной части характерно наличие свободного уровня подземных вод. На востоке, где в кровле горизонта часто залегают глины аральской свиты, воды нередко обладают небольшим напором. Глубина залегания уровня изменяется в широких пределах: от нуля

в местах разгрузки до 24 м в областях питания и водоразделах между бассейнами. Чаще же он находится на глубине 5-15 м.

Водообильность песчаных отложений среднего и верхнего олигоцена весьма небольшая и крайне неравномерная. Дебиты скважин изменяются от тысячных долей до 3-5 л/сек. Наиболее распространены дебиты порядка 0,5-1,5 л/сек. Удельный дебит изменяется от тысячных долей до 1,0 л/сек, преобладает от 0,01 до 0,2 л/сек. Размер дебита и продолжительность эксплуатации скважин существенно зависят от конструкции фильтров. В условиях преимущественного распространения тонкозернистых песков сетчатые фильтры практически не применимы. Они снижают дебит скважин и быстро кольматируются песчаным материалом. Наиболее хорошие результаты дают проволочные фильтры с гравийной обсыпкой.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения индивидуальных хозяйств и небольших ферм подземные воды каптируются многочисленными колодцами и одиночными скважинами, особенно в восточных районах Курганской области.

Качество вод разнообразное и изменяется от пресных до соленых, а по степени минерализации от 0,18 до 14,0 г/л. Пресные воды с суммой солей менее 1 г/л преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава распространены к северу от водораздела Миасс-Исеть, где водоносный горизонт вследствие наиболее сильного эрозионного расчленения имеет интенсивный водообмен и располагается в районах с несколько более влажным климатом. В южных и восточных засушливых степных районах на плоских водораздельных пространствах начинает возрастать роль процессов континентального соленакпления, обуславливающих исключительную пестроту минерализации и состава подземных вод. В 70-е года в пределах восточной части Курганской области (правобережье р. Тобола) проводились работы [12] по картированию минерализации подземных вод описываемого комплекса геофизическими методами. Результаты этих работ показывают,

что пресные и слабосоленоватые воды (с минерализацией до 1,5 г/л) развиты в виде линз среди общего поля соленых вод. Форма линз разнообразная, в основном изометричная, размеры линз от 0,5 км² (минимальная площадь, выделяемая при принятой сетке геофизических наблюдений) до нескольких десятков, в единичных случаях до сотен квадратных километров. Общая площадь линз в пределах листов среднего масштаба составляет от 20-25% для южных районов до 40-50% для северных. По предварительно обработанным материалам представляется, что линзы пресных и слабосоленоватых вод связаны с участками, находящимися в сфере дренирующего влияния речных долин или озерных котловин, а также с участками развития песчаных глин аральской свиты, представляющих собой своеобразные «окна» среди общей массы водоупорных глин этой свиты.

По химическому составу преобладают в равных количествах три группы вод: гидрокарбонатные кальциево-магниевые (29%), гидрокарбонатные натриевые (33%), хлоридные натриевые (27%). Остальные 11% приходятся на сульфатные кальциевые и сульфатные натриево-кальциевые воды.

4.1.3 Водоносный горизонт отложений палеоцена и нижнего эоцена (талицкая и серовская свиты) – P_{g1}-P_{g2}¹

В пределах Тобольского артезианского бассейна средний и нижний эоцен сложен исключительно кремнистыми осадками. Среди них почти повсеместную водоносность имеет горизонт кремнистых, местами кварцитовидных, трещиноватых опок и глауконит-кварцевых или кварц-глауконитовых песчаников серовской свиты палеогена. Сверху они перекрываются практически безводными диатомитами, трепелами ирбитской свиты и листоватослоистыми глинами чеганской свиты, а подстилаются на большей части территории безводными глинами и аргиллитами талицкой свиты палеоцена. Однако в крайних западных районах, вдоль сочленения с Уралом, талицкая свита сложена преимущественно водоносными кварц-

глауконитовыми песчаниками, песками, местами конгломератами, и составляет с серовской свитой один водоносный горизонт.

В литологическом составе серовской свиты с удалением от восточного склона Урала и увеличением глубины залегания уменьшается содержание песчаного и кремнистого материала и увеличивается глинистость. Сначала среди крепких кремнистых опок появляются редкие прослойки диатомитов, затем к ним присоединяются аргиллиты, а количество и мощность прослоек увеличивается. В отдельных местах они разделяют водоносную толщу на ряд более мелких водоносных пластов, нередко содержащих воду различной минерализации. Постепенно удельный вес водоносных опок в общем составе свиты падает, они начинают встречаться спорадически в виде отдельных прослоек и линз, а затем в пределах Ханты-Мансийской впадины совершенно исчезают. Здесь состав палеоцен-эоценовых отложений приобретает глинистый облик, характерный для люлинворской свиты центральной части Западно-Сибирской низменности, где она занимает самую верхнюю часть турон-нижнеолигоценового регионального водоупорного комплекса.

Кровля серовской свиты имеет общее пологое погружение на восток и северо-восток со средним уклоном порядка 0,001, опускаясь с отметки 180 м на юго-западе до отметки ниже – 50 м на северо-востоке. В более крупном плане на её поверхности отмечается целый ряд депрессий и валообразных поднятий, соответствующих аналогичным формам рельефа фундамента, но имеющих более сглаженные очертания.

Минимальная мощность водоносного горизонта, равная нескольким метрам, наблюдается на западе, в районах, прилегающих к Уралу, и в купольных частях валообразных поднятий, максимальная (до 50-60 м, а в отдельных местах и до 100 м) приурочена к осевым зонам депрессий. Наиболее распространенная мощность колеблется в пределах 20-40 м. Глубина залегания водоносных опок находится в зависимости от положения

кровли серовской свиты и рельефа дневной поверхности. На западе они выходят на поверхность или вскрываются многочисленными речными долинами. Подземные воды имеют здесь свободный уровень. Далее на восток горизонт опускается под толщу глинистых пород ирбитской и чеганской свит, а подземные воды приобретают напорный характер. В долине р. Тобола опоки залегают на глубинах от 70 на юге до 150 м на севере. На водораздельных участках крайних восточных районов они находятся на глубине 220-250 м. Величина пьезометрического напора увеличивается в том же направлении и максимальных значений, порядка 200 м, достигает также в крайних восточных районах. В сводах валообразных структур, удаленных местами на значительное расстояние от западных выходов опок, горизонт нередко вскрывается речными долинами. В качестве примера можно указать на обнажения опок в долине р. Пышмы в своде Кокшарово-Шипицинского вала или на реках Исети и Тече в районе Першинско-Новосельского вала.

Положение пьезометрического уровня изменяется в широких пределах – от 10-15 м выше поверхности земли до глубины 58 м. Преимущественное фонтанирование скважин наблюдается к северу от долины р. Туры. Южнее долины р. Туры излив воды из скважин наблюдается лишь в пределах долин Пышмы, Исети, Миасса и Тобола.

В западных районах породы, покрывающие и подстилающие водоносный горизонт, имеют небольшую мощность и более водопроницаемы, вследствие чего подземные воды гидравлически тесно связаны как с водоносным комплексом среднего и верхнего олигоцена, так и водоносными верхнемеловыми породами. Все три комплекса имеют здесь единую пьезометрическую поверхность. Питание осуществляется на площади распространения горизонта за счет непосредственной инфильтрации атмосферных осадков или через покров водопроницаемых пород, либо перетекания из вышележащего водоносного комплекса. Разгрузка происходит в речных долинах.

С удалением на восток и увеличением мощности чеганских и ирбитских глин, а также аргиллитов талицкой и ганькинской свит постепенно происходит гидравлическое разобщение водоносного горизонта с выше- и нижележащими водоносными комплексами и обособление областей питания, циркуляции и разгрузки. На водораздельных участках пьезометрического зеркала подземных вод опок серовской свиты обычно лежит на 5-7 м выше пьезометрического уровня верхнемелового водоносного комплекса, однако это не вызывает здесь перетекания подземных вод опок в нижележащие меловые отложения, как это отмечалось в западных районах. Об этом свидетельствует меньшая промытость водоносных пород и более высокая минерализация подземных вод опок на водоразделах по сравнению с приречными участками, а местами и нижележащими водоносными комплексами. Так, на водоразделе рек Уй и Миасс подземные воды опок имеют минерализацию от 3 до 6,6 г/л, а воды нижележащих меловых отложений, пьезометрический уровень которых судя по скважине на курорте Озеро Горькое на 5,4 м ниже, имеют минерализацию порядка 1,9-2,5 г/л. Аналогичное явление отмечалось в южной части Мясниковско-Талицкой депрессии при разведке подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения в районе г. Катайска, где подземные воды опок на водоразделах имеют хлоридный натриевый состав и более высокую минерализацию, чем в приречных участках и нижележащих верхнемеловых отложениях, обладающих гидрокарбонатным натриевым или гидрокарбонатно-сульфатным натриевым составом.

Водообильность опокового горизонта весьма неравномерна. Удельные дебиты изменяются от тысячных долей до 26,0 л/сек при преобладающих до 1 л/сек. Дебиты отдельных скважин достигают 100 л/сек при преобладающих 1-3 л/сек. [12] В изменении водообильности можно подметить ряд закономерностей. Прежде всего наблюдается общее снижение дебиты скважин с удалением от Урала на восток, связанное с фациальным

замещением кремнистых опок и постепенным превращением их в водоупорный комплекс.

В западных районах зоны высокой водоотдачи чаще всего приурочиваются к глубоким участкам депрессий. Здесь сочетаются наибольшая мощность опок, сильная их тектоническая нарушенность и трещиноватость с максимальными размерами водосборных бассейнов. В таких структурных условиях разведаны водозаборы подземных вод с производительностью 720 л/сек в Ялунинской и южной части Черноскутовской и Мясниковско-Талицкой депрессий. Повышенная водоносность опок наблюдается над зонами региональных глубинных разломов фундамента, где резко выраженные депрессии отсутствуют. Примером могут служить Бердюгинский и Шмаковский водозаборы в опоках с производительностью 210 л/сек, расположенные в междуречье Ницы и Ирбита, в зоне регионального Анохинско-Челябинского разлома. Вторым примером является скважина, пробуренная в д. Чар, в 13 км юго-восточнее ж.д. ст. Сосьва с дебитом при самоизливе из опок 43 л/сек. Она располагается в зоне регионального тектонического разлома, проходящего через Еланско-Чернышевскую, Чарскую и Артюшкинскую нижнемезозойские эрозионно-тектонические впадины, которые в рельефе кровли серовской свиты почти не отражаются. Целый ряд скважин в этом же районе, вскрывших водоносные опоки за пределами указанной зоны, имеют дебиты, не превышающие 3-5 л/сек.

Качество подземных вод опокового горизонта отражает условия их циркуляции и водообмена. Общая минерализация изменяется в пределах 0,12-21 г/л. Маломинерализованные воды встречаются в крайних западных и северных районах, где водоносные опоки залегают на небольшой глубине и во многих местах непосредственно дренируются речной сетью. По мере погружения под покров слабопроницаемых отложений и ослабления водообмена минерализация подземных вод возрастает. По площади это

изменение происходит неравномерно. Среди общего поля пресных и слабосоленых вод с минерализацией менее 3 г/л пятнами встречаются соленые воды со значительно большей концентрацией солей.

Сплошное распространение соленых подземных вод с минерализацией более 3 г/л отмечается лишь в крайних восточных районах. Однако и здесь, в самых верхних прослойках опок, можно встретить ограниченные запасы более пресных вод.

Химический состав подземных вод весьма разнообразен, но преимущественное распространение имеют следующие типы: гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды с минерализацией менее 0,6-0,7 г/л; гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией от 0,6 до 1,5 г/л; сульфатно-гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией от 1,0 до 3,0 г/л; хлоридные натриевые воды с минерализацией от 1,5 до 21,0 г/л. В крайних восточных районах встречаются хлоридные натриевые, безсульфатные воды.

Для большей части территории Зауралья подземные воды опок серовской свиты не отвечают требованиям хозяйственно-питьевых вод по минерализации. Однако крайний недостаток в пресных водах на обширных междуречных пространствах обусловил широкое использование подземных вод с минерализацией до 1,5 г/л для водоснабжения сельских поселков и до 3 г/л для водоснабжения животноводческих ферм. [12].

4.1.4 Водоносный комплекс отложений нижнего-верхнего мела (ганькинская, славгородская, мысовская, синарская и алапаевская свиты) – Cr₁₋₂

Условия образования осадков в меловой период в пределах Зауралья были сложны и разнообразны. В нижнемеловое время вся территория испытывала довольно интенсивные тектонические поднятия и опускания. В западных районах Приуральской впадины вдоль восточного склона Урала на

протяжении всего нижнемелового времени и сеномана включительно существовал континентальный режим. В эрозионно-тектонических депрессиях, наметившихся еще в юрское время, происходило образование речных и озерных отложений алапаевской, синарской и мысовской свит.

Начиная с турона, в Зауралье преобладают отрицательные движения, вследствие чего верхнемеловая морская трансгрессия продвигается далеко на запад и местами заходит в пределы современного Урала. В Ханты-Мансийской впадине существовал глубоководный морской бассейн, где происходило отложение мощной толщи глин, аргиллитов и алевролитов ганькинской, славгородской и кузнецовской свит, образующих нижнюю часть турон-нижнеолигоценового регионального водоупорного комплекса Западно-Сибирского бассейна.

В восточных районах Приуральской впадины в этих свитах увеличивается содержание песчаного материала, и среди мощной глинисто-аргиллитовой толщи появляются слоистые пачки песков и песчаников, выделенных в федюшинскую пачку ганькинской свиты и камышловскую в славгородской свите. В самых западных районах находилась мелководная часть верхнемелового морского бассейна, в котором отлагались главным образом песчаные осадки. Глинистые и аргиллитовые толщи здесь большей частью выпадают из разреза. В эрозионно-тектонических депрессиях и реликтах древних речных долин песчаные верхнемеловые осадки непосредственно налегают на нижнемеловые аллювиальные отложения, составляя с ними единую водоносную толщу. Местами эти разновозрастные отложения невозможно разделить не только по условиям водоносности, но и по литолого-стратиграфическим признакам, поэтому они объединены в один водоносный комплекс.

Условия образования и водоносность верхнемеловых морских отложений тесным образом связаны со строением рельефа фундамента, сформированного до начала мелового времени. Наибольший практический

интерес представляют эрозионно-тектонические депрессии, так как с ними в западных районах связано наличие ряда сравнительно обособленных мелких артезианских бассейнов с пресными водами, используемыми для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Среди верхнемеловых отложений водоносными являются прибрежно-морские тонкозернистые пески, кварц-глауконитовые и кварцитовидные сливные и известковистые песчаники. В депрессиях они обычно налегают друг на друга, часто образуя единую водоносную толщу с аллювиальными нижнемеловыми песками. На отдельных участках вдоль восточного склона Урала, где талицкая свита сложена водоносными песчаниками, с ними объединяется и водоносный горизонт серовской свиты палеогена. Особенностью водоносного комплекса верхнемеловых отложений является тонкозернистый состав кварц-слюдистых песков, в которых фракция с размером зерен от 0,25 до 0,05 мм составляет 38-68%. Будучи насыщены водой, они обладают исключительной подвижностью и способны годами выноситься из фонтанирующих скважин, местами вызывая оседание кровли водоносного горизонта. Лучшая водоносность наблюдается в осевых зонах депрессий, где мощность водоносных пород повышается, и они представлены более сортированными песками. В бортах депрессии увеличивается содержание глинистого материала.

Ряд депрессий под влиянием позднейших тектонических процессов приподнят над остальными и в значительной степени отпрепарирован эрозией. Водоносные пески и песчаники сохранились лишь в наиболее глубоких участках среди выходов палеозойских пород складчатого Урала. Таковы Замарайская и Каквинская депрессии в районе г. Серова. Такой же характер имеет депрессия у г. Коркино, где она известна под названием водоносного участка «Западный мел». Водоносные породы в них перекрываются аргиллитами или бейделлитовыми глинами палеогена, вследствие чего подземные воды имеют напорный характер, и в центральных

участках депрессий наблюдается самоизлив воды из скважин. Глубина залегания водоносных отложений в каждой депрессии различна и изменяется от 10-40 до 130 м. Мощность водоносных песков и песчаников находится в пределах 10-70 м. Водоотдача скважин разнообразна. Удельный дебит колеблется от тысячных долей до 7 л/сек и более. Дебит отдельных скважин из песков и песчаников верхнего мела Замарайской депрессии достигал при самоизливе 30 л/сек. Высокая водоотдача горизонта в отдельных случаях не соответствует его ресурсам, величина которых зависит от условий их восполнения и размеров депрессий. Так, в Каквинской депрессии, площадь которой 25-30 км², суммарный дебит двух скважин превышал 38 л/сек при понижении уровня на 12,7 м. Однако общие запасы подземных вод были определены только в 32 л/сек вследствие ограниченного восполнения.

Отличительно чертой указанных депрессий является питания водоносного горизонта не только за счет инфильтрации атмосферных осадков в местах его выхода на поверхность, но и в значительной мере за счет притока подземных вод из палеозойских пород складчатого Урала. Нередко второй источник питания преобладает и тогда химический состав подземных вод меловых отложений соответствует составу трещинных вод фундамента. Пример является Каквинская депрессия, где гидрокарбонатный магниевый состав подземных вод обуславливается притоком трещинных вод с Кольского и Вагранского серпентинитовых массивов.

Высокое гипсометрическое положение депрессий способствует хорошему водообмену горизонта, вследствие чего подземные воды всюду пресные с минерализацией порядка 0,2-0,6 г/л, гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-магниевого или гидрокарбонатного магниевого, реже гидрокарбонатного натриевого состава.

Вторая группа депрессий имеет значительно большие размеры и располагается вдоль подножия восточного склона Урала в области сплошного покрова мезо-кайнозойских осадков. Они, по-видимому, не были

приподняты вертикальными тектоническими движениями, а вероятнее всего испытали опускания. Такова, например, Сосьвинская депрессия в районе г. Серова. С запада она примыкает к тектоническому уступу, по которому верхнемеловые водоносные отложения опущены на 150-200 м ниже, чем в Каквинской депрессии. С востока ограничена Шалашинским поднятием, где верхнемеловые водоносные отложения выклиниваются и далее на восток фациально замещаются мощной водоупорной толщей глин и аргиллитов.

Большинство других депрессий приурочено к эрозионно-тектоническим впадинам в рельефе фундамента, в которых в нижнемеловое время происходило отложение аллювиальных осадков. Такими являются Ерзовская депрессия; Ялунинская – к западу от г. Камышлова; Черноскутовская и Мясниковско-Талицкая – восточнее г. Каменска-Уральского; Сугоякская – фиксируемая скважинами вдоль р. Течи. Почти все они вытянуты в меридиональном или близком к нему направлении, имеют ассиметричное строение, с пологим западным и более крутым восточным бортами. Последний нередко переходит в валообразные поднятия. Отмеченный характер строения депрессий обуславливает выход водоносных пород на поверхность в западном борту и постепенное погружение на восток до глубины порядка 150-170 м в центре её.

Литологический состав и мощность водоносных пород в общих чертах аналогичны предыдущим. Каждая из второй группы депрессий отличается друг от друга лишь по соотношению прослоек песков и песчаников. Сверху водоносные породы перекрываются водоупорными маастрихт-датскими аргиллитами, мергелистыми аргиллитами и мергелями, вследствие чего подземные воды имеют напорный характер. При вскрытии их в речных долинах отмечается самоизлив воды из скважин. На междуречных водоразделах пьезометрический уровень большей частью находится на глубине от 0 до 10 м, редко 15-20 м.

Водоносность комплекса крайне неравномерна. Минимальные значения удельного дебита скважин от тысячных долей до 0,5-1,0 л/сек наблюдаются на крыльях депрессий и в купольной части поднятий. Максимальный удельный дебит до 7,0 л/сек приурочивается к осевым зонам депрессий, где наибольшая мощность водоносных осадков и лучшая их сортированность. Дебит отдельных скважин Мясниковско-Талицкой депрессии достигал 46-49 л/сек при понижении уровня на 11,9-18,7 м; Сугоякской – 17,3 л/сек при понижении уровня на 2,49 м.

Питание подземных вод депрессий в отличие от предыдущей группы происходит главным образом путем инфильтрации атмосферных осадков на выходах водоносных пород на поверхность. Приток подземных вод из палеозойских пород незначительный или совершенно отсутствует. Условия циркуляции и водообмена резко замедленные, так как разгрузка их сильно затруднена. Водоносные породы восточнее области питания речными долинами непосредственно не вскрываются. Выход подземных вод возможен через вышележащие водоносные горизонты над валлообразными выступами фундамента или над зонами региональных разломов. О существовании таких путей дренирования свидетельствуют многочисленные источники в долинах рек Сосьвы, Пелыма и Тагила, принадлежность которых к верхнемеловым водоносным отложениям устанавливается по высокой минерализации и хлоридному натриевому химическому составу, резко отличающему их от гидрокарбонатных подземных вод опокового горизонта. В южной части Мясниковско-Талицкой и западной – Ерзовской депрессий, где водоносные горизонты залегают на небольшой глубине или выходят на поверхность, подземные воды имеют минерализацию менее 0,3 г/л и гидрокарбонатный кальциево-магниевый состав. По мере погружения оси депрессий и увеличения глубины залегания водоносных пород минерализация возрастает с переходом химического состава в гидрокарбонатный натриевый тип. В отдельных депрессиях или их участках возрастание минерализации

подземных вод сопровождается увеличением сульфатов, и они приобретают сульфатно-хлоридный натриево-кальциево-магниевый состав. Дальнейшее увеличение минерализации и изменение химического состава на хлоридный натриевый происходит на более коротких расстояниях и сопровождается резким уменьшением сульфатов. При концентрации солей в 3 г/л почти все воды имеют хлоридный натриевый бессульфатный состав. Граница подземных вод с высокой минерализацией территориально близка к границе распространения нижнемеловых морских осадков, на площади развития которых изменяются также и условия залегания верхнемеловых водоносных пород. Образование их происходило в более глубоководном, чем на западе, морском бассейне, при сильно сглаженном рельефе, так как глубокие депрессии в поверхности фундамента были к этому времени в значительной степени заполнены нижнемеловыми морскими осадками. Отложение водоносных песков и песчаников федюшинской и камышловской пачек неоднократно сменялось здесь образованием мощных толщ глин и аргиллитов ганькинской и славгородской свит, в результате чего они оказались гидравлически разобщенными на ряд горизонтов. Кроме того, зернистость и сортированность песков и песчаников в направлении на восток становилась все более тонкой, в них увеличивалось содержание глинистого материала и вся толща верхнемеловых пород превращалась постепенно в региональный водоупор. Дебит скважин из таких горизонтов значительно меньше, чем в депрессиях. [12]

4.1.5 Водоносный комплекс угленосных отложений триаса-юры (Нт-Ј)

После главной фазы Уральского тектогенеза, начиная с верхнего карбона и до мелового периода, в Зауралье господствовал континентальный режим. В конце перми и начале триаса произошли крупные вертикальные движения, сопровождавшиеся образованием линейно вытянутых разломов, горстов, грабен-впадин, эрозионно-тектонических депрессий с проявлением вулканической деятельности. Вдоль долина рек Синары и Исети через г.

Катайск в направлении г. Курган проходит субширотный региональный разлом. От него отходят более мелкие меридиональные разломы, с которыми связано образование ряда депрессий, выполненных вулканогенно-осадочными породами.

Водоносность триас-юрских отложений весьма неравномерна. Удельные дебиты скважин изменяются от тысячных долей до 3,5 л/сек [12] и более. Размеры водоносности зависят от соотношения между водоносными и безводными породами, а также от условий питания. В приподнятых брахисинклиналях к поверхности выведены нижние свиты, сложенные более грубообломочным водопроницаемым материалом, вследствие чего водоотдача в них больше, чем в опущенных брахисинклиналях, верхняя часть которых выполнена преимущественно глинистыми безводными осадками. С увеличением глубины залегания часто наблюдается уменьшение водоотдачи пород.

Высокая водоносность отмечается в зонах дизъюнктивных нарушений, вскрытие которых горными выработками нередко сопровождается внезапными резкими увеличениями притоков воды. Особенно водообильны зоны тектонических разрывов, захватывающие одновременно с триас-юрскими и сильно водоносные палеозойские породы, слагающие борта и ложе грабен-впадин.

Питание подземных вод триас-юрских отложений Зауралья происходит главным образом за счет притока вод из перекрывающих палеогеновых и меловых пород, которые определяют и размер их водоносности.

Залегание триас-юрских отложений в глубоких тектонических депрессиях фундамента, их брахисинклинальная структура и сильная фациальная изменчивость затрудняют сток подземных вод. Водообмен, различный по своей интенсивности даже в пределах одной грабен-впадины,

отмечается лишь в верхней части, до глубины 100-150 м. Ниже он постепенно затухает и воды находятся в условиях полужамкнутого застойного режима, что находит отражение в химическом составе подземных вод.

5. Особенности использования подземных вод

Курганская область расположена на юго-западе Западно-Сибирской равнины, в бассейне рек Тобола и Исети. Занимает территорию общей площадью 71,5 тыс. км².

Подземные воды являются единственным источником формирования речного стока в период устойчивой зимней межени, характерной для данной территории. В летне-осенний сезон в питании рек наряду с подземными водами участвуют дождевые и болотные воды. В периоды половодья и паводков направленность стока подземных вод определяется преимущественно подпорным типом его режима, наиболее характерным для территории. [51]

Курганская область относится к числу областей Российской Федерации с крайне ограниченными водными ресурсами как по количеству, так и по качеству вод. Её водные ресурсы в 2 раза меньше чем в Челябинской области в почти в 8 раз – Свердловской и среди областей Уральского федерального округа она занимает последнее место. [53]

По территории области водные ресурсы распределены очень неравномерно. Если северо-западные районы области сравнительно неплохо обеспечены водой, то южные, центральные и восточные испытывают острый дефицит в воде.

Ресурсы области представлены поверхностными и подземными водными объектами. Курганская область обладает лишь 3% общеуральских естественных ресурсов подземных вод. Обеспеченность ими составляет 2,7 кубометра в сутки на душу населения, по Уралу – 5 кубометров в сутки.

Территория Курганской области целиком расположена в пределах Иртыш-Обского артезианского бассейна второго порядка Западно-Сибирского сложного артезианского бассейна. Водоснабжение населения в области осуществляется преимущественно из поверхностных водных

объектов. Доля использования подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения по области составляет 36,1% [19]. Практическое значение для использования в качестве источника питьевого водоснабжения имеют следующие водоносные горизонты и комплексы: плейстоцен-голоценовый, рюпель-серравальский, танет-лютетский и коньяк-сантонский.

В целом Курганская область испытывает дефицит пресных подземных вод питьевого качества. Питьевое водоснабжение Кургана основывается полностью на поверхностных источниках (р. Тобол). Водоснабжение г. Шадринска, второго по величине города области, осуществляется из танет-лютетского водоносного горизонта Центрального участка Шадринского месторождения подземных вод с балансовыми запасами 61,3 тыс. м³/сут. Питьевое водоснабжение Кургана основывается полностью на поверхностных источниках р. Тобол. Для резервного водоснабжения г. Кургана в Варгашинском районе разведано Северо-Варгашинское МППВ с запасами 5,0 тыс. м³/сут.

В естественных условиях подземные воды не соответствуют нормативным требованиям к питьевым источникам и имеют гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-магниевый состав с минерализацией 2,0-2,7 г/л. Температурный режим колеблется в пределах 4,0-6,00С. Территория области относится к бороносному району Нижневартовско-Петропавловской подпровинции подземных вод. Некондиционные воды характеризуются повышенным содержанием не только бора, но и хлоридов, сульфатов, марганца, железа, брома, аммония, жесткости и минерализации. Превышения некоторых элементов на отдельных участках области составляют по железу: в рюпель-серравальском ВГ – 5-6 ПДК, в танет-лютетском ВГ 3-4 ПДК; по бору и бромю: 5-6 ПДК и более 20 ПДК, соответственно. Что касается аммония, то резкие повышения

его концентрации на крайнем юге области в первом от поверхности водоносном комплексе могут указывать на бытовое загрязнение.

Эксплуатационные запасы подземных вод, апробированные на государственном уровне, составляют 193,85 тыс. м³/сут., по Шадринскому району – 61,3. Перечень разведанных месторождений пресных подземных вод приведен в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Перечень разведанных месторождений пресных подземных вод по Курганской области

Административный район	Месторождения	Утвержденные запасы, тыс. м ³ /сут.
Шадринский район	Шадринское МПВ	61,3
Курганская область	Северо-Варгашинское МПВ, Гренадовское МПВ, Садовое МПВ, Беянинское МПВ, Калашновское МПВ, Шадринское МПВ, Альменевское МПВ, Баксарское МПВ, Садоводческий участок, Красноталовское МПВ, Медвежье МПВ и др.	193,85

Наиболее активное влияние на первые от поверхности водоносные горизонты на территории Курганской области оказывают участки интенсивной добычи подземных вод для водоснабжения крупных населенных пунктов г. Шадринска и г. Щучье, а также Далматовское урановое месторождение, разрабатываемое методом подземного выщелачивания.

По состоянию на 01.01.2019 г. на территории Курганской области разведано 76 месторождений (участков месторождений) питьевых и технических пресных подземных вод. Балансовые запасы составляют 118,675 тыс. м³/сут. Балансовые запасы подземных вод для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения оценены на 68 месторождениях (участках месторождений). Запасы на них составляют 116,89 тыс. м³/сут. На

восьми участках балансовые запасы технических пресных и солоноватых подземных вод (1,785 тыс. м³/сут).

В 2018 г. в эксплуатации находилось 36 месторождений (участков) с общей величиной добычи 11,637 тыс. м³/сут.

В Курганской области разведаны 12 месторождений питьевых подземных вод с забалансовыми запасами 91,95 тыс. м³/сут. В 2018 г. в эксплуатации находилось 3 месторождения.

Большая часть месторождений и участков Курганской области с балансовыми запасами (96%) характеризуется величиной запасов до 5 тыс. м³/сут. Только на 3 месторождениях (участках месторождений) запасы превышают 5 тыс. м³/сут.

Большая часть запасов пресных и солоноватых подземных вод относится к бассейну р. Тобол (российская часть бассейна) - 98 % (116,185 тыс. м³/сут). Степень освоения составляет 9%. К бассейну р. Ишим (российская часть бассейна) относится 2 % запасов; степень освоения составляет 29 %.

Всего на территории области действовало 3 объекта извлечения подземных вод. Извлеченная подземная вода сбрасывается без использования и составила 1,456 тыс. м³/сут.

Самый крупный водозабор на территории Курганской области – Центральный участок Шадринского месторождения. Водоснабжение г. Шадринска, второго по величине города Курганской области, осуществляется из танет-лютетского и палеоцен-нижнеэоценового водоносного горизонта Центрального участка Шадринского месторождения подземных вод с суммарными запасами 61,3 тыс. м³/сут. [19] В настоящее время на Шадринском МППВ организовано 5 водозаборов, три из которых имеют действующие лицензии на добычу подземных вод. Величина добычи в 2018 г. на месторождении составила 5,258 тыс. м³/сут (степень освоения запасов – 8 %). В таблице 5.2.1 приведена величина водоотбора Шадринского

МППВ по данным ежегодных информационных бюллетеней о состоянии недр на территории РФ за 2015-2017 гг.

Таблица 5.2.1 – Величина водоотбора Шадринского МПВ

Год	Добыча, тыс. м ³ /сут	Степень освоения, %
2015	5,370	9
2016	5,417	9
2017	5,235	8

Наблюдения за режимом уровня подземных вод по наблюдательной сети проводились в слабонарушенных (зона влияния водозабора) и нарушенных (зона активного влияния) условиях. В 2016 г. уровни подземных вод вблизи головного водозабора в танет-лютетском водоносном горизонте в весенний период ниже чем в 2015 г, а в осенний период выше чем в 2015 г. В скважинах, пробуренных на плейстоцен-голоценовый водоносный горизонт, наблюдается незначительное понижение УГВ.

В 2018 г. наблюдения за состоянием подземных вод в нарушенных условиях на территории Курганской области проводились на Чумлякском и Шадринском водозаборах, со снижением среднегодовой величины водоотбора соответственно на 14 и 11 % до величин 1,496 и 4,90 тыс. м³/сут соответственно. Сокращение водоотбора привело к подъему уровней подземных вод в танет-лютетском водоносном горизонте в центре депрессионной воронки Шадринского участка на 9,0 м по сравнению с 2017 г.

На территории Курганской области успешно ведется разработка месторождений урана методом подземного выщелачивания.

Месторождение расположено на северо-западном фланге Курган-Павлодарского пояса и по отношению к герцинским структурам Урала занимает зону перехода между Зауральским поднятием и Восточно-уральским прогибом. На площади месторождения прослежены две

рудоносные палеодолины – Далматовская и Уксянская. Первая включает основную Центральную рудную залежь месторождения, вторая – Уксянский и Усть-Уксянский участки. Палеодолины имеют выровненные днища и довольно крутые борта, переходящие в верхней части в пологие террасы. Нечетко проявленные тальвеги полого наклонены в юго-восточном направлении. Протяженность обеих палеодолин около 10-12 км, ширина колеблется от 0,5 до 5-7 км, а глубина вреза обычно не превышает 150 м.

Протяженность рудных залежей Далматовского месторождения достигает нескольких километров при ширине от 100 до 1200 м. В поперечном сечении – это линзо-, пласто- и роллообразные тела мощностью от 0,5 до 12 м. Рудные залежи располагаются на ограничениях обеленных зон, приуроченных к проницаемым песчаным горизонтам. [28]

АО «Далур» - первое в России предприятие по добыче урана способом подземного выщелачивания, занимающееся освоением ресурсов зауральского урановорудного района, представленного тремя однотипными месторождениями: Далматовским, Хохловским и Добровольным. В 2016 году на Далматовском месторождении добыто 592 тонны урана. На Хохловском месторождения ведется разведочные работы и опытно-промышленная эксплуатация. Добровольное месторождение в Звериноголовском районе находится в нераспределённом фонде недр. Многолетние данные объектного мониторинга на производственных площадках добычи урана Далматовского и Хохловского месторождений не выявили негативного воздействия на качество поверхностных вод и подземных вод верхнего гидрогеологического этажа, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В 2016 году на Далматовском месторождении добыто 592 тонны урана. Рудные тела расположены в пятом от поверхности средне-верхнеюрском водоносном горизонте на глубине 350-500 м. Вышележащие водоупорные отложения являются надежным гидравлическим экраном, изолирующими рудные горизонты. По органолептическим и

токсикологическим нормам все водоносные горизонты в районе Далматовского месторождения не соответствуют ГОСТу для питьевого водоснабжения, более качественными по химическому составу являются воды рюпель-серравальского водоносного горизонта.

С 2002 г. на Далматовском месторождении силами добывающей организации ЗАО «Далур» ведется мониторинг экологического состояния подземных и поверхностных вод. Цель мониторинга – наблюдение за растеканием в рудоносном средне-верхнеюрском (J2-3) водоносном горизонте техногенных растворов и контроль за состоянием подземных вод в вышележащих водоносных горизонтах, поверхностных водах и почвах. Степень растекания техногенных растворов на полигонах подземного выщелачивания при эксплуатации рудных залежей оценивается методами натурального контроля за распространением техногенных растворов по наблюдательным скважинам. В настоящее время общее количество наблюдательных скважин – 92. Объем закаченного раствора составляет ~ 10000 тыс. м³/год. При подземном выщелачивании технологический цикл переработки растворов не имеет сбросов жидких и твердых отходов в поверхностные водоемы. [46]

Для осуществления производственной и хозяйственной деятельности эксплуатируются водозаборные скважины. В таблице 5.2.2 представлены данные о водопотреблении на Далматовском месторождении за 2015-2017 гг.

Таблица 5.2.2 – Водопотребление на Далматовском месторождении 2015-2017 гг.

Год	Количество эксплуатируемых водозаборных скважин	Водопотребление, тыс. м ³		
		Для производственных нужд	Для хозяйственно-бытовых нужд	Всего
2015	6	49,90	57,81	105,71
2016	6	50,76	52,21	102,97
2017	6	52,92	51,99	104,91

Благодаря замкнутости технического цикла, отсутствуют сбросы сточных вод, содержащих вредные химические вещества. Сбросы бытовых сточных вод из системы канализации вывозятся на очистные сооружения специализированного предприятия по договору [46]

6. Уровненный режим подземных вод

6.1 Характеристика фактического материала и методики исследований

Основной объект исследования – подземные воды верхнего гидрогеологического этажа Западно-Сибирского артезианского бассейна, приуроченные к водоносным отложениям четвертичного (скв. За, 24, 25), олигоценового (скв. 27, 28) и нижнеэоценового (8) возраста.

Территория исследования представлена на сводной карте фактического материала (Рисунок 6.1). На неё вынесены исследуемые скважины, показаны гидропосты и метеостанции, обозначены основные предприятия недропользования, реки Тобол и Исеть.

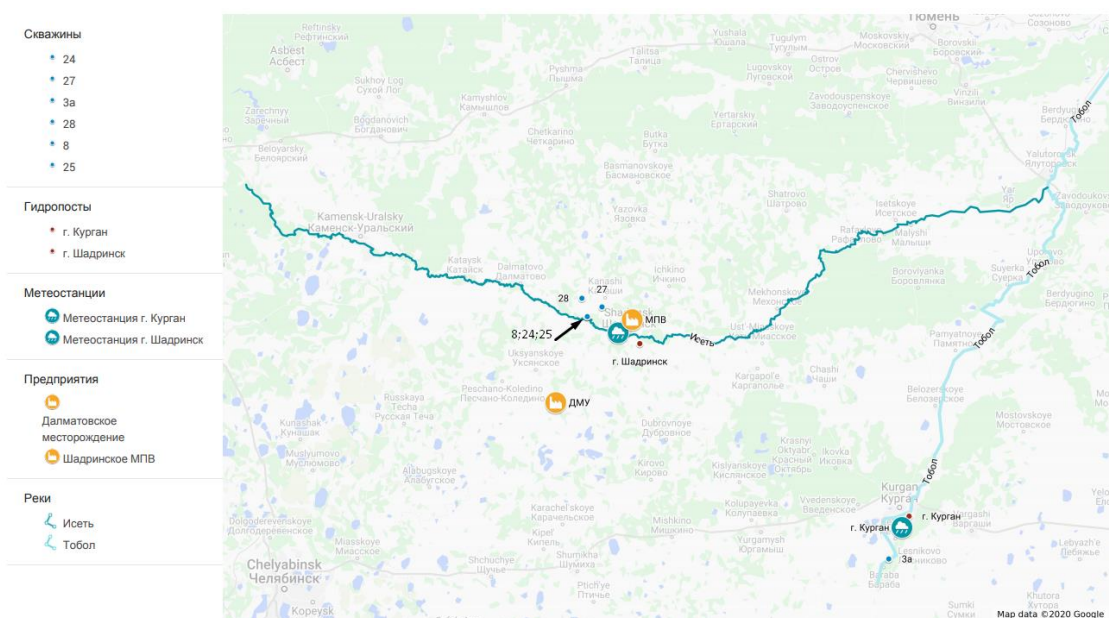


Рисунок 6.1 – Схема размещения основных объектов недропользования и пунктов гидрогеологических, гидрологических и метеорологических наблюдений

По состоянию на 1.01.2019, в Курганской области действуют 126 наблюдательных пунктов, их них 24 для естественного режима и 102 для нарушенного. 56 из них относятся к ГОНС, 70 – к ЛОНС. [20]

В исследовании используются данные мониторинга подземных водных объектов системы ГМСН. По скважинам наблюдаются уровни

подземных вод аллювиальных четвертичных (аQ), олигоценых (P₃) и нижнеоценовых отложений (P₂). В таблице 6.1.1 представлена характеристика пунктов гидрогеологических наблюдений (скважин), данные которых используются в исследовании.

Таблица 6.1.1 – Пункты гидрогеологических наблюдений

№ скважины	№ скважины по ТЦ ГМСН	Местоположение	Координаты	Абс. отметка устья скв., м	Характер режима ПВ	Г-Г структура	Г-Г подразделение	Геологический индекс	Период наблюдений	Водоносный горизонт (комплекс)
3а	372140081	Курганская область, Кетовский р-он, 750 м от д. Усть-Утяк	55°16'25' с.ш., 65°16'48' в.д.	72,05	ест.	Иртыш-Обский АБ	Плейстоцен-голоценовый аллювиальный ВГ	2(аР-Н)	1992-2018	аллювиальный четвертичный (аQ)
24	372380017	Курганская область, Шадринский район, в 0,8 км северо-западнее д. Сухрино	56°8'22" с.ш., 63°21'39" в.д.	81,48	ест.	Иртыш-Обский АБ	Плейстоцен-голоценовый аллювиальный ВГ	2(аР-Н)	1973-2018	аллювиальный четвертичный (аQ)
25	372380018	Курганская область, Шадринский район, в 0,8 км северо-западнее д. Сухрино	56°8'30" с.ш., 63°21'49" в.д.	81,05	ест.	Иртыш-Обский АБ	Плейстоцен-голоценовый аллювиальный ВГ	2(аР-Н)	1973-2018	аллювиальный четвертичный (аQ)
8	372380007	Курганская область, Шадринский район, в 0,8 км северо-западнее д. Сухрино	56°8'30" с.ш., 63°21'49" в.д.	81,09	ест.	Иртыш-Обский АБ	Танет-лютецкий ВГ	2(P _{1-2t-l})	1973-2018	нижнеоценовый (P ₂)
27	372380021	Курганская область, Шадринский район, 3 км западнее д. Сухрино	56°10'23' с.ш., 63°24'0" в.д.	117,34	ест.	Иртыш-Обский АБ	рюпель-серравальский ВГ	P _{3г} -N ₁ srv	1973-2018	олигоценый (P ₃)
28	372380022	Курганская область, Шадринский район, 3 км западнее д. Сухрино	56°11'32' с.ш., 63°24'8" в.д.	144,05	ест.	Иртыш-Обский АБ	рюпель-серравальский ВГ	P _{3г} -N ₁ srv	1973-2018	олигоценый (P ₃)

Исследование основывается на изучении данных за период с 2015 по 2017 год. В таблице 6.1.2 представлены средние месячные значения уровней подземных вод, приуроченных к четвертичным отложениям.

Таблица 6.1.2 – Средние месячные уровни подземных вод четвертичных отложений на территории исследования, м

Год	Месяц												Ср. за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Скважина 3а													
2015	3,1	3,12	3,1 1	2,99	2,92	2,88	2,9 7	3,05	3,11	3,19	3,22	3,16	3,07
2016	3,2	3,24	3,2 8	2,86	0,68	1,4	2,0 3	2,29	2,54	2,63	2,72	2,68	2,46
2017	2,92	3,08	3,0 2	2,7	2,43	1,61	2,4	2,6	2,72	2,86	2,9	2,96	2,68
Скважина 24													
2015	5,44	5,49	5,5 2	5,26	5	4,78	4,9 3	5,04	5,12	5,16	5,05	5,12	5,16
2016	5,17	5,21	5,2 2	4,48	4,07	4,56	4,7 7	4,93	5,13	5,12	5,22	5,22	4,93
2017	5,93	5,94	5,9	5,93	5,89	5,88	5	5,07	5,17	5,32	5,3	5,33	5,56
Скважина 25													
2015	4,60	4,69	4,7 1	4,64	4,26	4,04	4,0 4	4,13	4,23	4,25	4,21	4,19	4,33
2016	4,31	4,37	4,4 4	4,15	3,46	3,62	3,8 4	3,95	4,16	4,18	4,29	4,32	4,09
2017	4,45	4,50	4,5 5	4,49	4,04	4,00	4,0 4	4,08	4,20	4,39	4,37	4,43	4,30

В таблице 6.1.3 представлены средние месячные значения уровней подземных вод, приуроченных к олигоценным отложениям.

Таблица 6.1.3 – Средние месячные уровни подземных вод олигоценных отложений на территории исследования, м

Год	Месяц												Ср. за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Скважина 27													
2015	3,52	3,54	3,5 7	2,19	2,56	2,67	3,1 1	3,07	2,94	3,01	2,97	3	3,01

Продолжение таблицы 6.1.3

2016	3,55	3,57	3,5 9	2,29	2	2,41	2,6	2,79	2,94	3,21	3,29	3,33	2,96
2017	3,63	3,66	3,6 7	3,59	2,54	2,81	2,9 4	3,17	3,39	3,5	3,57	3,64	3,3
Скважина 28													
2015	5,98	6	6,0 2	6,02	6,02	5,93	5,8 8	5,92	5,98	5,93	5,88	5,92	5,96
2016	5,84	5,85	5,8 6	5,87	5,88	5,83	5,9 7	5,74	5,68	5,81	5,9	5,92	5,85
2017	5,93	5,94	5,9 5	5,93	5,89	5,88	5,8 3	5,9	5,97	6,01	6,03	6,05	5,94

В таблице 6.1.4 представлены средние месячные значения уровней подземных вод, приуроченных к нижнеэоценовым отложениям.

Таблица 6.1.4 – Средние месячные уровни подземных вод нижнеэоценовых отложений на территории исследования, м

Год	Месяц												Ср. за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Скважина 8													
2015	3,57	3,6	3,6 2	3,46	3,41	3,38	3,3 3	3,35	3,37	3,4	3,34	3,32	3,43
2016	3,32	3,32	3,3 5	2,6	2,94	3,14	3,1 8	3,27	3,39	3,35	3,43	3,41	3,23
2017	3,44	3,47	3,4 7	3,46	3,38	3,35	3,3 3	3,36	3,42	3,53	3,46	3,49	3,43

По всем скважинам была рассчитана среднемноголетняя норма – её средние, минимальные и максимальные значения. При расчетах для скважины №3а,27 использовались данные за период 1992-2018 гг, для скважин №8,24,25,28 использовались данные периода 1973-2018 гг. В таблице 6.1.5 представлены данные о среднемноголетней норме.

Таблица 6.1.5 – Норма (среднемноголетнее значение), м

№ скважины	Среднее	Минимум	Максимум	Амплитуда
3а	3,16	2,52	3,51	0,98

Продолжение таблицы 6.1.5

24	5,01	4,57	5,34	0,77
25	4,49	3,79	5,48	1,69
8	3,71	2,92	5,26	2,34
27	2,61	1,75	3,79	2,04
28	5,49	4,02	6,33	2,31

Также, для скважин, приуроченных к четвертичным отложениям, были рассчитаны нормы сезонных значений. За сезоны были приняты периоды: с декабря по март – зимний, с апреля по июнь – осенний, и с июля по ноябрь – летний. Полученные среднегодовое значения по сезонам – их средние значения, минимумы и максимумы, представлены в таблицах 6.1.6-6.1.8

Таблица 6.1.6 – Среднегодовое значения зимнего сезона, м

№ скважины	Среднее	Минимум	Максимум	Амплитуда
3а	3,35	2,86	4,08	1,22
24	5,16	3,78	6,04	2,27
25	4,65	3,35	5,61	2,27

Таблица 6.1.7 – Среднегодовое значения весеннего сезона, м

№ скважины	Среднее	Минимум	Максимум	Амплитуда
3а	2,86	1,65	3,87	2,22
24	4,82	3,59	5,90	2,31
25	4,30	3,16	5,36	2,21

Таблица 6.1.8 - Среднегодовое значения летнего сезона, м

№ скважины	Среднее	Минимум	Максимум	Амплитуда
3а	3,11	2,30	3,94	1,64
24	4,99	3,96	5,92	1,96
25	4,47	3,53	5,49	1,96

В исследовании используются гидрологические данные по рекам Тобол и Исеть. Данные получены с помощью Автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). Все пункты гидрологических наблюдений принадлежат к

Иртышскому бассейновому округу, российской части бассейна Иртыша. Подбассейн – Тобол (российская часть бассейна). Пункты гидрологических наблюдений принадлежат к Уральскому УГМС. Место хранения данных – УГМС.

В таблице 6.1.9 представлена характеристика пунктов гидрологических наблюдений, данные которых используются в исследовании.

Таблица 6.1.9 – Пункты гидрологических наблюдений

Водохозяйственный участок	Наименование водного объекта	Код водного объекта	Наименование поста	Код поста	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Отметка нуля поста, высота, м	Система высот	Период действия
Тобол от впадения р. Уй до г. Курган	Тобол	14010500312 11120000001 0 / 111200001	р. Тобол – г. Курган	12014	704,0 0	159000,00	62,80	БС	14.09.1911-действует
Исеть от впадения р. Теча до устья без р. Миасс	Исеть	14010501112 11120000268 4 / 111200268	р. Исеть – г. Шадринск	12125	297,0 0	23400,00	72,77	БС	14.10.1912-действует

Уровни подземных вод в скважинах №24,25,8,27,28 сравниваются с ходом уровней р. Исеть по гидропосту г. Шадринск. Гидропост, оборудованный в городе Шадринск, является ближайшим гидропостом к данным скважинам, он находится в 20 км к востоку ниже по течению р. Исеть.

Уровни подземных вод в скважине №3а сравниваются с ходом уровней р. Тобол по гидропосту г. Курган. Гидропост, оборудованный в городе Курган, является ближайшим гидропостом к данной скважине, он находится в 20 км к северо-востоку ниже по течению р. Тобол.

Средние месячные уровни рек Исеть и Тобол представлены в таблицах 6.1.10, 6.1.11.

Таблица 6.1.10 – Средние месячные уровни р. Исеть по гидропосту г. Шадринск, см

Месяц												
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	-89	-80	-55	39	69	19	-47	-72	-47	-51	-55	-67
2016	-52	-62	-31	259	105	-66	-98	-118	-114	-117	-111	-98
2017	-90	-87	-63	51	-62	-94	-67	-111	-122	-127	-121	-117

Таблица 6.1.11 – Средние месячные уровни р. Тобол по гидропосту г. Курган, см

Месяц												
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	21	15	17	214	348	250	74	0	-15	-19	-21	-2
2016	13	9	5	481	654	342	194	77	25	20	5	22
2017	29	22	34	276	601	352	105	34	7	8	-12	-13

В исследовании используются метеорологические данные ближайших к скважинам метеостанций – в г. Кургане и в г. Шадринске. Данные получены с помощью Автоматизированной Информационной Системы Обработки Режимной Информации (АИСОРИ). АИСОРИ представляет собой семейство программных продуктов, предназначенных для эффективной работы с архивами Государственного фонда данных о состоянии природной среды (Госфонд). Все метеостанции принадлежат к Уральскому УГМС. В расчетах используются значения месячных сумм осадков с устраненными погрешностями, в сантиметрах. В таблицах 6.1.12, 6.1.13 представлены данные о месячных суммах осадках по трем метеостанциям за 2015-2017 гг.

Метеостанция г. Шадринск (№28552) находится в 15 км юго-западнее скважин №24,25,8,27,28 ниже по течению реки Исеть. Данные по количеству атмосферных осадков используются для установления влияния осадков на уровень подземных вод в этих скважинах.

Таблица 6.1.12 – Среднемесячное количество осадков по метеорологической станции г. Шадринск, мм

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	20,2	3,5	14,4	10,5	70,6	55,5	104,3	119,2	26,9	56,6	32,8	46
2016	22,3	14,1	10	50,4	16,2	75	93,6	34	70,7	36,1	33	17,7
2017	31,8	24,3	16,1	16	52,2	75,8	79,7	59,6	18,3	22,8	14,7	11,4

Метеостанция г. Курган (№28661) находится в 13 км к северу от скважины №3а, ниже по течению реки Тобол. Данные по количеству атмосферных осадков используются для установления влияния осадков на уровень подземных вод в этой скважине.

Таблица 6.3.2 - Среднемесячное количество осадков по метеорологической станции г. Курган, мм

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	22,5	4	11,1	20,4	55,7	25,3	95,9	73,2	6,1	66,3	37,7	48,4
2016	19,1	9,3	16,1	55,8	12,8	48	135,8	2	63,7	36	45,3	22,2
2017	41,3	30,6	9,5	23,5	47,8	55,3	50	62,1	14,1	35,8	10,1	8,9

6.2 Результаты исследований

На рисунках 6.2.1-6.2.6 для каждой скважины представлен график внутригодовой и среднегодовой изменчивости уровня режима

подземных вод. Для построения графика среднемноголетней изменчивости были рассчитаны среднемноголетние значения уровней для каждого месяца в году.

6.2.1 Водоносные горизонты четвертичных образований

Скважина №3а приурочена к четвертичным образованиям. Для скважины характерно наличие предвесеннего минимума и весеннего максимума, что может говорить о наличии взаимосвязи с гидрологическим режимом реки Тобол. Наивысший уровень (наименьшая глубина от поверхности земли) наблюдается в период речного половодья (Рисунок 6.2.1). В общем явно прослеживается большая амплитуда колебаний уровня и повышение уровней в 2016 и 2017 году по сравнению со среднемноголетними значениями. Однако в 2015 год уровень колеблется незначительно – амплитуда колебаний составляет 34 см по сравнению с 260 см в 2016 году и 147 см в 2017 году. Это может говорить о бóльшем влиянии климатического фактора, обусловленного повышенным количеством выпавших осадков. Основное расхождение графиков с нормой наблюдается в весенний период - период активного питания, в то время как остальной период года характерен схожим поведением графиков.

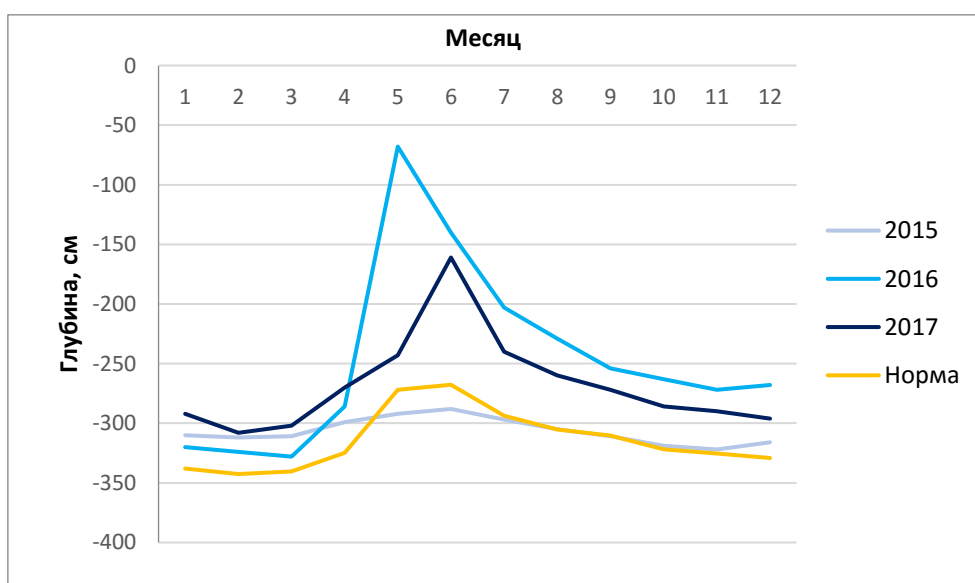


Рисунок 6.2.1 – Внутригодовая и среднемноголетняя изменчивость уровня режима подземных вод скважины 3а

Скважина №24 приурочена к четвертичным образованиям. Для скважины характерно наличие предвесеннего минимума и весеннего максимума (Рисунок 6.2.2), что может говорить о наличии взаимосвязи с гидрологическим режимом реки Исеть. Наивысший уровень (наименьшая глубина от поверхности земли) наблюдается в период речного половодья. В общем явно прослеживается повышение уровня в 2016 году и понижение в 2017 по сравнению со среднемноголетними значениями. Уровни в 2017 году характеризуются запозданием – повышение уровней пришлось на начало лета.

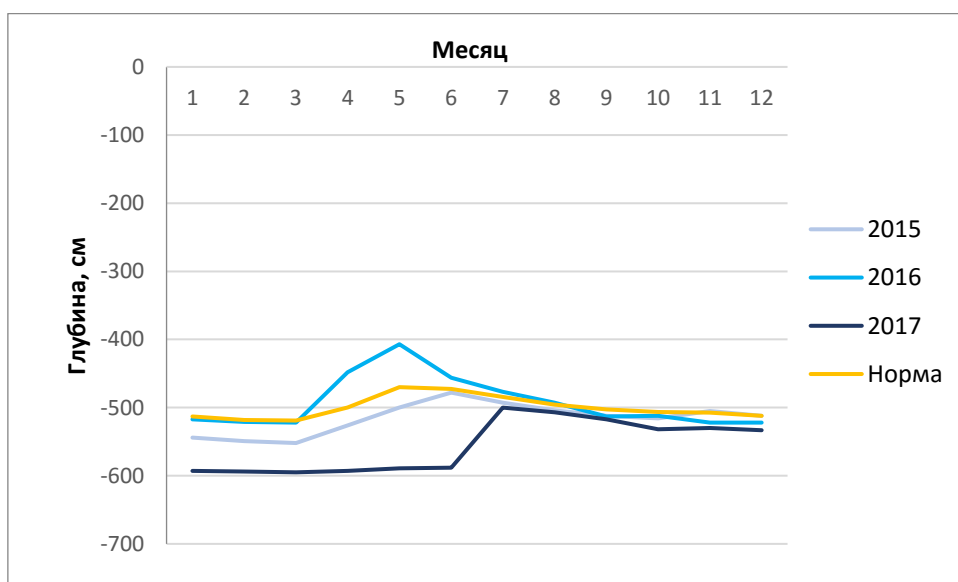


Рисунок 6.2.2 – Внутригодовая и среднемноголетняя изменчивость уровня режима подземных вод скважины 24

Скважина №25 приурочена к четвертичным образованиям. Для скважины характерно наличие предвесеннего минимума и весеннего максимума, что может говорить о наличии взаимосвязи с гидрологическим режимом реки Исеть. Наивысший уровень (наименьшая глубина от поверхности земли) наблюдается в период речного половодья (Рисунок

6.2.3). В общем явно прослеживается повышение уровня в 2016 году по сравнению со среднемноголетними значениями.

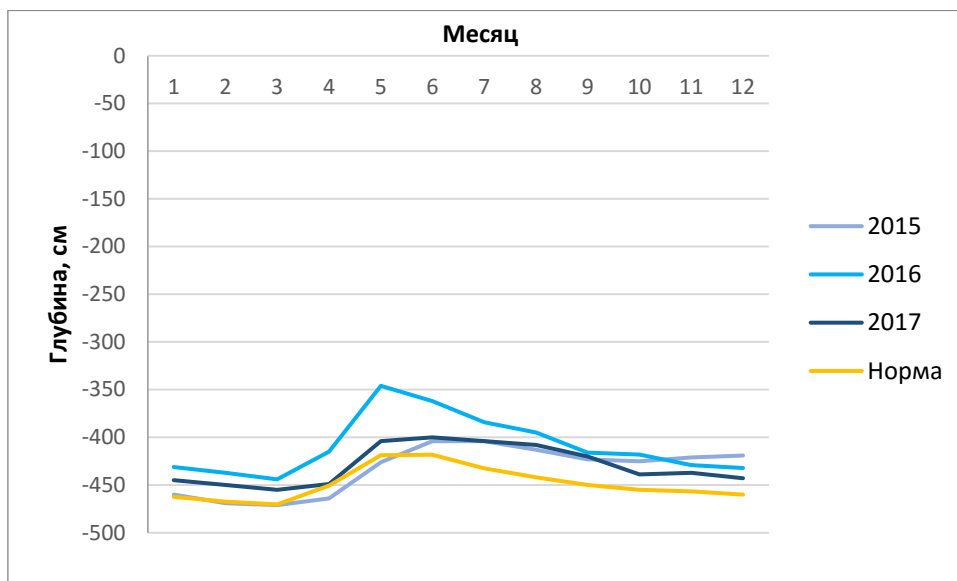


Рисунок 6.2.3 – Внутригодовая и среднемноголетняя изменчивость уровня режима подземных вод скважины 25

6.2.2 Водоносные горизонты олигоценных образований

Скважина №27 приурочена к олигоценным образованиям. Для скважины 27 характерна большая амплитуда колебаний – в среднем за 3 года она составляет 1,37 м. В общем наблюдается понижение уровней по сравнению со среднемноголетними (Рисунок 6.2.4), причем максимальные уровни в целом изменились заметно слабее минимальных. Также сохраняется явно выраженный весенний максимум, говорящий о сохранении влияния климатологического и гидрологического факторов, несмотря на большую глубину залегания водоносного горизонта - 117,34 м. Характеризуется общим понижением уровня относительно среднемноголетних значений.

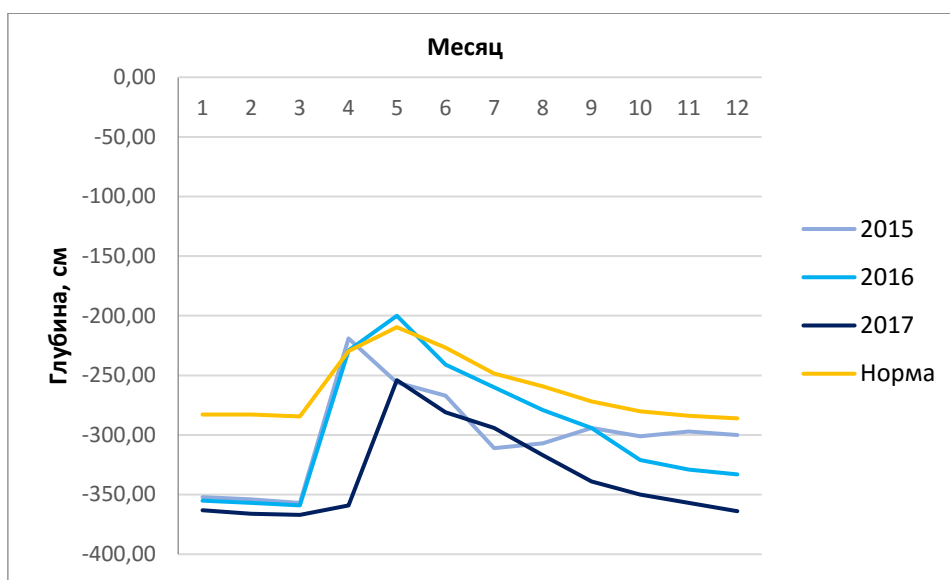


Рисунок 6.2.4 – Внутригодовая и среднемноголетняя изменчивость уровня режима подземных вод скважины 27

Скважина №28 приурочена к олигоценным образованиям. Наблюдается общее понижение уровней по сравнению со среднемноголетними значениями (Рисунок 6.2.5). Для скважины характерна наименьшая амплитуда годовых колебаний - в среднем за 3 года она составляет 22 см. В целом режим стабильный. В целом ход уровней по скважине №28 наиболее равномерен и режим можно охарактеризовать как стабильный – это объясняется слабым влиянием климатологических и гидрологических факторов, обусловленным наибольшей (в рамках исследования) глубиной залегания водоносного горизонта – устье скважины находится на глубине 144,05 метра. Характеризуется общим понижением уровня относительно среднемноголетних значений.

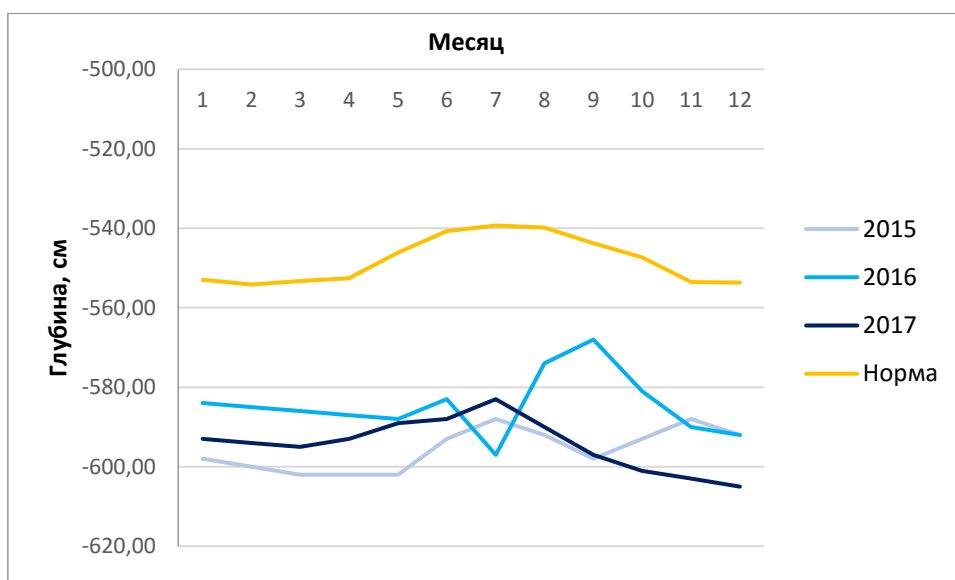


Рисунок 6.2.5 – Внутригодовая и среднемноголетняя изменчивость уровня режима подземных вод скважины 28

6.2.3 Водоносные горизонты нижнеэоценовых образований

Скважина №8 приурочена к нижнеэоценовым образованиям. Для скважины 8 характерно наличие весеннего максимума (Рисунок 6.2.6), однако предвесенний минимум выражен не так ярко, что может говорить об ослаблении влияния подземного стока. Наивысший уровень (наименьшая глубина от поверхности земли) наблюдается в период речного половодья. Явно прослеживается небольшая амплитуда колебаний уровня и заметное повышение уровней в 2016 году по сравнению со среднемноголетними значениями.

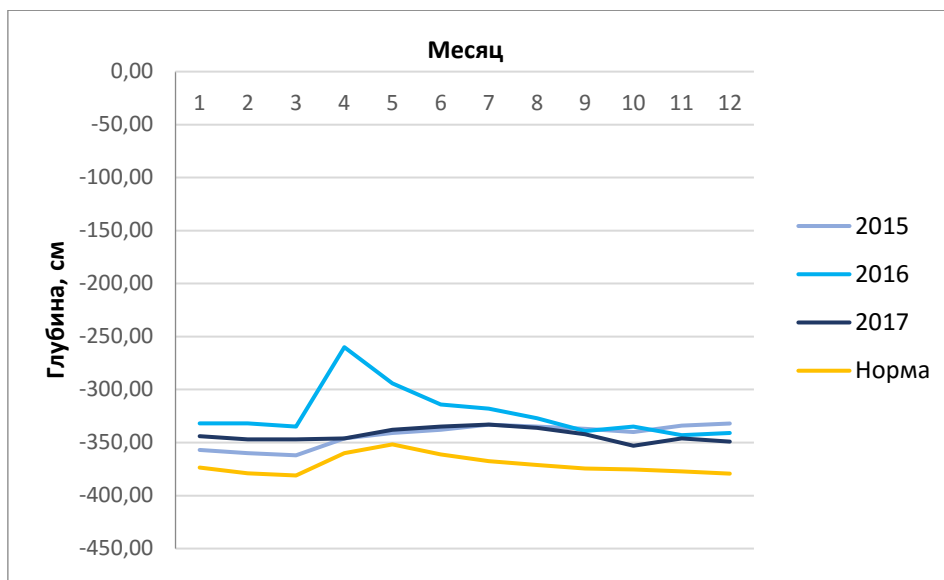


Рисунок 6.2.6 – Внутригодовая и среднемноголетняя изменчивость уровня режима подземных вод скважины 8

В 3х-летнем цикле наблюдения отмечается тенденция подъема уровня подземных вод четвертичных и нижнеэоценовых отложений и тенденция понижения уровня подземных вод олигоценовых отложений. При этом тенденции сильнее всего проявляются для весенних максимальных уровней. 2016 год характерен заметным повышением уровней во всех наблюдаемых скважинах.

Амплитуда колебания уровня в половодье больше ее среднемноголетней величины, что может быть обусловлено подъёмом уровня зимой и резким повышением его на фоне обильных весенних осадков.

Весенний подъем уровней подземных вод по времени чаще всего совпадает с периодом половодья рек, а его амплитуда в значительной степени определяется характером изменения речного стока. Максимальная ее величина, как правило, присуща для приречного типа режима подземных вод.

6.3 Выводы и рекомендации

Для того чтобы точнее охарактеризовать влияние климатического и гидрологического факторов нужно понять взаимосвязь уровней подземных вод с уровнем поверхностных вод и количеством осадков. С этой целью были построены графики (Рисунки 6.3.1-6.3.18), связывающие ход уровней поверхностных и подземных вод с количеством осадков за период 2015-2017 гг.

Для территории исследования характерно устойчивое зимнее промерзание верхней части зоны аэрации, что обуславливает продолжительное накопление твердых осадков на поверхности земли, и, соответственно, отсутствие питания в этот период. В течение зимнего периода за счет стока расходуются осенние запасы подземных вод, что объясняет наличие характерного предвесеннего минимума.

На весенний период приходится основное питание подземных вод. С повышением температуры воздуха начинается инфильтрация накопленных за зиму осадков, обуславливая весенний максимум. Летние и осенние осадки в силу небольшого их количества и глубокого залегания подземных вод в питании подземных вод практически не принимают участия, расходуясь в основном на испарение. При большой величине осадков возможно повышение уровня в осеннее время.

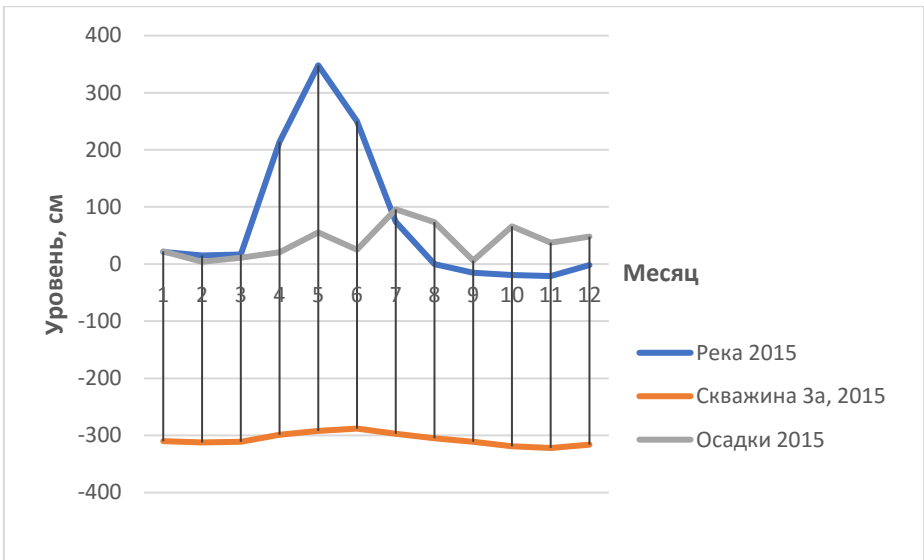


Рисунок 6.3.1 – Скважина За, 2015 год

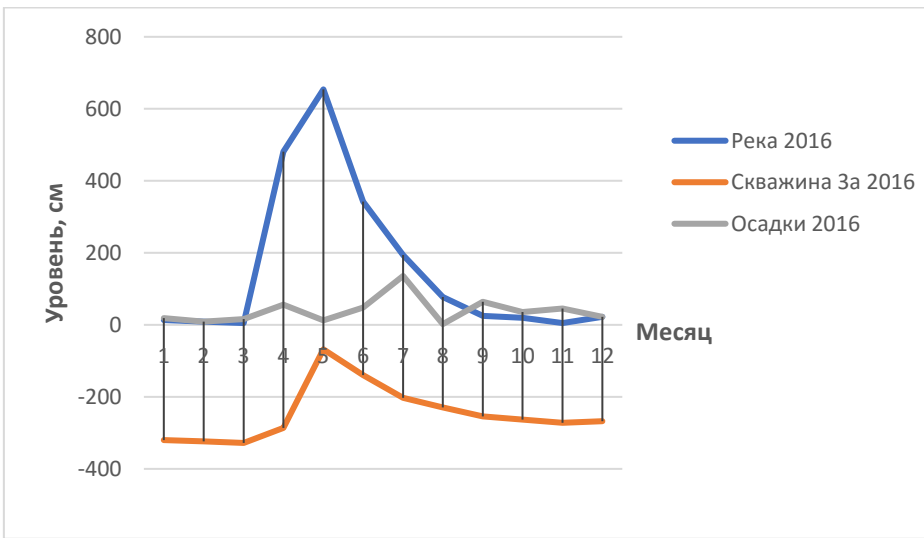


Рисунок 6.3.2 – Скважина За, 2016 год

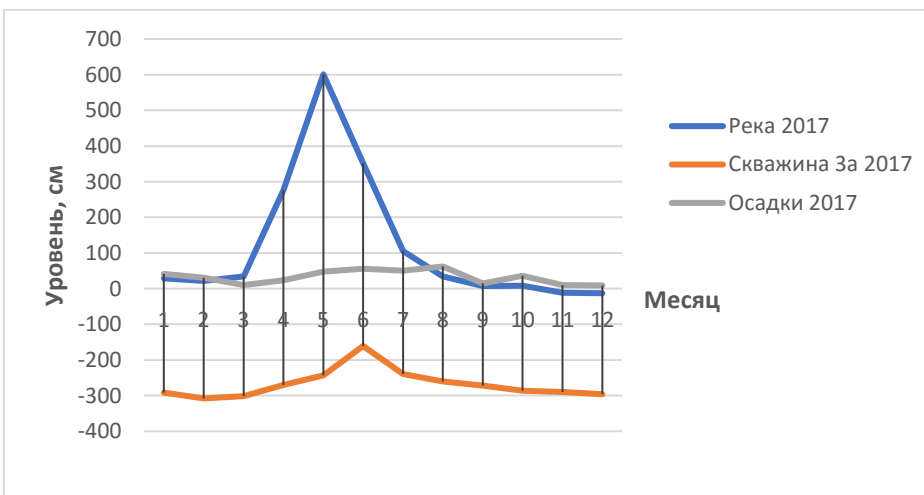


Рисунок 6.3.3 – Скважина За, 2017 год

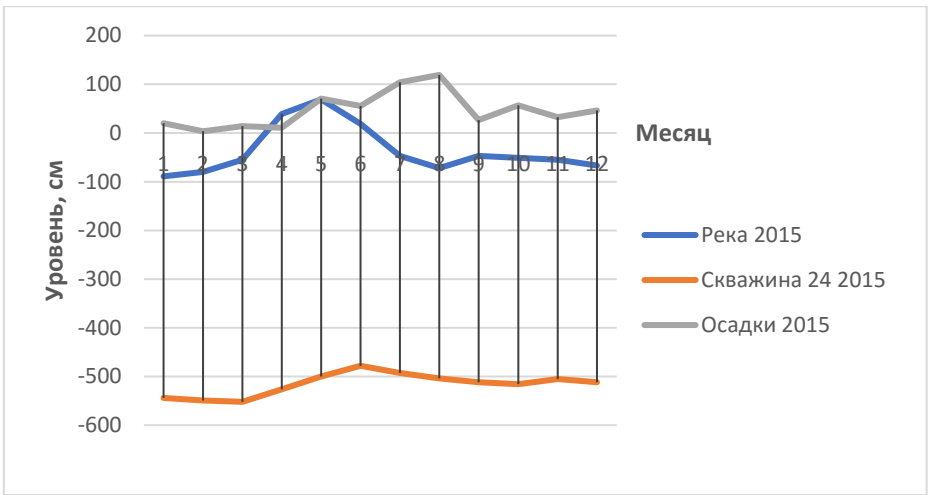


Рисунок 6.3.4 – Скважина 24, 2015 год

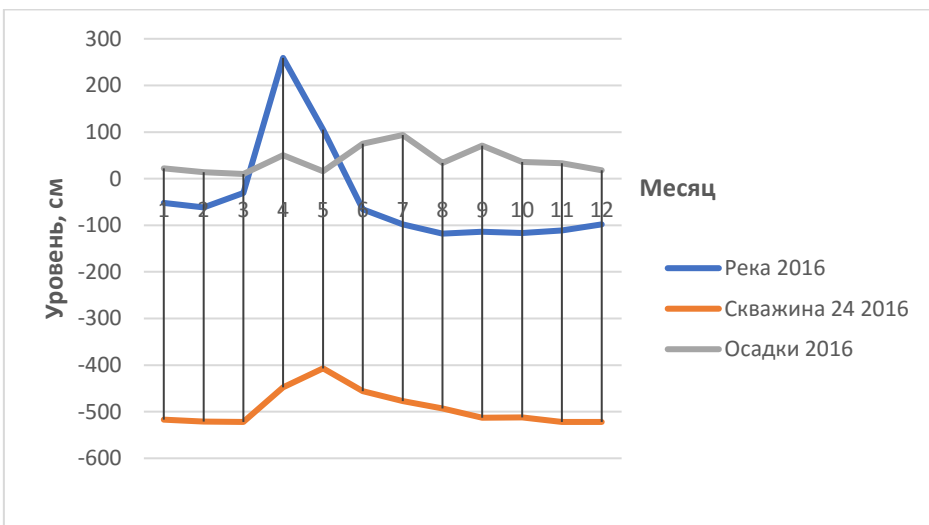


Рисунок 6.3.5 – Скважина 24, 2016 год

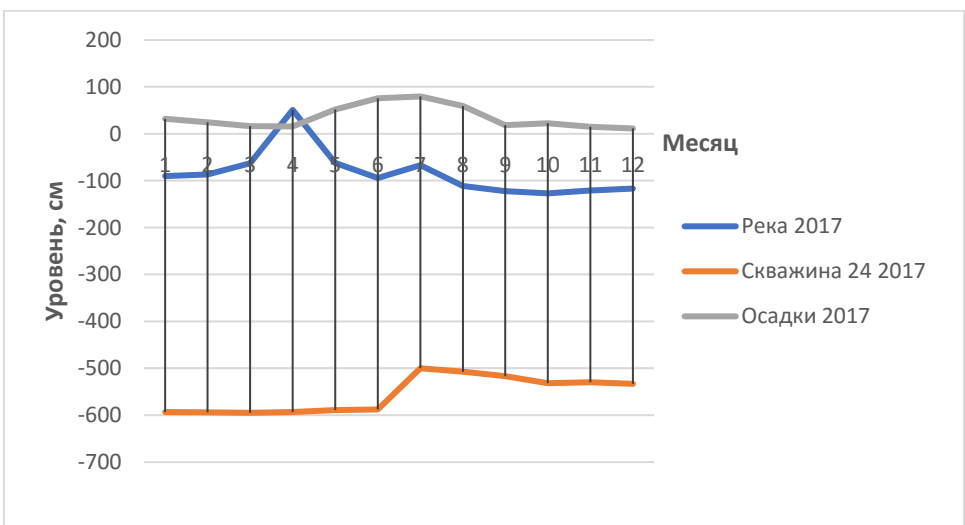


Рисунок 6.3.6 – Скважина 24, 2017 год

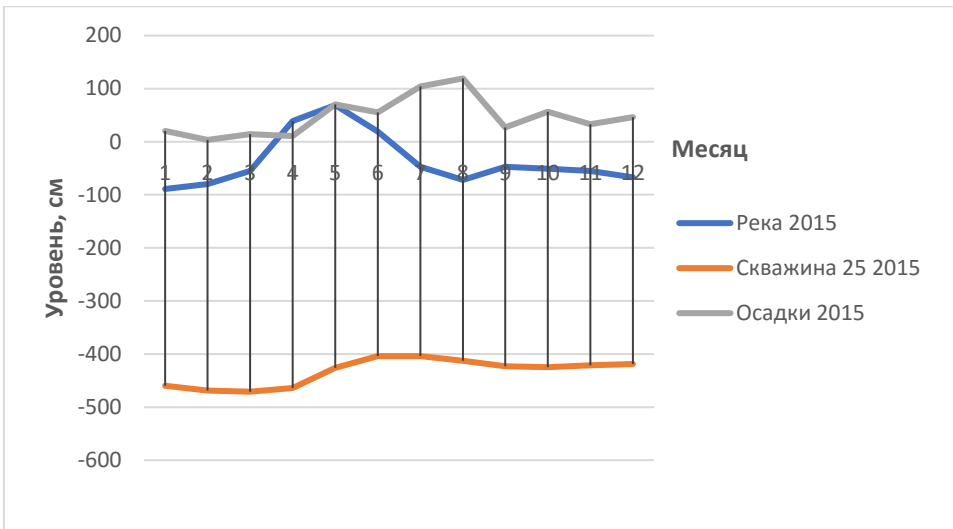


Рисунок 6.3.7 – Скважина 25, 2015 год

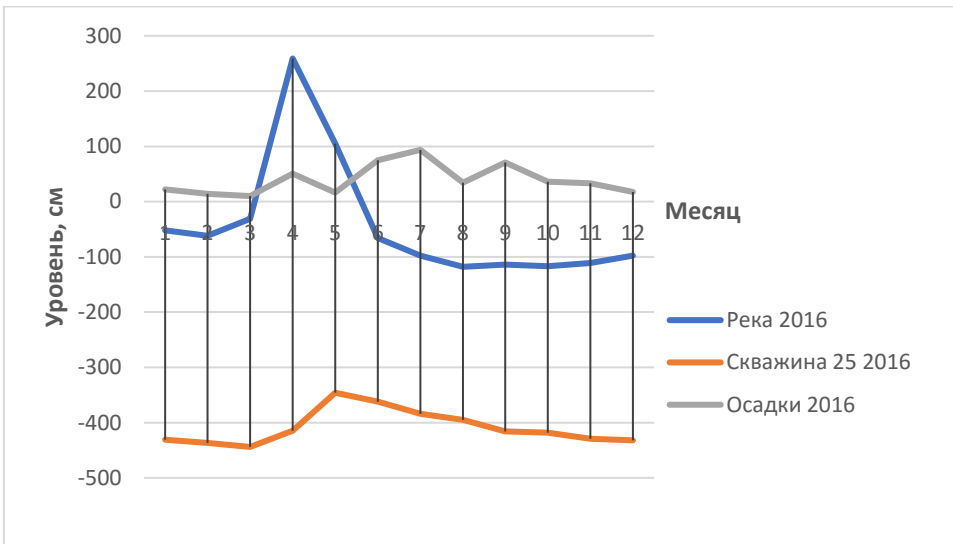


Рисунок 6.3.8 – Скважина 25, 2016 год

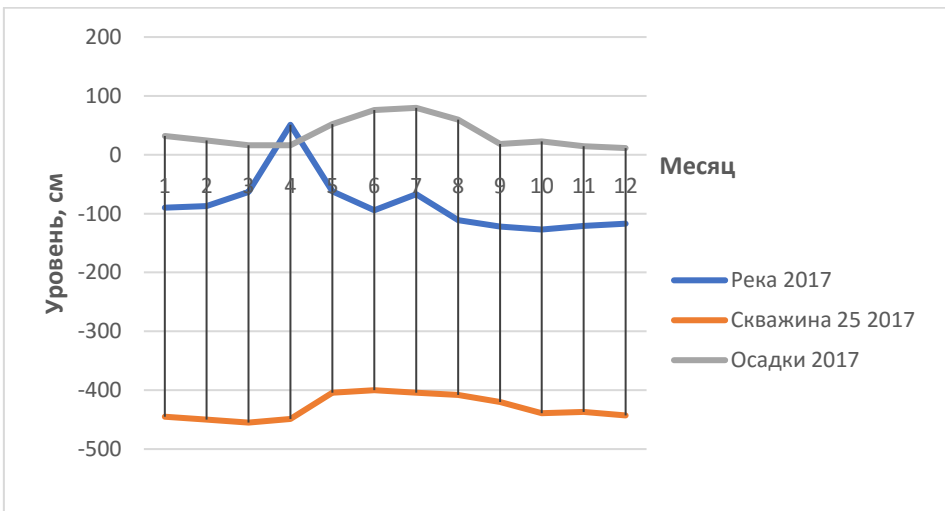


Рисунок 6.3.9 – Скважина 25, 2017 год

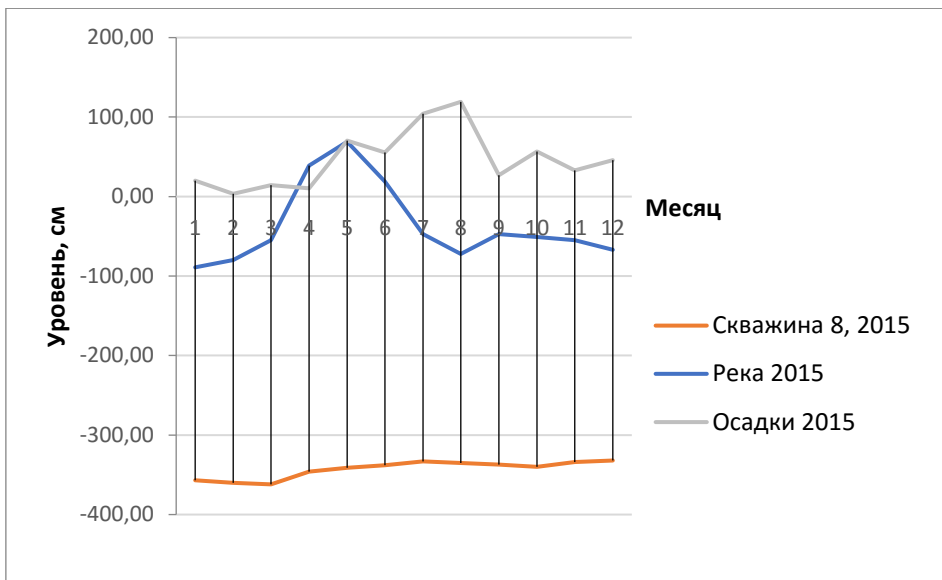


Рисунок 6.3.10 – Скважина 8, 2015 год

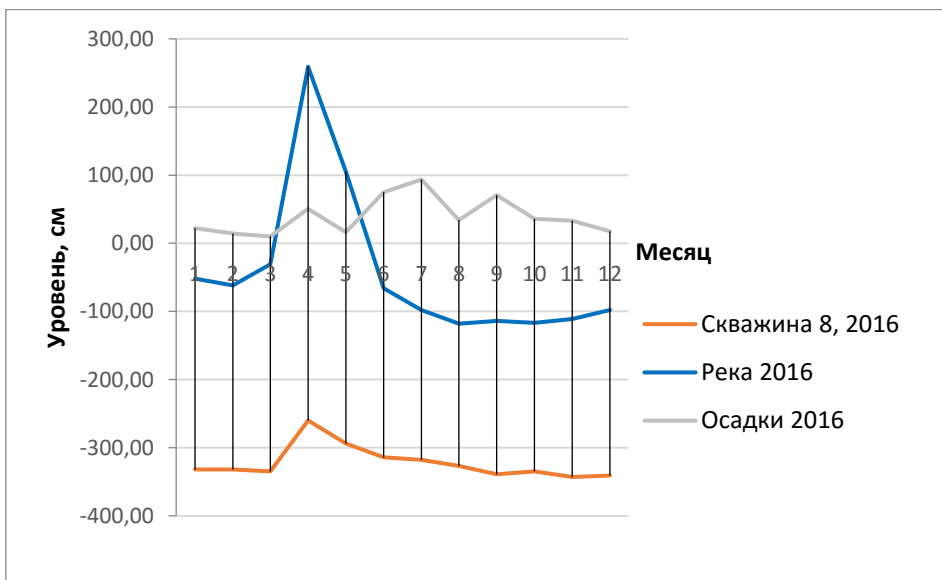


Рисунок 6.3.11 – Скважинна 8, 2016 год

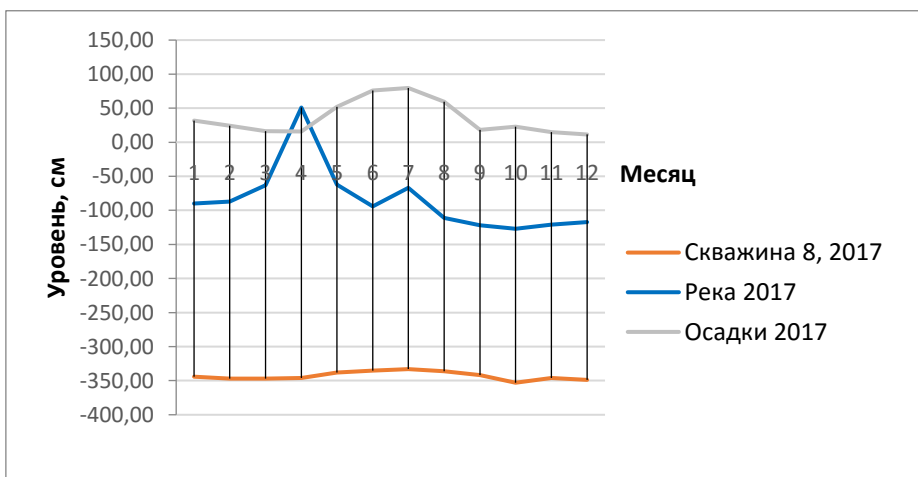


Рисунок 6.3.12 – Скважина 8, 2017 год

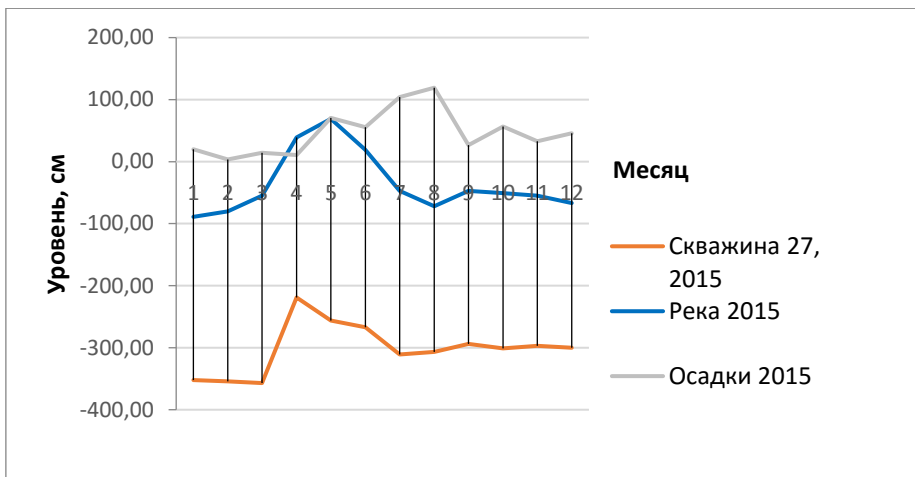


Рисунок 6.3.13 – Скважина 27, 2015 год

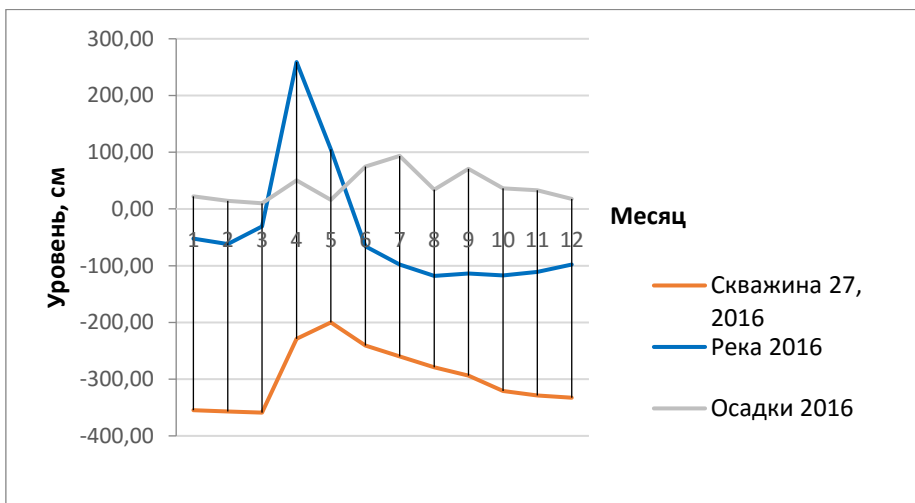


Рисунок 6.3.14 – Скважина 27, 2016 год

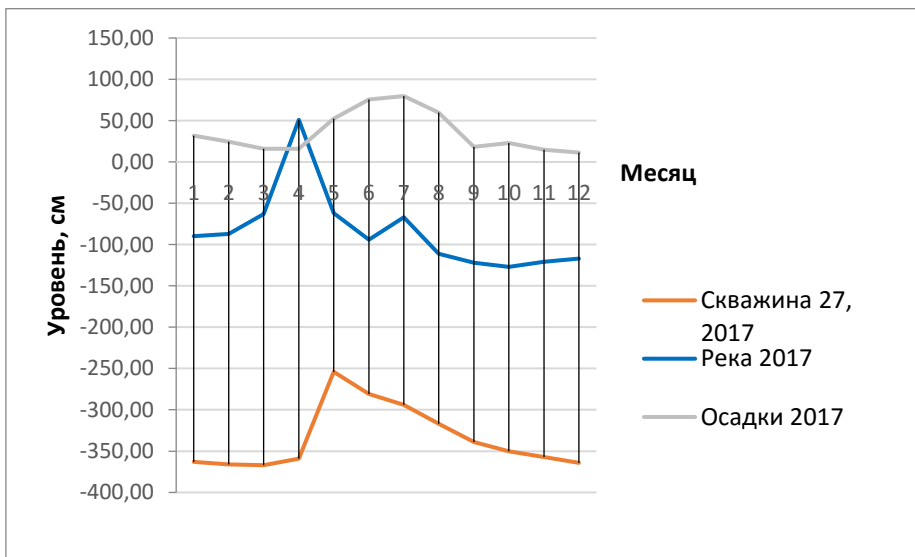


Рисунок 6.3.15 – Скважина 27, 2017 год

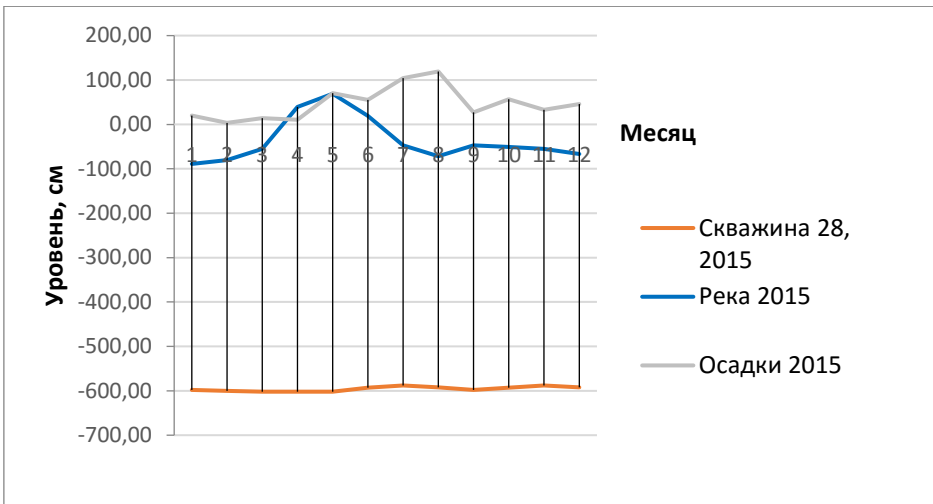


Рисунок 6.3.16 – Скважина 28, 2015 год

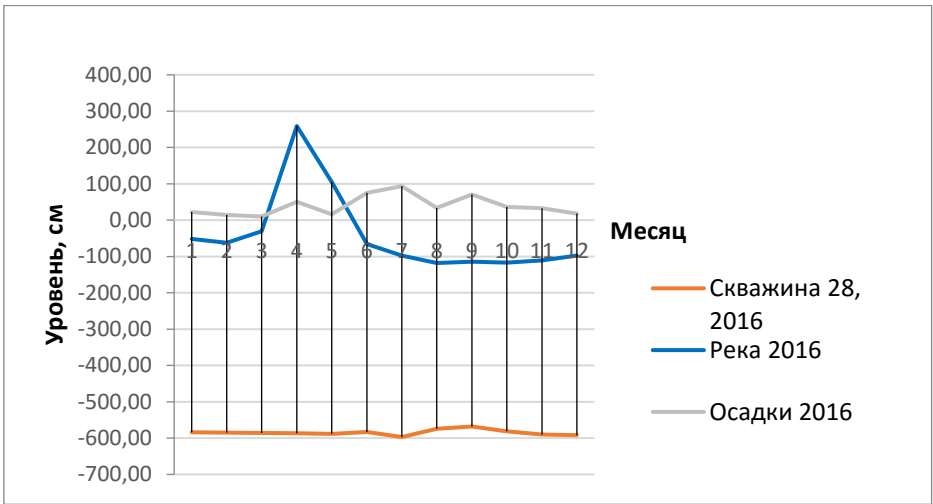


Рисунок 6.3.17 – Скважина 28, 2016 год

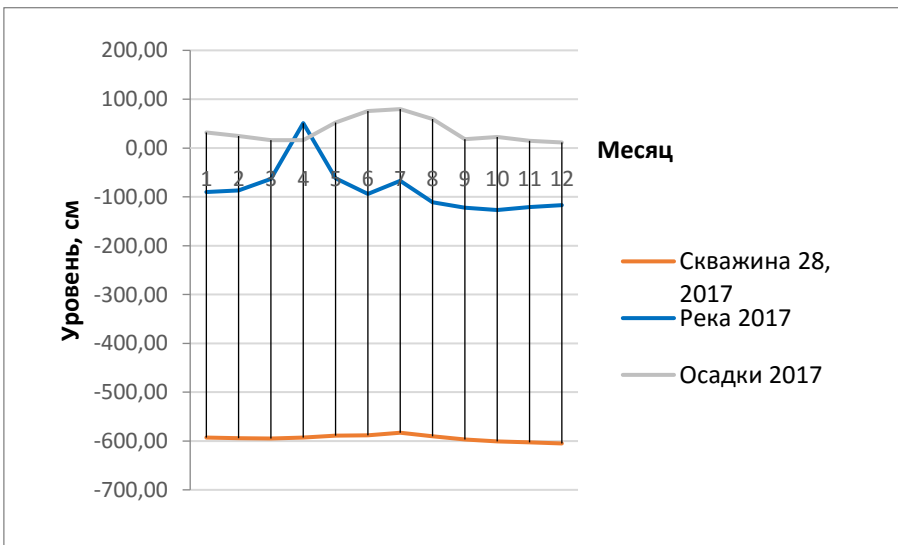


Рисунок 6.3.18 – Скважина 28, 2017 год

Синхронность уровня режима подземных вод с гидрологическим и климатическим факторами, соотношения многолетней и внутригодовой амплитуды уровней, зависящей от глубины залегания в случае артезианских вод и мощности зоны аэрации в случае грунтовых, характеризуют естественный режим подземных вод.

Таблица 6.3.1 – Особенности гидродинамического режима подземных вод изучаемой территории

Водоносный комплекс	Скважина	Тип режима	Уровни подземных вод (в Балтийской системе высот), м	Амплитуда колебаний уровней, м
			$\frac{\text{мин} - \text{макс}}{\text{сред}}$	
Четвертичный	3а	Приречный режим	$\frac{67,68 - 71,68}{68,87}$	4,0
	24		$\frac{75,42 - 78,57}{76,48}$	3,15
	25		$\frac{75,42 - 78,57}{76,56}$	3,15
Олигоценый	27		$\frac{112,87 - 116,75}{114,72}$	3,88
	28		$\frac{137,59 - 140,53}{138,57}$	2,94
Нижнеэоценовый	8		$\frac{75,77 - 78,5}{77,38}$	2,73

Таблица 6.3.2 Изменения уровней подземных вод за период 2015-2017 гг. по сравнению со среднемноголетними сезонными значениями

Водоносный комплекс	Скважина	Средние значения уровней подземных вод за 2015-2017 гг, м	Среднемноголетние значения уровней подземных вод, м	Изменение по сравнению со среднемноголетним, м
Четвертичный	3а	2,74	3,14	повышение на 0,4
	24	5,22	5,00	понижение на 0,22
	25	4,24	4,49	повышение на 0,25
Олигоценый	27	3,11	2,62	понижение на 0,49
	28	5,92	5,48	понижение на 0,44
Нижнеэоценовый	8	3,36	3,71	повышение на 0,35

Уровенный режим подземных вод для всех наблюдаемых водоносных подразделениях имеет схожие циклические сезонные колебания, а также аналогичные сроки наступления характерных уровней. Минимальные предвесенние уровни подземных вод, как правило, наблюдаются в марте, после чего начинается их резкий подъем, который достигает максимума – в апреле-мае, и связан с весенним снеготаянием и прохождением паводка на реках. После прохождения половодья уровни подземных вод начинают плавно снижаться. При наличии осадков в сентябре-октябре можно наблюдать незначительный их подъем.

Подземные воды, относящиеся к четвертичному водоносному горизонту, являются грунтовыми. Режим является подпорным в весенний период половодья, когда пойма реки питает грунтовые воды и нисходящим в

остальное время года. Грунтовые воды залегают на сравнительно небольших глубинах. Для них характерна наибольшая синхронность и зависимость от гидрологического и климатического факторов. Уровненный режим в данном случае обуславливается не только инфильтрацией и притоком со стороны террас, но и тесной связью с гидрологическим фактором, что выражается в годовом изменении уровней, где четко выделяется весенне-летний пик, связанный с половодьем и осенне-зимний минимум. В соответствии с классификацией, разработанной В.С. Ковалевским, А.А. Коноплянцевым и С.М. Семеновым [35] грунтовые воды характеризуются вторым типом естественного режима грунтовых вод – сезонного, преимущественного весеннего питания. Предвесенний минимум и явно выраженный пик весной, наряду с локальными поднятиями в летне-осенний период, обусловленными сезонными осадками, позволяют охарактеризовать режим, по Ковалевскому В.С. [34], как приречный.

Подземные воды, относящиеся к олигоценовому и нижнеэоценовому водоносному горизонту, являются артезианскими (напорными). В общем изменение уровня в течение года подобно изменениям в четвертичном горизонте и характерно меньшей величиной годовой амплитуды в совокупности с более сглаженными колебаниями уровней. Для более глубоких горизонтов характерна возрастающая роль инфильтрации и перетоков из других водоносных горизонтов как факторов формирования режима.

В 3х-летнем цикле наблюдения отмечается тенденция подъема уровня подземных вод четвертичных (для двух скважин из трех) и нижнеэоценовых отложений и тенденция понижения уровня подземных вод олигоценовых отложений (Таблица 6.3.2) по сравнению со среднемноголетними сезонными значениями. При этом тенденции сильнее всего проявляются для весенних максимальных уровней. 2016 год характерен заметным повышением уровней во всех наблюдаемых скважинах. Отличительной особенностью являются

величины амплитуд и интенсивность их формирования, обусловленные глубиной залегания исследуемых подземных вод и геолого-литологическим строением разреза.

При проведении локального мониторинга на Шадринском месторождении подземных вод, необходимо обратить особое внимание на то, что возможные перетоки подземных вод могут изменить особенности миграции урана. Воды более глубоких горизонтов характеризуются восстановительными условиями, в то время как для верхних горизонтов характерны окислительные. Уран – переменнo-валентный элемент, который по-разному мигрирует в окислительных и восстановительных условиях. Если уран попадает в окислительные условия, то может усилиться его миграционная способность.

Таким образом, «подтягивание» окислительных условий в эксплуатируемый водоносный горизонт палеогеновых отложений создает условия для усиления водной миграции урана.

В связи с этим, необходимо следить за соотношением уровней подземных вод различных горизонтов, и, при анализе химических элементов, не просто наблюдать за компонентами урана, а уделять пристальное внимание характеристикам среды – pH и Eh.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ81	Гусев Глеб Олегович

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности исследования уровня режима подземных вод

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. График проведения и бюджет НТИ
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
4. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Гусев Глеб Олегович		

7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Предпроектный анализ

Потенциальные потребители результатов исследования

Для того чтобы установить потенциальных потребителей гидрогеологических уровненых исследований нужно установить целевой рынок.

Гидрогеологические уровненые исследования являются важным видом работ при проведении гидрогеологических съемок любого масштаба, а также являются фундаментом прогнозных расчетов. Основными задачами этих исследований являются:

- Изучение и систематизация характеристик воды;
- Формирование и распространение подземных вод;
- Взаимодействие с окружающей средой;
- Поиск и учет новых месторождений пресной воды;
- Помощь при инженерном строительстве;
- Организация мелиорации.

Гидрогеологические работы включаются в состав геологических изысканий. С помощью результатов исследований субъекты рынка получают необходимую информацию для своих работ. Без них не обходятся строительная деятельность, сфера инженерных коммуникаций, предприятия по добыче и водообеспечению.

Целевым рынком гидрогеологических уровненых исследований являются компании, которые занимаются гидрогеологическими изысканиями для строительства, бурения скважин, исследования местности, водообеспечения.

Диаграмма Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

Область применения диаграммы:

- Выявление причин возникновения проблемы;
- Анализ и структурирование процессов на предприятии;
- Оценка причинно-следственных связей.

На рисунке 8.1 представлена диаграмма Исикавы, из которой видно какие проблемы могут возникнуть при выполнении исследований урвненного режима подземных вод.



Рисунок 8.1 – Диаграмма Исикавы

Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень её готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для её проведения (или завершения).

Для этого необходимо заполнить специальную форму (таблица 8.1), которая содержит показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенции разработчика научного проекта.

Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта.

Таблица 8.1 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	3
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	2
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	2
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	1	2
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	2
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	3
10.	Разработана стратегия (форма)	3	4

	реализации научной разработки		
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
ИТОГО БАЛЛОВ		37	43

Суммарное значение баллов позволяет говорить о мере готовности научной разработки и её разработчика к коммерциализации. Так, если значение получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной её коммерциализации. Если от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Если от 44 до 30 – то перспективность средняя. Если от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего. Если 14 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки можно сделать вывод, что готовность научной разработки и её разработчика к коммерциализации средняя.

Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для коммерциализации результатов проведенного научно-технического исследования наиболее целесообразно использовать следующие методы: торговлю патентными лицензиями, то есть, продажу разработки исследования третьим лицам; организацию совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».

Использование торговли патентными лицензиями, позволяет прийти к сотрудничеству с зарубежными странами, что повысит эффективность исследования, так как будет происходить технологический и научно-технический обмен, обмен опытом работы. При технологическом обмене происходит экономическое развитие страны и происходит развитие международных экономических отношений. Организация совместных предприятий позволит привлечь в страну передовые технологии, дополнительные материальные и финансовые ресурсы. Привлечение иностранного капитала в отечественную экономику расширит экспортную базу и рынок сбыта.

Инициализация проекта

Для определения нового проекта необходимо составление Устава проекта. В рамках магистерской диссертации предполагается наличие таких критериев, как цели и результаты проекта, организационная структура проекта, ограничения и допущения проекта (таблицы 8.2-8.4).

Таблица 8.2 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидание заинтересованных сторон
Научное объединение (студенты, магистранты, аспиранты, преподаватели)	Освоение принципиально новой (для научной группы) области исследования; коммерческое продвижение проекта; развитие и укрепление связей с отраслью промышленности (производственные компании, заводы) в области совместных научных разработок.
Представители промышленности	Получение проекта, способствующего оптимизации, энерго- и ресурсосбережению действующего производства; Развитие и укрепление связей с научным объединением (университет) в области совместных научных разработок.
Университет, к которому относится научное объединение	Продвижение статуса учебного заведения, повышения научного престижа.
Научные объединения сторонние (конкурирующие)	Опасения в связи с появлением конкурентоспособного проекта.

Таблица 8.3 - Цели и результаты проекта

Цели проекта	Изучение уровня режима подземных вод
Ожидаемые результаты проекта	Расчет уровня режима, на основании которого можно будет составить прогноз.
Критерии приемки результата проекта	Обоснованность разработанного прогноза.
Требование к результату проекта	Максимальное соответствие критерия приемки результата проекта.

Таблица 8.4 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функция	Трудозатраты, час.
1	Дугова Е.М., профессор ОГ ИШПР, НИ ТПУ	Руководитель проекта	Координирование проекта, консультирование	36
2	Гусев Г.О., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель проекта	Сбор и анализ литературных данных, анализ предоставленных материалов, выполнение научной работы	480
3	Маланина В.А.	Эксперт проекта	Консультирование	2
4	Скачкова Л.А.	Эксперт проекта	Консультирование	2
5	Болсуновская Л.М.	Эксперт проекта	Консультирование	2

К ограничениям данного проекта можно отнести только временные рамки, так как на выполнение работы отведено определенное количество времени. Дата утверждения плана проекта – 01.09.2018; дата завершения проекта – 31.05.2019. Финансирование проекта происходит за счет НИ ТПУ.

Планирование управления научно-техническим проектом

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

В рамках планирования научного проекта был построен календарный график проекта в виде таблицы 8.5

Таблица 8.5 - Календарный график проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
Определение тематики магистерской диссертации	3	01.09.2019	03.03.2019	Дутова Е. М., Гусев Г.О.
Литературный обзор по теме проекта	90	03.09.2019	02.12.2019	Гусев Г.О.
Постановка цели и задач	10	03.12.2019	13.12.2019	Дутова Е.М., Гусев Г.О.
Разработка плана работ	30	14.12.2019	12.01.2020	Дутова Е.М., Гусев Г.О.
Изучение уровня режима подземных вод	31	13.01.2020	12.02.2020	Гусев Г.О.
Составление прогнозных расчетов	47	13.02.2020	31.03.2020	Гусев Г.О.
Обсуждение результатов. Доработка экспериментальной части ВКР	30	1.04.2020	30.04.2020	Дутова Е.М., Гусев Г.О.
Оформление ВКР	31	1.05.2020	31.05.2020	Гусев Г.О.

Также была построена диаграмма Ганта для реализуемого проекта (Рисунок 8.2). Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График строится в виде таблицы с разбивкой по месяцам за период времени выполнения научного проекта.

Выполняемые работы на диаграмме Ганта выделяются различными цветами в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. В нашем случае работы выполняемые исполнителем (магистрантом) обозначены черным цветом, а работы выполняемые руководителем (научным руководителем) обозначены серым цветом.

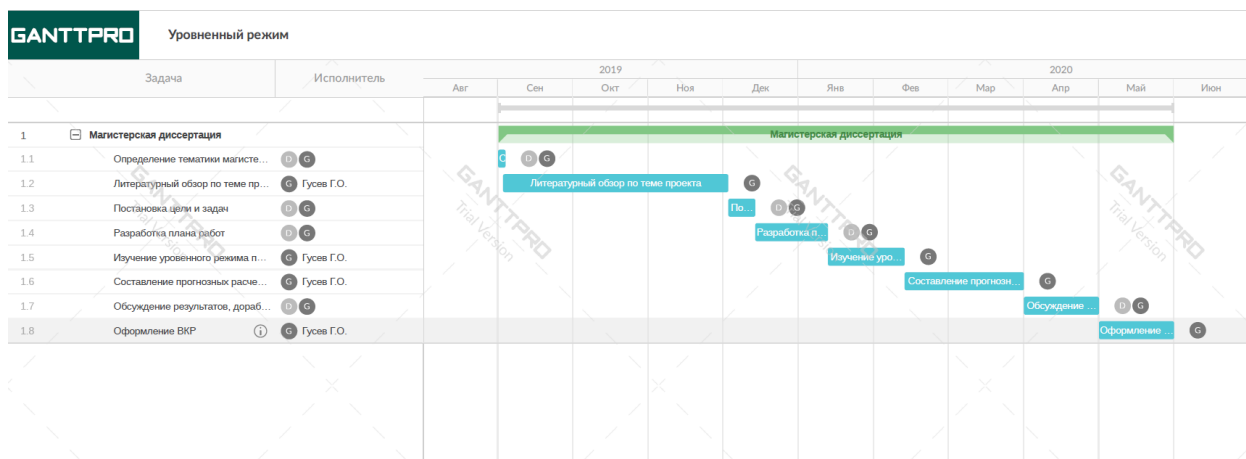


Рисунок 8.2 – диаграмма Ганта

Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты должны быть сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Амортизация специального оборудования для научных (экспериментальных работ);
3. Заработная плата
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Накладные расходы.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Расчет стоимости материальных затрат производился по действующим прейскурантам и ценам с учетом НДС. Результаты расчета затрат на сырье, материалы и покупные изделия в процессе проведения НИР представлены в таблице 8.6.

Таблица 8.6 - Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Электроэнергия				
Потребление компьютером	кВт/ч	800	2,45	1960
Освещение	кВт/ч	125	2,45	306,25
Итого, руб.				2266,25

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы.

Таблица 8.7 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Трудоемкость, чел.-дни	Количество рабочих месяцев	Оклад за месяц, руб	Сумма, руб.
Руководитель	229	9	40000	360000
Исполнитель	229	9	1988	17892
Итого:				377892

Срок реализации проекта составляет 9 месяцев.

Статья заработной платы включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{ЗП} = З_{ОСН} + З_{ДОП},$$

где $З_{ОСН}$ – основная заработная плата;

$З_{ДОП}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата руководителя от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{ОСН} = З_{ДН} * Т_{РАБ},$$

где $Т_{РАБ}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{ДН}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{ДН} = \frac{З_{М} * М}{F_{Д}},$$

где $З_{М}$ - месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течении года:

при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб дей $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{Д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 8.8 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	273	273

Количество нерабочих дней при шестидневной рабочей неделе (выходные дни + праздничные дни)	44	44
Потери рабочего времени – отпуск – невыходы по болезни	0	0
Действительный фонд рабочего времени	229	229

За период с сентября 2019 по май 2020 количество дней: 30+31+30+31+31+28+31+30+31 = 273. Согласно производственным календарям за 2019 и 2020 годы при шестидневной рабочей неделе количество выходных и праздничных дней: 5+6+11+5+6+4+7 = 44. Таким образом, действительный фонд рабочего времени составляет 229 дней.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{М}} = З_{\text{Б}} * k_{\text{р}}$$

где $Z_{\text{Б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,30 (для Томска).

Таблица 8.9 - Расчет основной заработной платы

Участники	$Z_{\text{Б}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{М}}$, руб	$T_{\text{р}}$, раб.дни	Итого, руб.
Руководитель	40000	1,30	52000	229	468000
Исполнитель	17000	1,30	22100	229	198900

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12% от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении работы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} * k_p$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.; $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты; $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб

Таблица 8.10 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная, руб	52000	22100
Дополнительная, руб	6000	2550
Дополнительная с учетом районного коэффициента, руб	7800	3315
Итого по статье $C_{\text{зп}}$, руб	85215	
Итого за весь период НТИ	766 935	

Отчисления на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды будут взиматься как с заработной платы руководителя, так и с заработной платы исполнителя.

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{ВНЕБ}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2% (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$C_{\text{ВНЕБ}} = 0,302 * (7800 + 52000 + 3315 + 22100) = 25734,93 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

В статью «накладные расходы» включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. В НИ ТПУ они составляют 15% от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала,

соц. отчислений, затрат на сырье и материалы данной научно-технической организации

$$C_{\text{НАКЛ}} = 0,15 \cdot (766935 + 2266,25 + 25734,93) = 119240,43 \text{ руб.}$$

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включены все затраты, связанные с использованием специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме исследования. В нашем случае, стоимость оборудования, используемого при выполнении научного проекта, учитывается в виде амортизационных отчислений, так как все необходимое оборудование уже имеется в организации. Результаты расчета амортизационных отчислений приведены в таблице 8.11.

Таблица 8.11 - Расчет затрат по статье «Специальное оборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования, шт	Стоимость используемого оборудования, руб.	Период службы, год	Срок использования, дни	Амортизация оборудования, руб
1.	Компьютер	1	40000	10	229	2510
2.	ПО Statistica 10	1	-	-	-	-
Итого по статье:						2510

Коэффициент амортизации устанавливается в размере 10% по формуле

$$K = 1/n * 100\%, \text{ где } n - \text{СПИ (срок полезного использования)}$$

$$K = 1/10 * 100\% = 10\% \text{ в год.}$$

Таким образом, амортизационные отчисления будут равны

$$40000 * 0,1 * (229/365) = 2510 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на проведение исследования сведем в таблицу 8.12

Таблица 8.12 - Смета затрат на выполнение научно-исследовательской работы

Статьи затрат	Затраты, руб
Сырье, материалы	2266,25
Заработная плата	766 935
Отчисления на социальные нужды	25734,93
Накладные расходы	119240,43
Специальное оборудование	2510
Итого	916685,7

Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная.

Для выбора наиболее подходящей организационной структуры можно использовать таблицу ниже.

Таблица 8.13 - Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичной фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая

Выполнение данного исследования можно представить в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура представлена на рисунке 8.3.

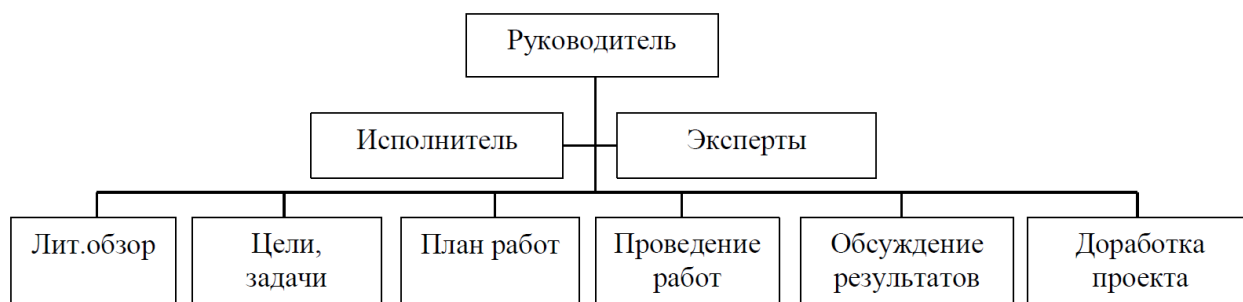


Рисунок 8.3 – Организационная структура проекта

Матрица ответственности

С целью распределения ответственности между участниками проекта сформирована матрица ответственности.

Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

Ответственный (О) – лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

Таблица 8.14 - Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель	Исполнитель
Определение тематики магистерской диссертации	С	О
Литературный обзор по теме проекта	У	И
Постановка цели и задач	О	С
Разработка плана работ	У	И
Изучение уровня режима подземных вод	С	О/И
Составление прогнозных расчетов	У	О/И
Обсуждение результатов и доработка	О	У

ВКР		
Оформление ВКР	У	О/И

План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта. План управления коммуникациями приведен в таблице 8.15

Таблица 8.15 - План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (пятница)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю, экспертам	Не позже сроков графиков и контрольных точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Риски проекта приведены в таблице ниже. Уровень риска может быть: высокий, средний или низкий в зависимости от вероятности наступления и степени влияния риска. Риски с наибольшей вероятностью наступления и высокой степенью влияния будут иметь высокий уровень, риски же с наименьшей вероятностью наступления и низкой степенью влияния соответственно низкий уровень.

Таблица 8.16 - Реестр рисков

№ п/п	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1.	Отсутствиие взаимного влияния изучаемых характеристик	Не актуальность исследования	4	5	Высокий	Поиск аналогичных зависимостей	Отсутствует влияние объектов изучения друг на друга
2.	Сбои в работе оборудования	Некорректные результаты расчетов	4	5	Средний	Устранение неполадок, ремонт	Сбой компьютера
3.	Погрешность расчетов	Некорректные экспериментальные данные	3	4	Низкий	Проверка правильности расчетов	Невнимательность

Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объектов исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b^a, b^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице ниже, где Текущий проект – это изучение уровня режима подземных вод с обработкой результатов в Statistica 10, Аналог 1 – изучение уровня режима подземных вод с обработкой результатов в программе-аналоге.

Таблица 8.17 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования	Весовой коэффициент	Текущий проект	Аналог 1
---------------------	---------------------	----------------	----------

	параметра		
Удобство в эксплуатации	0,30	5	3
Энергосбережение	0,20	4	3
Ресурсосбережение	0,15	4	4
Надежность	0,20	5	3
Эффективность	0,15	5	5
Итого	1	23	18

Далее рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_m (\text{текущий}) = 0,3*5 + 0,2*4 + 0,15*4 + 0,2*5 + 0,15*5 = 4,65$$

$$I_m (\text{аналог 1}) = 0,3*3 + 0,2*3 + 0,15*4 + 0,2*3 + 0,15*5 = 3,45$$

Сравнение значений интегрального показателя ресурсоэффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в магистерской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Таким образом, видно, что обрабатывать результаты изучения уровня режима подземных вод лучше с помощью программы Statistica 10, так как она имеет более удобный интерфейс, интуитивно понятна и доступна в отличие от программы-аналога для проведения расчетов.

Ресурсосберегающая эффективность исследования

На основе проводимых в данной работе исследований в дальнейшем предполагается создать комплекс рекомендаций по эксплуатации источников подземных вод, изучению влияния на них атмосферного питания и моделирование прогнозных уровней, которые позволят скорректировать хозяйственную деятельность человека, с тем чтобы добиться наиболее эффективного и рационального использования подземных источников воды.

Социальная эффективность исследования

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как

непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

Для оценки социальной эффективности научного проекта необходимо выявить критерии социальной эффективности, на которые влияет реализация научного проекта и оценить степень их влияния.

Так как на основании прогнозных уровней подземных вод можно будет скорректировать хозяйственную деятельность человека, данная работа позволит более эффективно использовать ресурсы подземных вод.

Таблица 8.18 - Социальная эффективность исследования

До исследования	После исследования
Недостаточная изученность влияния атмосферного питания на уровни подземных вод	Оценено влияние атмосферного питания на уровень подземных вод
Отсутствие прогнозных уровней подземных вод на территории исследования	Составлены прогнозы по уровням на территории исследования, применимые для дальнейшей координации хозяйственной деятельности человека

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что данная работа является экономически целесообразной, эффективной и успешной.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были выполнены расчеты по следующим статьям:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Амортизация специального оборудования для научных (экспериментальных) работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;

5. Накладные расходы.

В результате всего затрачено 916685,7 рублей, все исследования выполнены за счет средств НИ ТПУ.

Также была рассчитана ресурсоэффективность данного исследования, на основе которой можно сделать вывод, что экономически целесообразно использовать программу Statistica 10 для проведения расчетов.

Таким образом, в данном разделе проведен расчет всех затрат на исследование уровня режима подземных вод нижнего течения реки Тобол, а также выявлен целевой рынок данного исследования.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ81	Гусеву Глебу Олеговичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Уровненный режим подземных вод четвертичных отложений нижнего течения р. Тобол	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является уровненный режим подземных вод в скважинах на территории Иртыш-Обского Артезианского бассейна. Работы проводились в камеральных условиях. Область применения – гидрогеология и гидродинамика.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.2.003-91 [ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности] - ГОСТ 12.0.003-2015 [ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация] - ГОСТ 12.1.004-91 [ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92)] - ГОСТ 12.1.005-88 [ГОСТ 12.1.005-88 (и изм. №1 от 2000г.) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89)] - ГОСТ 12.1.006-84 [ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (до 01.01.96)] - СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 [СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003] - Трудовой кодекс РФ [Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N

	197-ФЗ (ред. От 16.12.2019)]
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	К вредным факторам относятся: -недостаточная освещенность рабочей зоны; -отклонение показателей микроклимата; -шум; К опасным факторам относятся: -электрический ток; -вероятность пожара.
3. Экологическая безопасность:	Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии Федерального закона «Об охране окружающей среды». При выполнении данной выпускной квалификационной работы негативного влияния на окружающую среду не происходит.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС при разработке научного исследования: пожар, взрыв, разрушения зданий в результате разрядов электричества. Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий: использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла, организационная эвакуация работников.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Гусев Глеб Олегович		

Введение

Целью настоящей работы является изучение закономерностей формирования уровенного режима подземных нижнего течения реки Тобол.

Для выполнения работы используются данные, полученные в результате режимных наблюдений. Данные аналитически обрабатываются, составляются прогнозы.

Полученные прогнозные данные по уровенному режиму могут использоваться организациями, осуществляющими экологический мониторинг, компаниями, занимающимися гидрогеологическими изысканиями для строительства, бурения скважин, исследования местности.

Кроме того, результаты исследования могут заинтересовать организации, осуществляющие водоподготовку и последующее водоснабжение территории.

Целью раздела «Социальная ответственность» является выделение и анализ вредных и опасных производственных факторов при проведении исследования, а также определение методов по их предупреждению и избеганию.

8. Социальная ответственность

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 13 июня 2003 г. № 118 г. Москва] на рабочее место одного пользователя ПК должно приходиться не менее 6 м². К помещениям, где находятся ПК, предъявляют требования к внутренней отделке. Помещения, где размещены ПК, должны быть снабжены защитным

заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Помещения для занятий оборудуются одноместными столами, предназначенными для работы с ПК, причем конструкция одноместного стола для работы с ПК должна соответствовать СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Оконные проемы в помещениях использования ПК должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа - жалюзи, занавесей и др.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте; режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников, об условиях охраны труда на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

В организации режим труда и отдыха носит следующий характер:

- Пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями;
- Продолжительность ежедневной работы 8 часов;
- Время начала и окончания работы с 8:00 до 17:00;
- Время перерывов в работе с 12:00 до 13:00;

Также, устанавливается отпуск в количестве 28 дней в течение года, и другие выходные (праздничные) дни, предусмотренные трудовым законодательством РФ.

Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при выполнении данной работы, согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» представлены в таблице ниже.

Таблица 9.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	-	-	СанПиН 2.2.4.548-96
2. Превышение уровня шума	+	-	-	ГОСТ 12.1.003-2014, ГОСТ 12.1.029-80
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	-	-	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	-	-	ГОСТ Р 55710-2013
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	-	-	ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.030-81
6. Монотонный режим работы	+	-	-	ГОСТ 12.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения
7. Пожарная опасность	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92)

Анализ вредных и опасных производственных факторов и методы их устранения

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является очень важным аспектом любой деятельности. Для этого применяется комплекс мер, содержащий правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Работа за персональным компьютером регулируется техникой безопасности и требует соблюдения предписанных норм. При использовании вычислительной техники возможно проявление следующих вредных факторов: перенапряжение зрительных анализаторов; монотонность труда; статические физические перегрузки костно-мышечного аппарата и локальные динамические перегрузки мышц кистей рук; повышенная яркость света; пониженная ионизация воздуха; повышенное напряжение в электрической цепи и т.д.

Далее будут рассмотрены нормы и ограничения, применимые к наиболее важным факторам.

1. Микроклимат помещения

При проведении лабораторных и камеральных работ исследования необходимо соблюдать гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Под термином «микроклимат» понимается совокупность нескольких факторов, влияющих на условия работы – температура окружающей среды, влажность воздуха и скорость движения воздуха. Отклонение данных показателей от нормы влияет главным образом на осуществление теплообмена организма с окружающей средой. Оптимальные характеристики микроклимата представлены в Таблице. Работу пользователя ПК относим к

категории тяжести работ 1а (работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением).

Таблица 9.2 - Оптимальные параметры микроклимата

Сезон	Температура воздуха (t), °С	Относительная влажность, %
Холодный и переходный (среднесуточная температура меньше 10°С)	22-24	60-40
Теплый (среднесуточная температура воздуха 10°С и выше)	21-23	60-40

Скорость движения воздуха, как для теплого, так и для холодного сезонов должна составлять 0,1 м/с. Так как на выделенном рабочем месте предусмотрена вентиляция и отопление, то оно соответствует нормам температуры как в холодный, так и в теплый сезон. Скорость движения также соответствует нормам, так как помещение закрытое. Относительно влажности воздуха сложно сказать, так как на рабочем месте отсутствует гигрометр и увлажнитель воздуха.

Для снижения воздействия дисплеев рекомендуется работать на дисплеях с защитными экранами и фильтрами. Установлено, что максимальная напряженность электрической составляющей ЭМП достигается на коже дисплея. В целях снижения напряженности следует удалить пыль с поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

2. Уровни шума

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах.

Шум может создаваться работающим оборудованием (установками воздуха (воздуходувка), преобразователями напряжения). В результате

исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-2014.

Таблица 9.3 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука

Рабочие места	Уровни звукового давления, Дб, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБа
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие места в производственных помещениях (лабораториях)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Основные мероприятия по борьбе с шумом следующие: экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и шлемофоны) согласно ГОСТ 12.1.029-80.

3. Освещение на рабочем месте

Особая роль отводится контролю по обеспечению должного уровня освещения рабочего места. Поскольку местом проведения работ является помещение, то возникает необходимость максимального приближения освещения к естественному (солнечному), чтобы избежать снижения зрения и повышения утомляемости работника.

В помещениях для эксплуатации ПК организовано естественное освещение через оконные проемы, обеспечивающее коэффициенты естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5 %. Искусственное освещение представлено комбинированной системой. Поскольку монитор ПК также является источником света, то рекомендуется в целях снижения мерцания

экрана устанавливать частоту кадров 60 Гц для ЖК мониторов. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования персональных компьютеров следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Рабочий стол рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы световой поток был направлен слева от работника.

4. Монотонность труда

Специалистами по гигиене условия труда человека классифицированы по степени тяжести и напряженности трудового процесса и по показателям вредности и опасности факторов производственной среды. Факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда, – это в основном мышечные усилия и затраты энергии. Факторы трудового процесса, характеризующие напряженность труда, – это эмоциональная и интеллектуальная нагрузка, нагрузка на анализаторы человека (слуховой, зрительный и т. д.), монотонность нагрузок, режим работы. Сущность монотонности заключается в продолжительном неприятном воздействии однообразия работы на организм человека, его нервную систему. Монотонная работа существенно влияет на функциональное состояние человека. Под влиянием монотонности человек, не умеющий это психическое состояние сдерживать или устранять, становится вялым, безучастным к работе, возникает угнетающее состояние, что приводит к преждевременному утомлению. При развитии монотонности необходимо сменить ритм трудовой деятельности, а во время перерыва рекомендуется использовать активный отдых.

5. Электрический ток

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и

опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электрического поля и статического электричества.

Опасность поражения людей электрическим током появляется при несоблюдении мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования.

Виды поражения организма током:

Электрический удар – представляет собой возбуждение живых тканей организма, проходящим через него электрическим током. Сопровождается резкими судорожными сокращениями мышц, в том числе мышцы сердца, что может привести к остановке сердца.

Электрические ожоги – возникают в результате локального воздействия тока на ткани.

Электрические знаки и метки – представляют собой четко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности кожи человека, подвергнувшегося действию тока.

Металлизация кожи – это выпадение мельчайших частичек расплавленного металла на открытые поверхности кожи.

Механические повреждения – следствие судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через человека, приводящее к разрыву кожи, мышц, сухожилий.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА.

Электробезопасность регламентируется нормативными документами: ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82.

В данном случае существует опасность электропоражения в следующих случаях: при прикосновении к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением.

В целях защиты необходимо применять следующие меры:

- защитное заземление (преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением, при этом сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом),

- защитное отключение (быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током, происходит изменение некоторых электрических параметров сети, которые служат сигналом, вызывающим срабатывание устройства защитного отключения).

Для предупреждения электротравматизма во время работ в электроустановках очень важно проводить соответствующие защитные мероприятия. Применение защитных мероприятий регламентируется Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок. В этих документах рассмотрены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ:

На рабочем месте пользователя размещены дисплей, клавиатура и системный блок. При включении дисплея на электронно-лучевой трубке создается высокое напряжение в несколько киловольт. Поэтому запрещается прикасаться к тыльной стороне дисплея, вытирать пыль с компьютера при его включенном состоянии, работать на компьютере во влажной одежде и влажными руками.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели.

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя компьютера. Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой.

6. Пожарная безопасность

Пожарная безопасность — состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Противопожарная защита — это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Источниками возгорания могут быть электрические схемы от ПЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать возгорание горючих материалов.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия

персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

Воздействие экологически вредное – воздействие объекта хозяйственной или иной деятельности, приводящее к значительным, иногда необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное влияние на человека.

Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии Федерального закона «Об охране окружающей среды». В ходе проведения исследования негативного влияния на окружающую среду не отмечается, но при этом происходит накопление отходов V класса опасности (практически неопасные отходы), а именно бумаги и её обрезков, а также мусора от уборки помещений.

В ходе выполнения исследования не происходит загрязнения атмосферы и гидросферы.

Литосферное загрязнение заключается в образовании отходов. Отходы V класса опасности характеризуются очень низкой степенью негативного воздействия на окружающую среду. Отличительной чертой материалов, формирующих отходы данного класса опасности, является отсутствие опасности и угрозы для человека. На отходы V класса опасности паспорт отходов не выдается.

Такие отходы, также известные как макулатура, необходимо перерабатывать для повторного использования. Для этого их необходимо сдавать в специальные пункты приема. В городе Томске переработкой занимаются следующие компании – «Чистый мир», ООО «Ресурс», ООО «Пирс».

Утилизация оргтехники и компьютеров – это обязательное условие, прописанное в российском законодательстве, под которое попадают не только организации, но и физические лица. Необходимость в профессиональной утилизации оргтехники возникает в связи с тем, что внутри микросхем, плат, содержатся детали, с определенной долей драгоценных металлов. Выбрасывая компьютеры в мусорные баки, люди вредят экологии и окружающей среде. Пластмасса, пластиковые элементы, лом черных и цветных металлов может отправляться на вторичную переработку, а драгоценные вещества на аффинажные предприятия. В городе Томске, утилизацией занимается, например, компания «Русутилит».

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате источника, а именно опасного природного явления, катастрофы и т.п., которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, а также нарушение условий жизнедеятельности людей.

В условиях рабочего помещения при работе на ПЭВМ возможно возникновение пожара, получение ожогов и поражение электрическим током. О несчастном случае пострадавший или очевидец обязан немедленно поставить в известность начальника, который должен организовать первую помощь пострадавшему и вызвать врача.

При поражении электрическим током одним из ключевых моментов при оказании первой помощи является немедленное выключение

электрического тока. Для этого нужно отключить ток (поворот рубильника, выключателя, пробки), отвести электрические провод от пострадавшего, затем соединить между собой два токоведущих провода.

Пожар — это неконтролируемое горение очага, наносящее материальный ущерб, а также вызывающее несчастные случаи и причинение вреда здоровью человека и т.д.

Причиной пожара могут стать: неисправность оборудования, электропроводки, несоблюдение норм и правил пожарной безопасности.

Камеральные работы проводятся в 513 аудитории 20 корпуса ТПУ, относящейся к категории Г, что значит, что аудитория это место с пониженной пожароопасностью (СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности).

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 пожарная безопасность зданий должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла зданий и выполнять одну из следующих задач:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;

- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Здания должны иметь системы пожарной безопасности, направленные на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений. Также в зданиях необходимо предусмотреть технические средства (лестничные клетки, противопожарные стены, лифты, наружные пожарные лестницы, аварийные люки и т.п.), имеющие устойчивость при пожаре и огнестойкость конструкций не менее времени, необходимого для спасения людей при пожаре, и расчетного времени тушения пожара.

Для предупреждения возникновения пожара следует следить за исправностью выключателей, вилок и розеток электроснабжения и электрических приборов, запрещается перегружать электросеть, оставлять без присмотра включенными электронагревательные приборы и компьютеры, при ремонте электронагревательных и электронных приборов их следует отключать от сети.

Для уменьшения риска возникновения пожара в рабочем помещении необходимо систематически проверять целостность изоляционных покрытий электрических проводок, а также курить только в специально отведенных местах.

При обнаружении пожара или признаков горения необходимо:

- немедленно сообщить руководителю, в пожарную охрану (при этом назвать адрес объекта, место возникновения пожара, сообщить фамилию);
- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

Ответственный за противопожарную безопасность помещения (другое должностное лицо), обязан:

- продублировать сообщение о возникновении пожара в пожарную охрану и поставить в известность вышестоящее руководство, ответственного по объекту;

- в случае угрозы жизни людей немедленно организовать спасение, используя для этого подручные средства;

- проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты (оповещение людей, пожаротушения, противодымной защиты), при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), выполнить мероприятия, способствующие предотвращению развития пожара и задымления помещений;

- осуществить общее руководство по тушению пожара до прибытия подразделения пожарной охраны;

- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию материальных ценностей, документации.

За невыполнение требований по вопросам предупреждения ЧС, защиты персонала и материальных ценностей от ЧС работники отдела могут привлекаться к материальной и административной ответственности.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела «социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы, включающие нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны, график работы и отдыха. Выявлены вредные и опасные факторы воздействия на работающего в помещении на ПЭВМ человека:

1. Отклонение показателей микроклимата,
2. Превышение уровня шума,

3. Отсутствие или недостаток естественного света,
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны,
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека,
6. Монотонный режим работы,
7. Опасность пожара.

Также был разработан пункт о безопасности при возникновении ЧС, а именно возникновение пожара, получение ожогов и поражение электрическим током и даны рекомендации по предотвращению и устранению всех рассмотренных в данном разделе негативных воздействий на человека при выполнении выпускной квалификационной работы.

Помимо вышеперечисленного было выявлено, что работа над данным исследованием оказывает вредное воздействие на литосферу, заключающееся в накоплении отходов. Охарактеризован класс отходов, описаны рекомендации по переработке.

Заключение

В процессе работы проводилось исследование уровня режима подземных вод нижнего течения реки Тобол, основанное на данных мониторинга, предоставленных филиалом Федерального государственного бюджетного учреждения «Гидроспецгеология» Уральского федерального округа, данных фондов и государственных архивов. Были описаны природные условия района исследования, изучено геологическое и гидрогеологическое строение района исследования, описаны особенности использования подземных вод на территории исследования, охарактеризован фактический материал, использованный в исследовании и получены следующие выводы:

- колебания уровней артезианских вод практически повторяют колебания уровней грунтовых вод, что подтверждает хорошую гидравлическую взаимосвязь между водоносными горизонтами и водами поверхностных водотоков

- территория исследования расположена в области сезонного весеннего питания, соответственно этому сезону в годовом ходе уровней грунтовых и артезианских вод отмечаются подъемы, сменяемые спадами

- на основе анализа сезонных изменений уровней подземных вод за 2015-2017 гг. по сравнению со среднемноголетними сезонными значениями выявлено, что в водоносных горизонтах, приуроченных к олигоценовым отложениям, наблюдается понижение уровней в среднем на 0,47 м; в водоносных горизонтах, приуроченных к нижнеэоценовым образованиям наблюдается повышение уровней в среднем на 0,35 м; водоносные горизонты, приуроченные к четвертичным образованиям, показали не столь однозначные результаты – в двух скважинах наблюдается повышение в среднем на 0,3 м, еще в одной – понижение на 0,2 м.

В качестве рекомендаций была обоснована необходимость мониторинга соотношений уровней подземных вод различных горизонтов. Также, при проведении анализа химических элементов, кроме наблюдения за компонентами урана, необходимо уделять пристальное внимание таким характеристикам среды, как окислительно-восстановительный потенциал Eh и водородный показатель pH.

Список литературы

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://gmvo.skniivh.ru/signup/>
2. Автоматизированная Информационная Система Обработки Режимной Информации (АИСОРИ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/it/178-aisori/>
3. Альтовский М.Е., Коноплянцев А.А. Методическое руководство по изучению режима подземных вод [Текст] / М.Е. Альтовский, А.А. Коноплянцев - М.: Госгеолтехиздат, 1954
4. Балобаненко А.А. Колебания уровней подземных вод четвертичных отложений в южной и юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна [Текст] / А.А. Балобаненко // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, - 2012. - С. 427-428.
5. Балобаненко А.А. Закономерности уровня режима подземных вод верхней гидродинамической зоны юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / А.А. Балобаненко // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, - 2013. - С. 415-416.
6. Биндеман Н.Н., Бобрышев А.Т., Бочеввер Ф.М. Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения [Текст] / Н.Н. Биндеман, А.Т. Бобрышев, Ф.М. Бочеввер - М., Недра, 1969, 328 с.
7. Биндеман Н.Н. Влияние метеорологических факторов на режим подземных вод.-В кн. Режим подземных вод [Текст] / Н.Н. Биндеман - М., ГОНТИ, 1938, с 8-39.

8. Водные ресурсы Курганской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tfi45.ru/>

9. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vsegei.ru/>

10. Гавич И.К., Ковалевский В.С., Язвин Л.С. и др. Основы гидрогеологии. Гидрогеодинамика. [Текст] / И.К. Гавич, В.С. Ковалевский, Л.С. Язвин - Новосибирск, Наука, 1983, 238 с.

11. Геология СССР, том 12 Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Ч. 1 Геологическое описание [Текст] / под ред. К.К. Золоева, А.А. Королькова, В.А. Перваго, А.В. Сидоренко – М.: Недра, 1970, 724 с.

12. Гидрогеология СССР. Том 14. Урал [Текст] / под ред. В.Ф. Прейса – М., Недра, 1972, 648 с.

13. Гидрогеология СССР. Том 16. Западно-Сибирская равнина (Тюменская область, Омская область, Новосибирская область, Томская область) [Текст] / под ред. В.А. Нуднера – М., Недра, 1970, 368 с.

14. Гидрогеология СССР. Сводный том в пяти выпусках. Выпуск 1. Основные закономерности распространения подземных вод на территории СССР [Текст] / под ред. Н.В. Роговской – М., Недра, 1970, 656 с.

15. Дюнин В.И., Корзун В.И. Гидрогеодинамика нефтегазоносных бассейнов [Текст] / В.И. Дюнин, В.И. Корун – М.: Научный мир, 2005, 524 с.

16. Дубах А. Гидрогеология болот [Текст] / А. Дубах // 4 Гидрологическая конференция Балтийских стран, 1933

17. Захаров В. Гидрогеология Эриванской низменности / В. Захаров // Материалы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, вып. 8, 1931

18. Ильин В.С. Грунтовые воды [Текст] / В.С. Ильин -БСЭ, 1-е изд., 1930, т.19. М., с. 642-644.

19. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Уральского федерального округа Российской Федерации за 2018 год [Текст] - ФГБУ «Гидроспецгеология», филиал «Уральский региональный центр ГМСН», 2019

20. Информационный сайт о состоянии недр РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geomonitoring.ru/>

21. Каменский Г.Н., Толстихина М.М., Толстихин Н.И. Гидрогеология СССР [Текст] / Г.Н. Каменский, М.М. Толстихина, Н.И. Толстихин – М., Госгеолтехиздат, 1959, 368 с.

22. Каменский Г.Н. Гидродинамические принципы изучения режима грунтовых вод [Текст] / Г.Н. Каменский -«Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии», 1953, с. 4-13.

23. Каменский Г.Н., Биндеман Н.Н., Вевировская М.А., Альтовский М.Е. Режим подземных вод [Текст] / Г.Н. Каменский, Н.Н. Биндеман, М.А. Вевировская, М.Е. Альтовский - М., Изд-во ВОДГЕО, 1938 – 192 с.

24. Кейльгак К. Подземные воды [Текст] / К. Кейльгак – М., 1935

25. Кене В. Учение о грунтовых водах [Текст] / В. Кене – М., Госстройиздат, 1932. - 196 с.

26. Кирюхин В.А. Региональная гидрогеология [Текст] / В.А. Кирюхин – СПб, 2005, 344 с.

27. Киселев П.А. Исследование баланса грунтовых вод по колебаниям их уровня [Текст] / П.А. Киселев - Минск, изд-во АН БССР, 1961. 202 с.
28. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование [Текст] / Я.М. Кисляков, В.Н. Щеточкин – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000 – 608 с.
29. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду [Текст] / В.С. Ковалевский - М., Наука, 1994 – 138 с.
30. Ковалевский В.С. Исследования режима подземных вод в связи с их эксплуатацией [Текст] / В.С. Ковалевский - М., Недра, 1986 – 198 с.
31. Ковалевский В.С. Классификационная схема естественного режима грунтовых вод [Текст] / В.С. Ковалевский - «Разведка и охрана недр», 1959, №9, с.35-41.
32. Ковалевский В.С. Методы оценки размеров питания подземных вод по одиночным скважинам [Текст] / В.С. Ковалевский – В кн.: Вопросы изучения и анализа режима подземных вод. Вып. 2. М., 1967 с. 22-23.
33. Ковалевский В.С. Методическое руководство по изучению режима подземных вод в районах водозаборов [Текст] / В.С. Ковалевский - М., ВСЕГИНГЕО, 1968, 197 с.
34. Ковалевский В.С. Условия формирования и прогнозы естественного режима подземных вод [Текст] / В.С. Ковалевский - М., Недра, 1973 – 152 с.
35. Коноплянцев А.А., Ковалевский В.С., Семенов С.М. Естественный режим подземных вод и его закономерности [Текст] / В.С. Ковалевский, А.А. Коноплянцев, С.М. Семенов - «Труды ВСЕГИНГЕО», 1963, №2, 231 с.

36. Коноплянцев А.А., Семенов С.М. Прогноз и картирование режима грунтовых вод [Текст] / А.А. Коноплянцев, С.М. Семенов - М., Недра, 1974. 216 с.

37. Коноплянцев А.А. Некоторые вопросы изучения режима подземных вод на территории СССР [Текст] / А.А. Коноплянцев - «Вопросы изучения и прогноза режима подземных вод», 1964, №10, с. 5-17.

38. Кринов Д.И., Салтыков А.С. Сопоставление характера минерализации урановых месторождений постмелового возраста на территории РФ и сопредельных регионов [Текст] / Д.И. Кринов, А.С. Салтыков, Ю.В. Азарова, А.В. Кузнецов // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского – Изд-во ПГНИУ, №15, 2012, с. 45-50.

39. Ланге О.К. О зональном распределении грунтовых вод на территории СССР [Текст] / О.К. Ланге - «Материалы к познанию геологического строения СССР», 1947, вып. 8(12), с. 28-42.

40. Лебедев А.В. Прогноз изменения уровня грунтовых вод на орошаемых территориях [Текст] / А.В. Лебедев - М., Госгеотехиздат, 1957, 176 с.

41. Лебедев А.В. Опыт статистической обработки результатов многолетнего наблюдения за режимом грунтовых вод [Текст] / А.В. Лебедев – «Вопросы изучения и прогноза режима подземных вод. Новая серия», 1964, №10, с.64-73.

42. Лебедев А.В., Ярцева Е.Н. Оценка питания и баланса грунтовых вод [Текст] / А.В. Лебедев, Е.Н. Ярцева - М., «Недра», 1967, 172 с.

43. Науменко Н.И., Завьялова О.Г., Акимова Т.Г. и др. География Курганской области: краеведческое пособие [Текст] / Н.И. Науменко, Т.Г. Акимова и др. - Курган, Изд-во КГУ, 2019 – 276 с.

44. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 09. Пермская, Свердловская, Челябинская, Курганская области [Текст]. С-П Гидрометеиздат. 1990 – 557 с.

45. Отоцкий П.В. Схема залегания грунтовых вод на равнине Европейской России [Текст]. / П.В. Отоцкий - Приложение к книге К. Кейльгак «Подземные воды». СПб, 1914, 48 с.

46. Отчет по экологической безопасности за 2018 год АО «Далур» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dalur.armz.ru/ru/sotsialnaya-otvetstvennost/okhrana-truda-promyshlennaya-i-ekologicheskaya-bezopasnost>

47. Плотников Н.И. Эксплуатационная разведка подземных вод [Текст] / Н.И. Плотников -М., Недра, 1973

48. Попов В.Н. Организация и производство наблюдений за режимом подземных вод (инструктивные указания) [Текст] / В. Н. Попов - М., Госгеолтехиздат. 1955, 198 с.

49. Порывкин Н. Режим грунтовых вод на пойме р. Волхова / Н. Порывкин //Материалы по исследованию реки Волхова и его бассейна, 1927

50. Природные ресурсы и охрана окружающей среды Курганской области в 2011 году. Доклад [Текст] / В.А. Банников, З.А. Неволлина, П.Н. Федотов и др. – Курган, 2012 – 224 с.

51. Природные условия и естественный ресурсы СССР. Западная Сибирь [Текст] / под ред. Г.Д. Рихтера – М., Изд-во АН СССР, 1963, 488 с.

52. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Том 11. Средний Урал и Приуралье. Выпуск 2. Тобол [Текст] / под ред. В. В. Николаенко – М., Гидрометеорологическое издательство, 1965 – 240 с.

53. Саблина А.С., Халус Л.А.. Использование подземных вод Шадринского района Курганской области [Текст] / А.С. Саблина, Л.А. Халус – Изд-во КГСХА, 2015, с. 28-30.

54. Савичев О.Г. Условия изменения уровней подземных вод верхней гидродинамической зоны на территории Томской области [Текст] / Савичев О.Г., Льготин В.А., Моисеева Ю.А. // Геология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2018, №6, с. 31-40.

55. Семенов С.М. Вероятностно-статистические закономерности колебания уровня подземных вод [Текст] / С.М. Семенов - В кн.: Материалы зонального совещания по гидрогеологии и инженерной геологии. Минск, 1972, с. 231-232.

56. Соколовский Л.Г., Поляков В.А., Голубкова Е.В. Особенности формирования режима подземных вод эксплуатируемых водоносных горизонтов территории ЦФО [Текст] / Л.Г. Соколовский, В.А. Поляков, Е.В. Голубкова // Разведка и охрана недр – М., Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского, 2007, с 40-44.

57. Справочное руководство гидрогеолога, том 1 [Текст] / В.М. Максимов, В.Д. Бабушкин, Н.Н. Веригин и др. – Л., Недра, 1979, 512 с.

58. Троянский С. Гидрогеологические очерки Турции / С. Троянский // Гидрогеология и инженерная геология, сборник статей №2, ОНТИ, 1936

59. Уральский региональный центр государственного мониторинга состояния недр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gmsn-ural.ru/>

Список использованных нормативных документов

1. ГОСТ 12.0.003-2015 Межгосударственный стандарт. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
2. ГОСТ 12.1.003-2014 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
3. ГОСТ 12.1.004-91 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
4. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
5. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)
6. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений
7. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
8. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года)
10. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

11. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

12. Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ

13. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 27 декабря 2018 года)

14. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)

15. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003

16. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)

17. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)

18. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003

Приложение А
(справочное)

Measuring groundwater level

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Гусев Глеб Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Дутова Е.М.	д.г.-м.н.		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Болсуновская Л. М.	к.ф.н.		

Introduction

The study of groundwater levels has always been relevant. This paper is mainly focused on interactions between different aquifers and its possible consequences.

The main objective of this work is to study groundwater levels in an area of Tobol river's lower stream.

The work relevance: studying of the groundwater levels leads to understanding of how different aquifers interact between themselves. This can help to prevent unwanted effects on water quality in case of «Dalmatovskoe» uranium field exploitation, which is located in the research area.

The work objectives are:

1. describing environmental conditions of the research area;
2. studying of the geological and hydrogeological conditions of the research area;
3. the consideration of groundwater use in the research area;
4. characteristic of an actual data used in the study;
5. the consideration of groundwater levels data;
6. determination of precipitation effect on groundwater levels;
7. determination of hydrological regime effect on groundwater levels;
8. evaluation of interactions between different aquifers;
9. summarizing conclusions and recommendations

The obtained data can be used as a recommendation for regional groundwater monitoring systems.

Groundwater is a critical source of fresh water throughout the world. Comprehensive statistics on groundwater abstraction and use are on available, but it is estimated that more than 1,5 billion people worldwide rely on ground-water for potable water (Clarke et al., 1996). Other that water storied in icecaps and

glaciers, groundwater accounts for approximately 97% of fresh water on Earth (Nace, 1967; Shiklomanov and Rodda, 2003).

At the start of the 21 century the demand for clean potable water is increasing at a greater rate due in part to a growing population. Additionally, societies are being forced to evaluate impacts on current and future water supplies as a result of energy and mineral development and climate changes.

An aquifer is a saturated geologic material that yields water in sufficient quantity to be economically useful. To be considered an aquifer, a geologic material must contain pores or open spaces (both of which often are called interstices) that are filled with water, and the interstices must be sufficiently connected (permeable) to transmit water toward a well in a useful rate.

Both the size of pores and the total number of pores in a geologic material can vary, depending on the types of sediment or rock and the geologic and chemical histories of the geologic formation. Individual pores in fine-grained sediment (such as clay) are extremely small, but the combined volume of the pores can be unusually large. The total pore volume (porosity) of recently deposited clay, for example, might exceed 60% (Kasenow 2002). Subsequent compaction of clay reduces the pore space considerably. In contrast, the porosity of a typical unconsolidated sand unit might be approximately 25%.

Although clay has a large water-holding capacity, water cannot move readily through its small open spaces because the pores are not well connected. This means that a clay unit under normal conditions does not yield significant quantities of water to wells, and therefore it is not an aquifer even though it might be water saturated. Clays that are in the process of compacting sometimes can yield useable quantities of water for a short time. Although the compaction of fine-grained sediments might yield water temporarily, the compaction largely is irreversible and can lead to subsidence of the land surface.

Geologic units that do yield some water but which usually do not produce enough to meet even modest demands are called aquitards. In reality, almost all geologic materials yield some water, and therefore are classified as either aquifers or aquitards. The term “aquifuge” generally refers to a geologic material which contains no interconnected opening or interstices, and which therefore neither absorbs nor transmits water (Bates & Jackson 1984). “Aquiclude” is another term that can be replaced by the word “aquitard”. Research associated with nuclear waste disposal has shown that most geologic material have some permeability (connection of pores) even if the value is extremely low.

In locations where there are no identified aquifers (in granites, for example) a geologic unit producing small quantities of water might be called an aquifer, whereas the same geologic unit in an area of abundant groundwater would be classified as an aquitard – this illustrates the ambiguity of the term “aquifer”.

Another term frequently used is “water bearing”, and it is preferred in some instances because there is no connotation regarding the volume of water that might be yielded by the geologic unit. To some people, the term “aquifer” evokes an image of flowing wells that discharge hundreds of liters of water per minute.

Generally, water can exist in aquifers under two different pressure conditions. Where the upper surface of the phreatic zone is free to rise and decline, the water in such aquifers is unconfined. Unconfined aquifers also are referenced as water-table aquifers. The pressure measured at the water table is atmospheric or zero-gauge pressure.

Groundwater also can occur under confined conditions. Confined groundwater is isolated from the atmosphere by geologic materials of low permeability (aquitard), and the confined aquifer generally is subject to pressures that are higher than atmospheric pressure. Unconfined conditions exist, however, in recharge areas for confined aquifers. Figure 1 illustrates unconfined and confined groundwater conditions.

Confined aquifers also are referred to as artesian aquifers, because the elevation of the water level in the aquifer is greater than the bottom of the confining unit. If the pressure in the confined aquifer is sufficient that the water-level elevation in a well is greater than the land surface, then the well is called a flowing artesian well.

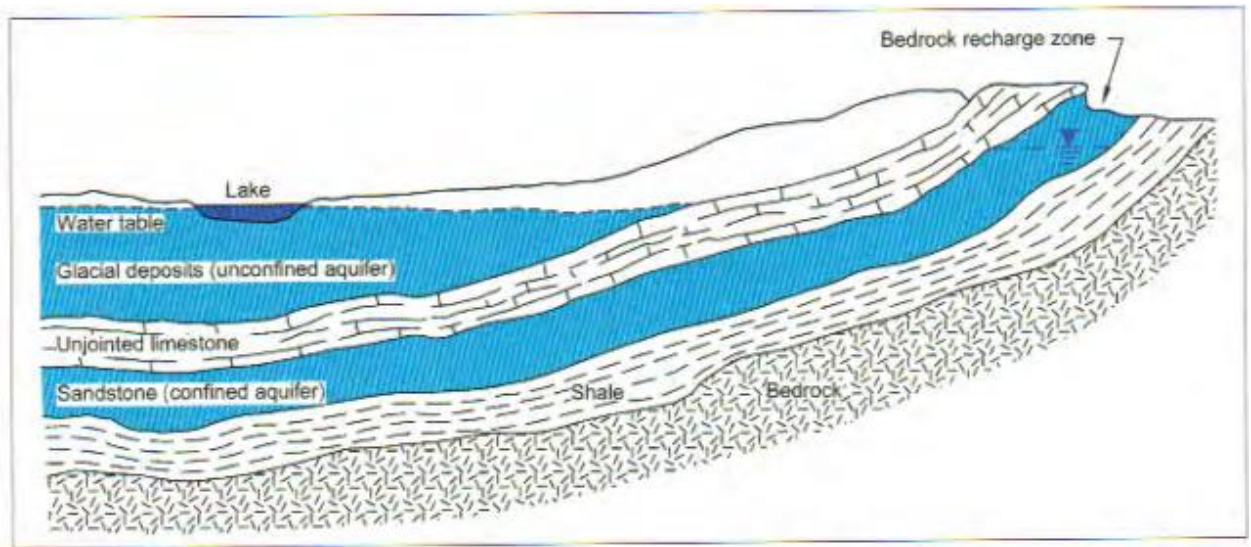


Figure 1 – Different groundwater conditions [1]

To understand how groundwater moves, it is necessary to examine the forms of energy contained in groundwater. The total energy in a water mass consists of three components: pressure head, velocity head, and elevation head (energy derived from the elevation of the water body). The sum of these energy heads (H) is expressed by the Bernoulli equation presented below.

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + z$$

Where:

P = pressure;

γ = specific weight of water;

V = velocity of flow;

g = the acceleration of gravity; and

z = elevation above a certain datum.

Movement of groundwater takes place whenever a difference in total head exists between two points. This process is also known as groundwater flow. Thus, water moves from locations of high total head to locations of low total head. Water in confined aquifers can move from low-pressure areas to high-pressure areas. During its movement, the potential energy (head) is transformed into pressure energy. Then the potential energy is lower – but the pressure energy is higher. Total potential at the end is less than at the beginning.

Two basic types of flow occur in groundwater – laminar and turbulent – and one type always is more prevalent than the other. Experiments have shown that velocity determines which one of these flow regimes is present under a given field condition. Usually, water moves so slowly through the ground that laminar flow takes place. In this condition the water particles tend to flow in ribbon-like patterns through the pore openings, although water moving in the center of the pores does move faster than the water that is closer to the walls. There is no intermixing of individual water layers. Occasionally, turbulent flow occurs near wells and other points where relatively large volumes of water must converge through constricted openings. In turbulent flow, individual water particles intermix and follow irregular paths through the pores.

Laminar flow is dominant at very low velocities but, at some point (at a Reynolds number of approximately 10), as velocity increases, turbulent flow begins. The Reynolds number is a dimensionless number that is a ratio of inertial forces to viscous forces. For groundwater flow, the Reynolds number relates the characteristic dimension of the flow space and the velocity, density, and viscosity of a moving fluid to determine whether laminar or turbulent flow exists (McWhorter & Sunada, 1977).

Henry Darcy, a French engineer, while attempting to estimate the volume of water that would flow through sand filters, conducted a series of experiments using a vertical pipe filled with sand (Darcy 1856). Darcy learned that the rate of flow through a column of saturated sand is proportional to the difference in hydraulic head at the ends of the column and is inversely proportional to the length of the column. The constant of proportionality that Darcy found that linked the parameters is hydraulic conductivity (K). This now is known as Darcy's law and is the basic equation describing the flow of groundwater.

$$\frac{Q}{A} = q = -K \frac{(h_1 - h_2)}{L}$$

Where:

Q = Flow rate (L³/time);

A = Cross-sectional area perpendicular to groundwater flow (L²);

q = the volumetric flow rate perpendicular to the direction of groundwater flow (L/t) (specific discharge or Darcy flux velocity);

h₁-h₂ = the difference in hydraulic head (L);

L = the distance along the flow path between the point where h₁ and h₂ are measured;

K – the hydraulic conductivity (L/t).

History of groundwater studies

The importance of groundwater has been studied scientifically for decades. Darcy (1856) first studied motion of water through a geological medium. Later similar type of works was done by Chamberlain (1885), Slitcher (1899), and King (1899). During earlier periods well-documented works on geohydrology (Meinzer

1923) and study of change in groundwater storage over time (Meinzer and Steams 1928; Meinzer 1932) were also carried out in detail. Additional contribution to groundwater flow and movement were put forth by Hubbert (1940) and Jacob (1940). Simultaneously research in water chemistry has attained its momentum (Piper 1944; Stiff 1950; Chebotarev 1955; Hem 1959; Back 1960; Garrels and Christ 1965). Further, advancements of studies in groundwater were done by advent of computers using numerical modelling and integrated approaches.

Management of groundwater rules a better understanding of characterisation of aquifer system, fluctuation in groundwater level, flow and recharge mechanisms. Importance of hydrogeology was well documented by Vendie Chow (1964). Later detailed works on groundwater assessment, evaluation and management in relation to hydrology and water resources engineering were initiated by several authors (Walton 1970; USDI 1975; Todd 1980; Matthan 1982; Prince 1985; Gars Kumar 1987; Karanth 1987; Ramesham 1987; Ward and Robinson 1989 and Ragunath 1990). Hall and Heath (1984) have carried out significant studies in the field of urban and basic groundwater hydrology. Hydrogeological studies and targeting of groundwater gained importance in later stages (Altovsky 1959; Brown and others 1972; Mishra and others 1986; Lawrence and Balasubramanian 1994; Howard and others 1996; Nour 1996; and Pulido Bosch and others 1997).

Groundwater studies are related to various sciences mainly geology, hydrology, soils sciences and hydrodynamics. Also known as blue gold, groundwater is the biggest water resource on Earth. Actual volume is estimated to range from 7 million km³ (Nace 1969)[2] to 23.4 million km³ (Korzun 1978)[3], not including polar glaciers and permanent snow (UNESCO-WWAP 2003). Foster et al. (1997)[4] and Burke and Moench (2000) estimated that more than 1.2 billion urban people worldwide rely on groundwater with 70% of the European Union piped water supply, rural livelihood in sub-saharan Africa and the green agriculture revolution success in Asia (UNESCO-WWAP 2003, p.78) also based on it.

Science of Groundwater, hydrogeology, is considered as a young field of study, as stated by Aureli in the preface of Foster and Loucks (2006) and like all sciences, is still evolving with rapid progress because of the frequent occurrence of major droughts in the past decades and the process of population increasing, which has naturally increased the demand of water in the world. [5]

Measuring drawdown in wells

Drawdown measurements should be made in both the pumping well and appropriately placed observation wells or piezometers. The accuracy of water-level data taken from the pumping well usually is less reliable due to turbulence created by the pump and also because of well losses. The resulting water-level drawdowns usually are not representative of drawdown in the aquifer. As such, at least one observation well should be used when practicable. Observation wells should be of sufficient diameter to allow accurate and rapid measurement of water levels. Examples include from 25 to 50 mm diameter wells. Many transducers can be placed in 25 mm casings. Small-diameter wells are the best, because the volume of water contained in a large-diameter observation well can cause a time lag in drawdown changes. Using large-diameter production wells as observation wells should be avoided, and the data collected from such wells should be evaluated with care.

The appropriate number of observation wells to be used depends upon the amount of information desired. The data obtained by measuring the drawdown at a single observation well enables calculation of the average hydraulic conductivity, transmissivity, and storage coefficient of the aquifer. If two or more observation wells are placed at different distances, then the test data can be analyzed using both the time-drawdown and distance-drawdown relationships. If possible, observation wells should be located at logarithmically spaced distances from the pumping well. Observation wells placed radially from the pumping well should indicate directional differences in drawdown that results from differences in transmissivity.

Before beginning the aquifer test, a complete program for depth-to-water measurements should be established. It is not necessary to make the measurements in all the wells simultaneously. Watchers and transducers (or data loggers) that are used for timing the measurements, however, should be synchronized so that the time of each reading can be referenced to the time that pumping is started.

Previously, water levels generally were measured using a marked tape. Although this methodology is acceptable there are other, more efficient, techniques. One of the most common tools used to measure water levels is an electric water-level sounder (or meter). The water-level meter uses a probe attached to a permanently marked polyethylene tape fitted on a reel, and is powered by a battery. The probe at the bottom of the tape incorporates an insulating gap between electrodes. When the contact is made with the water the circuit is completed, activating a sound or a light. The water level is then determined by taking a reading directly from the tape at the top of the well casing or borehole.

An air line also can be used to measure water levels in a well. An air line works on the principle that the air pressure required to push all the water out of the submerged portion of the tube equals the water pressure of a water column of the same height.

Advances in microchip technology have enabled the development of pressure transducers combined with data loggers that can be placed in the pumping or observation wells. These automatic data loggers can be programmed to record water levels over a wide variety of time intervals. The water-level data then can be downloaded from the data logger to a computer for analysis.

Prior to conducting an aquifer test, background water-level trends should be recorded, at least for several days and preferably for a week. Background water-level trends then can be used to adjust the measured water levels taken during the test so that water-level changes induced by the pumping can be analyzed. It is also

important to have a “background” well in which water levels can be measured before, during, and after the test to assess any trends in water levels that are unrelated to the aquifer test. The background well should be located in the same hydrostratigraphic unit as the pumping well, but be sufficiently distant so that water levels are not impacted by pumping.

During an aquifer test, water levels in the pumping well and observation wells must be measured multiple times and with an accuracy of at least 0,3 cm. Water-level measurements should be made within brief intervals during the first few hours of the beginning of the test because water levels decline rapidly. As the test continues, the time intervals between measurements can be lengthened. The actual number of measurements that can be taken depends upon the number of available personnel and measuring devices. If electronic data loggers are used then reading can be made more frequently because data storage generally is not an issue. Water levels in wells that are equipped with transducers periodically should be checked manually (for example, with a water-level meter) in case a failure of the transducer has occurred.

Where turbulence is a problem in a pumping well, a transducer provides a better means to measure drawdown, especially if the transducer is located in an access pipe that is inserted into the well.

Early test data are extremely important, and as much information as possible should be obtained in the first 10 min of pumping for every observation well that is located near the pumping well, because at the cone of depression moves outward from the well it might encounter heterogeneities which cause either acceleration or deceleration of drawdown with increasing time. Any unusual event (for example, the pump stopping, the weather changing, a train passing) should be noted on a water-level measurement form, along with the time the event occurred.

Ideally, aquifer tests should be continued until equilibrium is reached; that is, until the cone of depression stabilizes. In practice, however, this rarely is

possible. In confined aquifers, the cone of depression spreads rapidly because drainage (dewatering) does not take place, only a pressure reduction is occurring outward from the well. Thus, a maximum of 24 hours usually is sufficient to run an aquifer test in a confined aquifer. To obtain sufficient information for unconfined aquifers, 72 hours period usually is required to dewater the materials within the cone of depression because of the slow downward percolation of water in many stratified deposits. This process is known as “delayed yield”. The duration of the test can be reduced if equilibrium conditions are established before 24 hours period (for a confined aquifer) or 72 hours period (for an unconfined aquifer) have elapsed.

It is recommended that preliminary drawdown data be plotted during the course of the aquifer test. Anomalies in the data should become apparent and necessary adjustments can be made so that the subsequent data are more useful. Plotting the data also indicates when equilibrium conditions have been reached. In this case, the pumping portion of the test can be shortened without losing necessary data.

Measuring groundwater level

The main objective of water-level measuring is the definition of the hydraulic head surface. In many occasions this is well represented by the water table level. The classic method of measuring water levels involves the use of marked tape. To use this method, you should first apply marks to the first few metres of a metal tape. With a weight attached, tape is lowered into the well. By listening carefully, you can actually hear when the weight reaches the water in the well (there is an audible alarm or a signal light in case of electric devices). After that, the tape should be lowered another few centimeters to make sure that water marks the lower portion of the marked tape. The tape is then held against a measuring or reference point at the top of the well casing and the distance from the

end of the tape to the measuring point is recorded. This measurement is identified with the letter A.

In order to obtain the depth to water, you should first record the highest wetted point on the tape; this is value B. By subtraction of the value B from value A, you obtain the depth to the water in the well relative to the measuring point location where the value A was obtained. The elevation of the water level in the well is now can be calculated by subtraction of the depth to water from the elevation of the reference point at the top of the casing where the measurement A was taken. Water-level accuracies within a millimeter can be achieved using this classical approach.

This can also be done with an electric tape. The electric tape consists of a role of paired wires connected at one end to a pair of electrodes and at the other end to a power source and a signal light or audible alarm. The distance from the end of the electrode is recorded on the tape with markings similar to a standard steel tape. The electrodes at the end of the tape are separated from one another by a short distance. When in air, these electrodes do not record the very low air conductivity between them. When they are immersed in water, the connection between the two electrodes is complete, current moves between and through the electrodes and therefore between the paired wires. The completion of the circuit either illuminates the light or sounds the alarm.

To measure water levels with and electric tape, you should lower the paired set of electrodes into the well until either the illuminated light or the audible alarm signals that the probe has encountered the water. The depth to water is determined by recording the distance from the tip of the electrodes to the point on the electric tape that is adjacent to the well casing elevation reference point. You can then proceed as in the case of the marked tape method.

Recent advances in electronics have resulted in an ability to record water levels continuously or automatically at specified time intervals. The general

concept is to use a pressure transducer. This device changes mechanical energy, in this case deformation of a mechanical device due to pressure, to electrical energy. The transducer is located below the water table at a specified depth in the well relative to the measuring point. The pressure at that depth is determined by the transducer and the information is communicated to a recording device on the surface, which is generally, but not always, located near the well. From the pressure measurement it is possible to compute the height of the column of water above the transducer by using the relationship $p = \rho gh$, where p is the pressure relative to atmospheric, ρ is the fluid density, g is the gravitational acceleration, and h is the height of the water column above the transducer. From this information the depth to the water-level surface in the well, and therefore the water-level surface elevation, is easily calculated.

Another important kind of measurement is solute concentration measurements. An essential element of modern contaminant groundwater hydrology is the accurate determination of groundwater quality. In obtaining groundwater samples, one must be sensitive as to how well the sample represents the resident groundwater. Particularly in the case of measuring volatile organic contaminants, such as trichloroethylene, it is very important to obtain a sample of resident aquifer water rather than standing water in the monitoring well. To achieve this, one must remove the standing water in the well and induce water resident in the adjacent soil formation to enter the well. This is usually achieved by removing three to ten well-bore volumes of water from the well before a sample is collected. In estimating the volume of water required to evacuate a well casing, one should take into account that water is entering the well from the formation at the same time as it is being removed from the well. Thus the higher the hydraulic conductivity of the soil adjacent to the well screen, the more water that must be removed before one is certain that only a formation water is being tested.

The water sample may be collected using either a bailer or a pump. The bailer is generally, a hollow tube with a valve on the bottom that is lowered into

the well until it resides at the desired elevation below the water surface. It is then removed. A valve at the bottom of the bailer is designed such that the water resident in the bailer at the specified depth is not allowed to exit through the bottom of the bailer as it is removed. Thus the water retrieved at the surface from the bailer is indicative of the water at the desired elevation.

The advantage of using a bailer is its portability and simplicity in field application. One disadvantage is that it is not practical for removing large volumes of water, such as might be required in evacuating a well casing. A second disadvantage is that one may lose volatile organic compounds through evaporation when transferring the water sample from the bailer to the sample bottle.

An alternative strategy is to use some form of pump. Among the various pump designs, the suction-lift and submersible pumps are the most commonly encountered. The suction-lift pump generates a negative pressure, relative to atmospheric, in a pipe that resides, in part, beneath the water surface in the well. Under these circumstances, atmospheric pressure forces water through the pipe to the surface. The readily available and inexpensive pumps have the advantage that they are relatively portable. The main disadvantages of the suction pump are that it can be used only for water levels within about 5 metres of the ground surface and, since a negative pressure is involved, some dissolved gases will be lost.

The submersible pump, in contrast, pushes water to the surface using a down-hole rotor and stator configuration. It has the advantages of being able to pump from greater depths and to retain a positive pressure on the water sample. The primary disadvantage of this approach is that most submersible pumps do not come in small diameters and therefore cannot be used in small-diameter wells. Most submersible pumps are too large, for example, to be used in the commonly encountered 5 centimetres diameter monitoring well.

Several visual formats exist for presenting groundwater concentrations. The most common is the contour diagram representing concentration. Although

concentrations do not form a smooth surface, groundwater professionals often prefer to represent concentrations using a contour map. The resulting contours can often provide a helpful picture of the contaminant distribution.

List of references

- [1] Sterett I., Robert J., 2007, Groundwater and wells – 3rd ed.,
- [2] Nace, R. L., 1969, World water inventory and control, in Water, Earth, and Man, edited by R. J. Chorley, pp. 31–42, Methuen, London, U. K.
- [3] Korzun, V. I., 1978, World Water Balance and Water Resources of the Earth, vol. 25, 663 pp., U. N. Educ., Sci. and Cult. Organ., Paris.
- [4] Foster S.D.D., Lawrence A.R., Morris B.L., 1997, Groundwater in Urban Development: Assessing Management Needs and Formulating Policy Strategies. World Bank Technical Paper 390, New York
- [5] Burke, J.J. and Moench M.H., 2000, Groundwater and society: resources, tensions and opportunities. United Nations Publication ST/ESA/205