

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

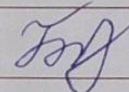
Инженерная школа природных ресурсов
 Отделение геологии
 Специальность: 21.05.02 Прикладная геология
 Профиль: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

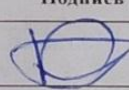
Тема проекта
Гидрогеологические условия руслового водозабора г.Семей и проект исследований для увеличения водоотбора (г.Семей, Республика Казахстан)

УДК 628.11:556.3(574.4)

Студент

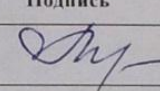
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Бектемиров Виталий Гарифуллаевич		29.05.19

Руководитель ВКР

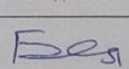
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г. - м.н.		29.05.2019

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

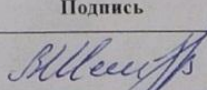
По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н.		24.05.19

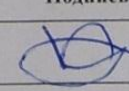
По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е.В.	к.т.н.		24.05.19

По разделу «Буровые работы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шестеров В.П.			23.05.19

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г. - м.н.		29.05.2019

*Планируемые результаты освоения ООП
21.05.02 «Прикладная геология»*

Код	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по специальности подготовки (универсальные)		
P1	Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 3, 4, 6, 8, ОПК-5, 7, 8, ПК-1, 12, 14), СУОС ТПУ (УК 1,5), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ- 3 а, с, h, j)
P2	Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 5, 8, ОПК -3, 4, 5, 6, 9, ПК- 2, 5-11, 16-20, ПСК-1.1, 1.2., 1.4., 1.6, 2.5., 2.6., 3.5., 3.8., 3.9), СУОС ТПУ (УК- 2, 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3е,k)
P3	Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, 8, ОПК-1, 2, 3, 4, 8, ПК-13, 16, ПСК-1.2.), СУОС ТПУ (УК-3, 4, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3g)
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, 7, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6), СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3d)
P5	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам профессиональной этики и правилам ведения комплексной инженерной деятельности в области прикладной геологии.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОПК-3, 5, 6, ПК-2, 13, 14, 16, ПСК-1.2, 2.2., 3.6), СУОС ТПУ (УК- 5) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3d)
P6	Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития.	Требования ФГОС ВО (ОК-2, 4, 5, 9, 10; ОПК-3, 5, 9, ПК-7, 8; 18, 20) СУОС ТПУ (УК-5, 8) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, Критерий АВЕТ-3с,h,j)
P7	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 4, 7, 9, ОПК-5), СУОС ТПУ (УК-6)

	<i>самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.</i>	Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3i)
Профили (профессиональные компетенции)		
P8	Ставить и решать задачи <i>комплексного инженерного анализа</i> в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 2, 4, 5; ОПК-1, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, ПСК-1.1-1.6, ПСК-2.1-2.8, ПСК 3.1-3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b) требования профессиональных стандартов: 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P9	Выполнять <i>комплексные инженерные проекты</i> технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом <i>экономических, экологических, социальных и других ограничений.</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 6, ОПК-1, 2, 4, 8, ПК-1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19, 20, ПСК-1.1-1.6.; 2.1- 2.8., 3.1-3.9) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики(гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P10	Проводить исследования при решении <i>комплексных инженерных проблем</i> в области <i>прикладной геологии</i> , включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных.	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 6, ОПК-6,8, ПК-1, 2, 3, 4, 12-16, ПСК-1.3., 1.5., 2.3., 2.4., 2.6., 3.2., 3.3., 3.4.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , Критерий АВЕТ-3b,с) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P11	<i>Создавать, выбирать и применять</i> необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ	Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-2-11,16-20, ПСК-1.1-1.6., 2.1- 2.8., 3.1.-3.9)

	средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом <i>возможных</i> ограничений.	Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3е, h) требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов», ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий
P12	Демонстрировать компетенции, связанные с <i>особенностью</i> проблем, объектов и видов <i>комплексной инженерной деятельности</i>, не менее чем по одной из специализаций: • <i>Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых,</i> • <i>Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания,</i> • <i>Геология нефти и газа</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-3, 8, ОПК-4, 5, 6, ПК-1, 17-20, ПСК-1.1-1,6, 2.1-2,8; 3.1- 3.9.) Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, Критерий АВЕТ-3 а, с, h, j) Требования ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий»: 2114 Геологи, геофизики (гидрогеологи) 2146 Горные инженеры, металлурги и специалисты родственных им занятий требования профессиональных стандартов 19.021 «Специалист по промышленной геологии», 19.023 «Специалист по подсчету и управлению запасами углеводородов»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов

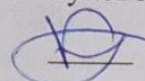
Отделение геологии

Специальность: 21.05.02 Прикладная геология

Профиль: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП



29.05.2019г. Кузеванов К.И.

(Подпись)

(Дата)

(ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Бектемирову Виталию Гарифуллаевичу

Тема проекта:

Гидрогеологические условия руслового водозабора г.Семей и проект исследований для увеличения водоотбора (г.Семей, Республика Казахстан)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	08.02.2019г. № 1018/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	В основу проекта заложить материалы гидрогеологических исследований по подсчету запасов подземных вод на о.Смычка. Исходные параметры для математической модели принять по результатам полевых исследований и данных из литературных источников по математическому моделированию. Использовать в работе данные рекогносцировочного обследования водозабора «Смычка», выполненного в рамках преддипломной практики.
--------------------------	--

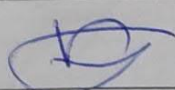
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	В общей части охарактеризовать геологическое строение и гидрогеологические условия района работ. В специальной части описать этапы освоения месторождения подземных вод «Смычка». Построить математическую модель для сравнения результатов с гидродинамическим и гидравлическим методами. В проектной части предусмотреть мероприятия по увеличению водоотбора в т.ч. буровые работы и опытно-фильтрационные. Рассмотреть вопросы социальной ответственности и финансового менеджмента.
Перечень графического материала	1. Геологическая карта района работ М1:200 000 2. Гидрогеологическая карта района работ М1:200 000 3. Гидрогеологическая карта участка работ М1:5 000 4. Результаты опытно-фильтрационных работ 5. План подсчета запасов М1:5 000 6. Результаты математического моделирования 7. Геолого-технический наряд на бурение гидрогеологической скважины глубиной 13 м.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

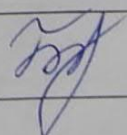
Раздел	Консультант
Буровые работы	Шестеров В.П.
Социальная ответственность	Белоев Е.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубникова Н.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.02.2019г.
--	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г. - м.н.		14.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Бектемиров Виталий Гарифуллаевич		14.02.19г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«БУРОВЫЕ РАБОТЫ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-213Б	Бектемирову Виталию Гарифуллаевичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

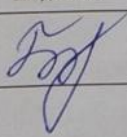
Исходные данные к разделу «Буровые работы»:	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Выбор и обоснование водоподъемных механизмов	Определяется тип и наименование насосного агрегата для устройства в скважине
2. Выбор и обоснование способа бурения	Способ бурения гидрогеологических скважин выбирается с учетом свойств, проходимых грунтов, назначения, глубины скважин и габаритов водоподъемного оборудования. В соответствии со способом бурения скважины осуществляется выбор буровой установки, приводится техническая характеристика установки.
3. Выбор и обоснование конструкции фильтра	Дается обоснование типа фильтра. Приводятся особенности его установки
4. Выбор конструкции скважины	В зависимости от глубины бурения, особенностей геологического разреза, и характера использования скважин производится выбор типовой конструкции скважины.
5. Выбор конструкции бурового снаряда	Формируется комплектация бурового снаряда применительно к заданным условиям
6. Разработка режима бурения скважины	Задаются параметры бурения
Перечень графического материала:	
Геолого-технический наряд на бурение гидрогеологической скважины глубиной 13 м	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.02.19г.
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шестеров В.П.			14.02.19г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-213Б	Бектемиров Виталий Гарифуллаевич		14.02.19г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2136	Бектемирову Виталию Гарифуллаевичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

Тема ВКР:

Гидрогеологические условия руслового водозабора г.Семей и
проект исследований для увеличения водоотбора (г.Семей, Республика Казахстан)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: Гидрогеологические условия руслового водозабора г.Семей и проект исследований для увеличения водоотбора. Область применения: Проект для подсчета запасов питьевых вод методом математического моделирования; бурение эксплуатационных скважин
--	---

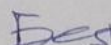
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при – компоновке рабочей зоны.	– Конституция РФ – ГОСТ 12.2.032-78 – ГОСТ 17.1.3.06-82 – ГОСТ 17.1.3.02-77 – ГОСТ 17.4.3.04-85 – НПБ 105-03 – ГОСТ Р 12.1.019-2017
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– отклонение показателей микроклимата – превышение уровня шума – отсутствие или недостаток естественного света – тяжесть физического труда – электромагнитные излучения – поражение электрическим током – воздействие химических веществ (хлор)
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы, выхлопные газы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы, утечка горючесмазочных материалов); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС на объекте: – техногенного характера: пожары в здании; – выброс газообразного хлора; Выбор наиболее типичной ЧС: - пожар;

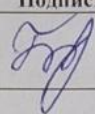
	Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.19г.
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоевко Елена Владимировна	К.Т.Н		15.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2136	Бектемиров Виталий Гарифуллович		15.02.19

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2136	Бектемиров Виталию Гарифуллаевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Дипломированный специалист	Направление/специальность	21.05.02 Прикладная геология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- материальные затраты проекта 146 765 руб. Человеческие: - кол-во людей – 5; - совокупная стоимость – 983 774 руб. Бюджет НИИ: 1 311 425 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Справочник базовых цен (1999 г.), 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%; НК РФ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Анализ аналогичных методов решения гидрогеологических задач
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определение этапов работ по проекту; Разработка диаграммы Ганта
3. Обоснование эффективности ИР	Оценка эффективности использования метода математического моделирования при проектировании
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Формирование бюджета НИИ
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Определение возможных рисков и оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР

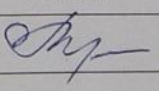
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

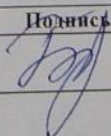
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

18.02.19г.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н., доцент		18.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2136	Бектемиров Виталий Гарифуллаевич		18.02.19

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 137 страниц, 41 рисунок, 38 таблиц, 37 источников и 7 графических приложений.

Ключевые слова: подсчет запасов, математическое моделирование, водоносный горизонт, понижение, напор.

Объектом исследования является водозабор «Смычка» (г.Семей, Республика Казахстан)

Цель работы – подсчет запасов подземных вод на водозаборе «Смычка» (г.Семей, Республика Казахстан) методом математического моделирования в сравнении с гидродинамическим и гидравлическим методами, а также разработка проекта исследований под увеличение водоотбора.

В процессе исследования проводились полевые и камеральные работы по обследованию водозабора «Смычка», проанализированы материалы по подсчету запасов подземных вод и построена математическая модель распределения напоров руслового водоносного горизонта при эксплуатации водозабора в течение 10 000 суток с существующей производительностью 44 473 м³/сут и проектной - 70 350 м³/сут.

В результате исследования произведен подсчет запасов подземных вод методом математического моделирования в сравнении с результатами гидродинамического и гидравлического методов и разработан проект под увеличение водоотбора на водозаборе «Смычка».

Область применения: результаты дипломного проекта могут быть использованы для детального изучения эксплуатации водозабора и при разработке мероприятий по увеличению водоотбора.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	15
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	16
1.1 Административные сведения. Экономика и инфраструктура	16
1.2 Физико-географические условия района	18
1.2.1 Рельеф	18
1.2.2 Гидрография	19
1.2.3 Климат	24
1.3 Геологическое строение	26
1.3.1 Стратиграфия и литология	26
1.3.2 Тектоника	30
1.4 Гидрогеологические условия	31
1.4.1 История гидрогеологической изученности	31
1.4.2 Гидрогеологические условия района работ	34
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	38
2.1 История вопроса, постановка проблемы и соответствующие рекомендации	38
2.2 Обследование существующего водозабора	39
2.2.1 Этапы освоения месторождения подземных вод	39
2.2.2 Экологическое и санитарное состояние месторождения	40
2.2.3 Гидрогеологические условия участка работ	41
2.2.4 Характеристика водозабора и режим его эксплуатации	42
2.3 Результаты гидрогеологических исследований	47
2.3.1 Анализ проведенных исследований	47
2.3.2 Основные результаты гидрогеологических исследований. Расчетные гидрогеологические параметры	48
2.4 Подсчет запасов подземных вод гидродинамическим методом	56
2.4.1 Горизонтальный водозабор	56
2.4.2 Вертикальный водозабор	57
2.5 Подсчет запасов подземных вод гидравлическим методом	58
2.6 Подсчет запасов подземных вод методом математического моделирования	59
2.6.1 Создание нового проекта и определение его границ	60
2.6.2 Импорт графической основы для модели	62

2.6.3	Внесение информации о типе водоносного горизонта и граничных условиях	63
2.6.4	Получение информации о рельефе участка работ и подошве водоносного горизонта	64
2.6.5	Внесение параметров водоносного горизонта в математическую модель	69
2.6.6	Внесение параметров в модуль Modflow	71
2.6.7	Результаты математического моделирования в ПО PMWIN	79
3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ		81
3.1	Программа проектных работ на территории водозабора Смычка	81
3.2	Методика проектируемых работ	82
3.2.1	Топографо-геодезическая выноска скважин на местность	82
3.2.2	Буровые работы	82
3.2.3	Опытно-фильтрационные работы	88
3.2.4	Отбор проб и лабораторные определения	89
3.2.5	Камеральная обработка полученных данных	89
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ		91
4.1	Введение	91
4.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	91
4.3	Производственная безопасность	93
4.3.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	93
	Обоснование мероприятий по снижению уровней	
4.3.2	воздействия опасных и вредных факторов на исследователя и работающего	94
4.4	Экологическая безопасность	102
4.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	103
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ		106
5.1	Потенциальные потребители результатов исследования	106
5.2	Анализ конкурентных технических решений	106
5.3	Разработка товарной, ценовой и сбытовой политики	108
5.4	Методы коммерциализации результатов инженерных решений	108
5.5	SWOT-анализ	109
5.6	FAST-анализ	112
5.7	Модель Кано	115

5.8	Технология QuaD	115
5.9	Формирование организационной структуры управления	115
5.10	Планирование потребности в человеческих ресурсах	116
5.11	Планирование работ по проектированию гидрогеологических исследований	117
5.12	Определение трудоемкости выполнения работ	118
5.13	Разработка графика производства работ по проекту	118
5.14	Бюджет затрат на проектирование	122
5.14.1	Расчет материальных затрат проекта	122
5.14.2	Основная заработная плата исполнителей проекта	123
5.14.3	Дополнительная заработная плата исполнителей проекта	124
5.14.4	Отчисления во внебюджетные фонды	125
5.14.5	Накладные расходы	125
5.15	Формирование затрат на гидрогеологические исследования	125
5.16	Расчет сметной стоимости проектируемых гидрогеологических работ	126
5.17	Расчет основных показателей ресурсоэффективности и ресурсосбережения	128
5.18	Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ		132
ТЕКСТОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ:		
Приложение А. Данные по обследованию водозабора «Смычка»		136
ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ:		
Приложение 1. Геологическая карта района работ М1:200 000		
Приложение 2. Гидрогеологическая карта района работ М1:200 000		
Приложение 3. Гидрогеологическая карта участка работ М1:5 000		
Приложение 4. Результаты опытно-фильтрационных работ		
Приложение 5. План подсчета запасов М1:5 000		
Приложение 6. Результаты математического моделирования		
Приложение 7. Геолого-технический наряд на бурение гидрогеологической скважины глубиной 13 м.		

ВВЕДЕНИЕ

Человек в ходе своего развития и хозяйственной деятельности с каждым годом привлекает все больше природных ресурсов. Один из наиболее важных – чистая питьевая вода. Ресурс – ценный и не всегда доступный в необходимом количестве и качестве. Это проблема в большинстве случаев решается и, как раз, цель этого дипломного проекта, в целом описать эффективный способ подсчета запасов подземных вод на действующем русловом водозаборе «Смычка» и построить математическую модель, которая помогает визуально представить поведение подземных вод при их эксплуатации. Также использование технологии моделирования в этом проекте позволяет упростить и спланировать увеличение водоотбора с возможностью ответить на вопрос: «что будет если ...?»

В дипломном проекте можно выделить несколько основных целей, которые будут достигнуты в рамках численного моделирования:

- описание гидрогеологических условий месторождения хозяйственно-питьевой воды на о.Смычка в пойме р.Иртыш для питьевого водоснабжения города Семей в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. В качестве фактического материала будут использованы данные по уже существующему водозабору "Смычка";

- оценка возможности увеличения водоотбора на русловом водозаборе с 44 473 м³/сут до 70 350 м³/сут с проектированием эксплуатационных скважин и определение гидродинамических параметров фильтрационного потока;

- оценка пределов распространения депрессионных воронок от каждой скважины, что позволит судить о границе III пояса зоны санитарной охраны (далее - ЗСО) и сравнить полученные результаты с существующими границами ЗСО действующего водозабора.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Административные сведения. Инфраструктура и экономика

Район работ находится в пределах листа М-44-XXXV, в административном отношении на территории Восточно-Казахстанской области. Объектом водоснабжения является город Семей.

Город Семей (до 2007 года официальное название – Семипалатинск) – расположен по обоим берегам реки Иртыш и без подчинённых ему сельских округов занимает территорию площадью 210 км².

Население города Семей по состоянию на 2018 год составляет 349 302 человек. [36]

Семей является важным транспортным узлом Республики Казахстан. Через город проходит ряд крупных автомобильных дорог, в частности, Туркестано-Сибирская дорога, в черте города находятся две железнодорожные станции — Семипалатинск и Жана-Семей. Через реку Иртыш перекинута три моста: один железнодорожный, построенный в начале XX века и два автомобильных моста.

Наиболее крупными промышленными предприятиями города являются: цементный завод, мясоконсервный комбинат, кожно-меховой комбинат, завод стройматериалов, машиностроительный, метизный и танкоремонтный заводы. Машиностроительная промышленность города представлена компаниями АО «Семипалатинский машиностроительный завод», ТОО «Семипалатинский автобусный завод» и ТОО «Металист».

В городе более развита лёгкая промышленность. Семипалатинский коженно-меховой комбинат является одним из лидирующих производителей шубно-меховых изделий и коженных полуфабрикатов в Казахстане.

Как следует из вышеизложенного, город Семей развивается и имеет перспективу увеличения занимаемой площади и населения. Соответственно, потребность в чистой питьевой воде с каждым годом будет увеличиваться.

Обзорная схема г.Семей

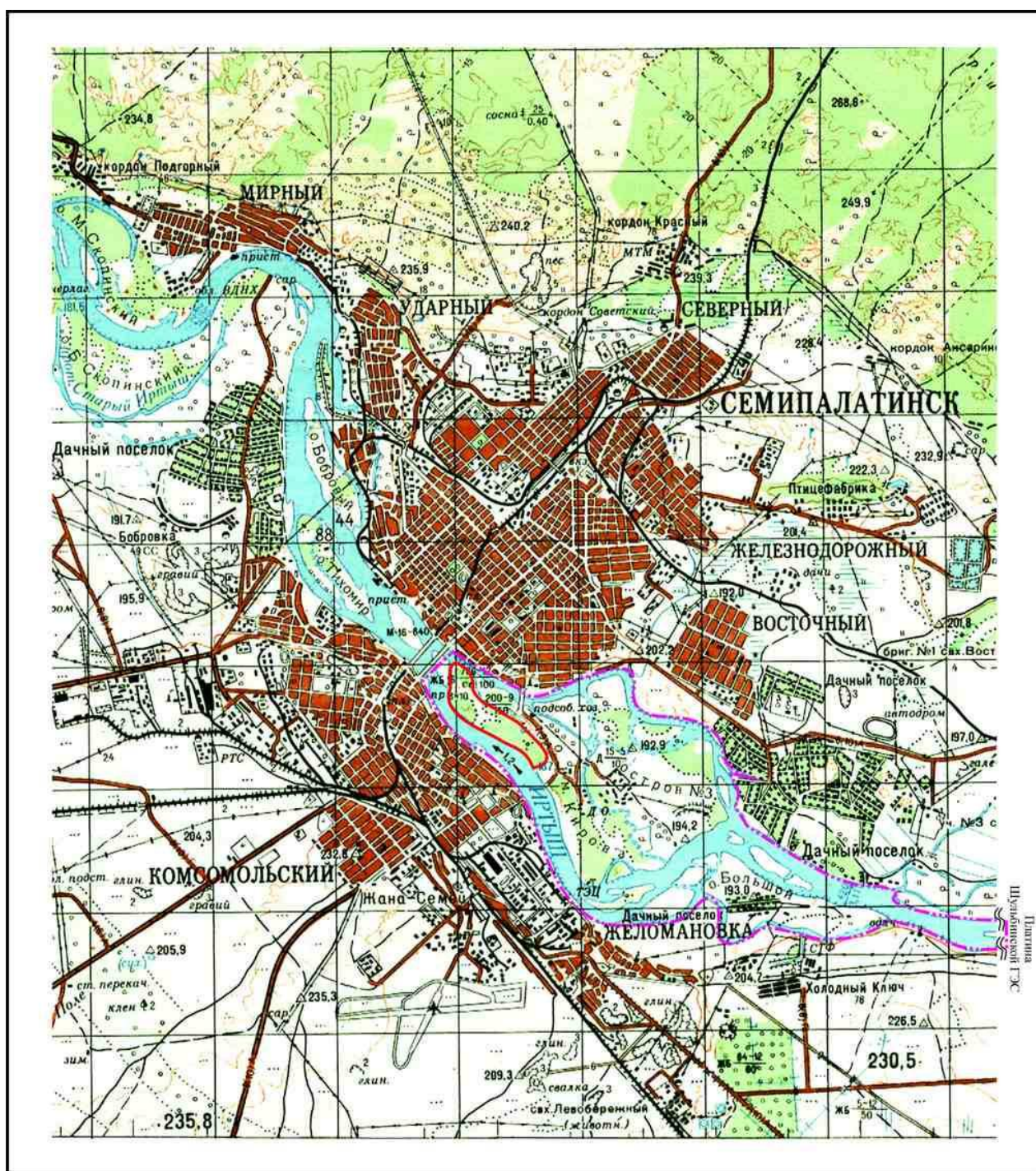


Рисунок 1.1

Условные обозначения:



Месторасположение водозабора «Смычка»



Граница III - пояса ЗСО водозабора «Смычка»

1.2 Физико-географические условия района

1.2.1 Рельеф

Исследуемый район представляет собой долину р.Иртыш и ее борта, представленные равнинами аккумулятивного и денудационного генезиса. Равнина имеет слабый уклон на север, спокойный степной рельеф, изредка осложненный эоловыми формами, останцами плиоценовых и каменноугольных пород и овражно-балочной сетью временных водотоков, эрозионными врезами и редко - ирригационной сетью.

Орогидрографически район работ представляет собой один тип рельефа – прииртышская равнина. Имеет равнинный рельеф, но местами эти ровные поверхности осложняются плоскими широкими лессовыми увалами. Их абсолютные высоты колеблются от 200 до 300 м. Пойма реки достигает в высоту 4 - 5м, большая часть ее заболочена.

В геоморфологическом отношении речная долина представляет собой простирающуюся с юга на север пологую наклонную равнину, местами осложненную волнистой и всхолмленной равниной и холмами, образованными выходами на дневную поверхность каменноугольных пород. Склоны долины, высотой 30-50м, с уклонами 0,8-1,1%, суглинистые, местами с выходами коренных пород, задернованы, поросшие луговой растительностью, кустарником, лиственными деревьями.

Долина реки Иртыш сложена аллювиальными отложениями, представленными разновозрастными, преимущественно песчано-гравийно-галечными отложениями, подземные воды которых гидравлически взаимосвязаны с рекой Иртыш.

Долина р.Иртыш на территории г.Семей имеет пойму и ряд террас. Поверхность долины изрезана ручьями, оврагами, балками, суходолами. На территории района работ в пойме находятся острова, старицы и протоки [7].

1.2.2 Гидрография

Как упоминалось в введении, участок работ представляет собой русловый водозабор, поэтому все нижеприведенные подробные сведения о реке Иртыш в пределах района работ полезны для оценки питания водоносного горизонта.

Общая гидрологическая характеристика реки Иртыш.

Река Иртыш занимает основное место в гидрографической сети района. Река берет начало на южных склонах Алтая на территории КНР.

Основной объем стока формируется в верховьях реки, в том числе, на территории КНР – около 25%, в пределах Казахстана - 75%: из них от границы с КНР до устья р.Бухтарма - 40%; притоки - реки Ульба и Оба и другие притоки, впадающие в Иртыш ниже г. Усть-Каменогорска - 35% стока.

На территории КНР безвозвратно отбирается часть (в перспективе не исключено – полностью) формируемого здесь стока. Последствия такого мероприятия для действующего водозабора отрицательные, но прогнозировать масштабы последствий не представляется возможным.

Ниже впадения р. Шар до границы с Российской Федерацией на протяжении 1200км р. Иртыш значительных притоков не принимает.

Коэффициент извилистости р. Иртыш 1,03-1,04. Густота речной сети составляет в среднем 0,20 км/км². Лесистость водосборов достигает 10%.

Река Иртыш на территории г. Семей представляет собой многоводный водоток с шириной русла от 150 до 500 метров, с протоками. Берега высотой 2 – 5м, суглинистые, песчано-гравийно-галечные, редко слабо задернованные. Средние скорости течения в меженный период составляют 0,7 – 1,0м/с, в период весеннего половодья - до 2,0 – 2,5м/с, при расходах реки 3200-3500м³/с - до 3,1-3,5м/с [7].

Питание реки Иртыш

Река Иртыш и все её притоки имеют следующее распределение в объемах питания: снеговое питание – 50%, грунтовое - около 35% и дождевое – около 15%.

В верховьях р.Иртыш (Монгольский Алтай) на высотах от 2500м и выше, существенную роль в годовом стоке играют талые воды снежников и ледников.

В формировании стока половодья и максимальных расходов реки основное значение имеют запасы воды в снежном покрове, интенсивность снеготаяния и осадки, выпадающие весной. Реки, являющиеся правобережными притоками р. Иртыш, берут начало в горных районах и имеют, как правило, постоянный круглогодичный сток. Левобережные притоки, берущие начало на мелко-сопочнике (рек Шар, Кызылсу, Улан, Дресвянка, Аблакетка и другие) в период летне-осенней межени зачастую частично пересыхают и существенного пополнения в общий сток р.Иртыш не дают.

После ввода в эксплуатацию Верхне-Иртышского каскада ГЭС (гидроэлектростанция): Усть-Каменогорской (1958г.), Бухтарминской (в 1962г.) и Шульбинской (в 1987г.), сток реки Иртыш зарегулирован тремя водохранилищами [9].

Гидрологический режим р.Иртыш

Сток реки Иртыш в пределах района работ зарегулирован и определяется режимом работы каскада ГЭС, регламентированным «Правилами эксплуатации Верхне-Иртышского каскада ГЭС», в частности - сбросами воды через Шульбинский гидроузел.

Между Шульбинской ГЭС (далее ШГЭС) и городом Семей в реку Иртыш впадает ряд право-, и левобережных притоков, основным из которых является река Шар. Она дает около 85% общего объема боковых притоков на этом промежутке. Сюда приходится среднемноголетний сток боковых притоков $5,90\text{м}^3/\text{с}$, то есть около 1% от суммарного расхода р. Иртыш в г. Семей. Поэтому расход реки в г. Семей определяется попусками из ШГЭС [7].

Расход, гидрометрия и ледовый режим р. Иртыш

Работа островных водозаборов зависит от режима стока р. Иртыш и уровня реки.

Фактические расходы реки изменяются от 3850 м³/с – 3490м³/с (весенний паводковый) до 400-430м³/с (при ледоставе), среднемноголетний расход составляет 670м³/с.

Ниже приведены среднегодовые расходы реки Иртыш и подъем уровня над нулевой отметкой гидропоста г. Семей (абсолютная отметка «0» - 185,56 м БС) за 12 лет наблюдений (сведения в период с 2011 по 2019 года отсутствуют):

- 1998г. – 788 м ³ /с и 1,79м;	- 2005г. – 747 м ³ /с и 1,77м;
- 1999г. – 746 м ³ /с и 1,80 м;	- 2006г. – 780 м ³ /с и 1,81м;
- 2000г. – 766 м ³ /с и 1,91 м;	- 2007г. - 830 м ³ /с и 1,50м;
- 2001г. – 963 м ³ /с и 2,07 м;	- 2008г. – 767 м ³ /с и 1,62м;
- 2002г. - 914 м ³ /с и 1,69 м;	- 2009г. - 780 м ³ /с и 1,82м;
- 2003г. - 737 м ³ /с и 1,71 м;	- 2010г. – 796 м ³ /с и 1,83м.

Максимальные весенние попуски из Шульбинского водохранилища проводятся, в основном в 3 декаде апреля и 1-2 декадах мая. Среднемесячные максимальные расходы этих попусков по годам, составляют:

1998г – 2092 м³/с; 1999 г. - 1982м³/с; 2000г - 1820м³/с;
2001г - 2818м³/с; 2002г - 2039м³/с; 2003г - 3250м³/с;
2004г - 3500м³/с; в 2008 г - 3490м³/с.

За 2001-2008 гг. максимальный расход воды не превышал 3500м³/с. Сведения в период с 2009 по 2019 года отсутствуют.

Минимальные осенне-зимние попуски (до шуги и ледостава) из ШГЭС проводятся в ноябре-декабре месяцах. Среднемесячные значения меженных попусков составляют по годам:

1998г – 578м³/с; 1999г. - 584м³/с; 2000г. - 611м³/с; 2001г. - 625м³/с;
2002г. - 642м³/с; 2003г. - 652м³/с; 2004г. - 620м³/с; 2008г. - 606м³/с.

Сведения в период с 2009 по 2019 года отсутствуют. [9]

Все вышеприведенные цифры взяты с отчетов предоставляемых гидрологической службой ТОО «Семей гидрогеология» предприятию ГКП «Семей Водоканал».

Ледообразование на р. Иртыш начинается осенью, почти одновременно с переходом температуры воды через $0,2^{\circ}\text{C}$. Первые ледяные формы появляются в виде заберегов и шуги в третьей декаде октября – первой и второй декадах ноября, окончательно формируются в конце декабря. Продолжительность ледостава 120 - 180 дней. Ледостав сопровождается подъемом уровня реки до 1-1,2м, обусловленным ледовыми явлениями – шугой и зажорами. В отдельные годы при низких температурах (до $-30\div-40^{\circ}\text{C}$) из-за подледного скопления шуги возникают заторы, вызывающие помимо резкого подъёма уровня воды, вынос ледяных масс на нижнюю пойму. Весной, с переходом среднесуточной температуры воздуха через 0°C , начинается разрушение и таяние льда. В этот период наблюдаются забереги, талая вода на льду.

Толщина льда в разные годы, в зависимости от температуры воздуха, а также ряда менее важных факторов (толщина снежного покрова, скорость течения реки и другие) составляет 0,60 – 1,10м. Максимальная толщина льда за многолетие, по данным гидропоста Семей за многолетие не превышала 1,38м (1988г.). Влияние ледовых явлений на работу береговых водозаборов минимальное, поскольку из-за ледовых явлений уровень реки зимой на 1,2-1,7м выше минимальных предзимних, по которым принят расчетный уровень реки.

Гидрологический режим реки

Гидрологический режим реки в разрезе гидрологического года, согласно режиму эксплуатации ШГЭС, делится на два цикла и четыре стадии.

Первый цикл относится к теплomu (вегетационному) времени года, когда р.Иртыш, освобожденная от ледового покрова, имеет свободное течение. Сюда входят три периода: предпаводковый и паводковый период, летний послепаводковый период и осенний меженный период. Время свободного поверхностного стока р. Иртыш в течение года – 214 суток.

Второй цикл – холодное время года или осенне–зимняя межень, когда река Иртыш покрыта льдом, а расходы реки минимальные ($630 - 420 \text{ м}^3/\text{с}$), уровни поверхностного стока за счет подпора, поднимаются до 2,41 м (187,97м БС) – 3,93м (189,48м БС).

Время ледового покрова и напорно – безнапорного стока р. Иртыш в зимний период составляет – 151 сутки.

Минимальные паводковые и летне-осенние попуски из ШГЭС (расходы реки) до шуги и ледостава, в течение шести месяцев (май – ноябрь месяцы), составляют 600-620 м³/с. Расходы, менее 600 м³/с, а именно - 420-493м³/с, наблюдаются только в зимний период (декабрь-март месяцы) при ледоставе.

Средний многолетний уровень р. Иртыш по гидропосту Семей – 221см. Максимальный уровень р. Иртыш за 1960-2011 годы зафиксирован:

в апреле 1974г. – 6,35м,

в мае 2003г. – 7,07м при расходе 3400м³/с.

Минимальные уровни:

1,14м (30.11. – 185,69м); 1,1 (12.11. – 185,64м);

1,19 (30.11. – 185,73м); 1,26м (09.12. – 185,80м);

1,31м (03.12. – 185,85м); 1,29м (22.11. – 185,83м);

1,14м (07.11. – 185,70м),

Видно, что минимальные уровни не опускаются ниже 1,1м. Исключением являются 2 случая за 50 лет наблюдений – 0,99м (185,55м), зафиксированный 12.11.1999г. при расходе реки 625м³/с и 0,87м (185,43м), зафиксированный 21.11.1960г. при расходе реки 597м³/с.

Попуски из ШГЭС менее 600м³/с (400-420м³/с) осуществляются только в период ледостава. При этом уровни реки зимнего периода при расходах 400 - 420м³/с на 1,2-1,7м выше минимальных уровней летне-осеннего периода при расходах 600-620м³/с из-за ледовых явлений.

Мутность и качество воды р. Иртыш

Мутность воды р.Иртыш изменяется от 1300г/м³ - в паводок до 1,5г/м³ – в межень, преобладает фракция 0,05 – 0,01мм – 97%.По химическому составу речная вода гидрокарбонатная кальциевая. Минерализация воды на отрезке реки от с.Баженово до г.Семей в течение года стабильно низкая - часто в пределах от 0,12 до 0,21г/дм³, на участке работ изменяется в пределах от 0,14г/дм³ до 0,17г/дм³ [7].

Нижний предел минерализации отмечается весной, верхний – летом и зимой. В течение всего года вода реки имеет гидрокарбонатный состав по анионам, в катионном составе преобладают ионы кальция. Относительное содержание гидрокарбонатов изменяется от 28 до 39 % мг–экв/дм³, кальция – 26 – 42 % мг–экв/дм³. Вода очень мягкая (жесткость - 1,5мг–экв/дм³), агрессивность ее слабо проявляется только в весеннее время, когда содержание углекислоты превышает 4мг/дм³. Содержание характерных загрязнителей поверхностных вод очень низкое. Самое высокое содержание нитратов и общего железа в речной воде наблюдается в летнее время и характеризуется соответственно следующими частыми значениями (мг/дм³): 0,055 (ПДК - 45) и 0,03 (ПДК – 0,3); нефтепродукты, полифосфаты, фенольный индекс, поверхностно-активные вещества не обнаружены. Другие показатели качества находятся также в пределах питьевых норм. [9]

1.2.3 Климат

Климат района резко континентальный с жарким летом и холодной зимой, небольшим количеством осадков.

Это связано с наибольшим удалением на материке от океанов и обуславливает большие амплитуды в годовом и суточном ходе температуры. Территория района Семей открыта для арктического бассейна, однако изолирована горными системами Азии от влияния Индийского океана.

В таблицах 1.1 и 1.2 представлены усредненные данные по изменению температуры и осадков за длительный промежуток времени на станции Семей.

Таблица 1.1 – Среднемесячное распределение температур по месяцам [37]

Месяц	Минимальная температура	Среднемесячная температура	Максимальная температура
январь	-46.8°C	-15.6°C	+5.3°C
февраль	-45.3°C	-15.5°C	+6.6°C
март	-39.1°C	-8.0°C	+24.4°C

Месяц	Минимальная температура	Среднемесячная температура	Максимальная температура
апрель	-26.1°C	+5.4°C	+32.7°C
май	-9.9°C	+14.2°C	+37.6°C
июнь	-1.0°C	+20.0°C	+39.5°C
июль	+4.3°C	+22.0°C	+42.1°C
август	-0.7°C	+19.3°C	+41.5°C
сентябрь	-6.1°C	+12.6°C	+37.5°C
октябрь	-20.8°C	+4.5°C	+29.5°C
ноябрь	-48.6°C	-5.7°C	+18.5°C
декабрь	-45.8°C	-13.2°C	+7.6°C

Таблица 1.2 – Среднемесячное распределение количества осадков в сутки по месяцам. [37]

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Распределение кол-ва осадков в сутки по месяцам												
	5%	6%	6%	7%	9%	12%	15%	9%	7%	9%	9%	7%
Среднее кол-во осадков в сутки, мм.	0.44	0.49	0.50	0.58	0.79	1.02	1.31	0.81	0.61	0.74	0.80	0.60
Ср. кол-во осадков в сутки, по месяцам, м	0.00072											

Средняя годовая скорость ветра составляет 2,3 м/с, средняя годовая влажность воздуха — 66 %.

Переход температуры воздуха через ноль происходит в марте - апреле и октябре – ноябре. Глубина промерзания почвы 1,5-2м, в отдельные холодные бесснежные зимы местами достигает 2,5-3м.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 История вопроса, постановка проблемы и соответствующие рекомендации

История вопроса

Островной водозабор на о.Смычка построен в 1963 году. На настоящий момент эксплуатационные запасы подземных вод в аллювиальных отложениях месторождения острова Смычка для хозяйственно-питьевого водоснабжения города Семей утверждены Протоколом ГКЗ РК № 1124-11-У от 24 ноября 2011 года сроком на 25 лет.

Постановка проблемы

Проектная производительность действующего водозабора на о.Смычка – 70 350 м³/сут. Фактическая среднегодовая производительность в последнее десятилетие – 32 000- 45 000 тыс.м³/сут. Соответственно, фактически в настоящий момент водозабор не в состоянии удовлетворить растущую потребность города в питьевой воде.

Рекомендации по решению проблемы

Исходя из полученных данных исследований, известно, что эксплуатационные возможности месторождения превышают фактическую производительность действующего водозабора. Существует растущая потребность в увеличении водоотбора, соответственно необходимы мероприятия по удовлетворению и решению вышеизложенной проблеме. В дипломном проекте, будут изложены некоторые организационно-технические мероприятия, направленные на эффективное использование месторождения, а именно:

- создание математической модели, описывающее, с максимально возможной достоверностью, взаимодействие существующих водозаборных сооружений с эксплуатируемым водоносным горизонтом и источником его питания, т.е. рекой Иртыш;

- создание математической модели, описывающее, взаимодействие существующих водозаборных сооружений с проектными скважинами

необходимыми для увеличения водоотбора, а также взаимодействие водозабора с эксплуатируемым водоносным горизонтом и с р.Иртыш.

Кроме того, построение модели в дипломном проекте позволит решить ряд задач, в частности:

1. Выполнить подсчет запасов подземных вод в сравнении с гидродинамическим и гидравлическим методами. В частности, оценить максимально возможное понижение на весь период эксплуатации водозабора, а именно 10 000 суток;

2. Оценить пределы распространения депрессионных воронок от каждой скважины, что позволит судить о границе III пояса зоны санитарной охраны (далее - ЗСО) и сравнить полученные результаты с существующими границами ЗСО действующего водозабора;

3. Оценить возможность расширения водозабора с 44 473 м³/сут до 70 350 м³/сут т.е. задать проектируемые эксплуатационные скважины и определить гидродинамические параметры фильтрационного потока.

После построения математической модели, по каждой вышеизложенной задаче будут составлены выводы и определены виды и объемы проектируемых работ.

2.2 Обследование существующего водозабора

2.2.1 Этапы освоения месторождения подземных вод

Первый островной водозабор был построен на о.Смычка в 1963 году без проведения разведочных работ. Разведочные работы на о. Смычка проведены в 1980-1981 годы ГПИ «Казводоканалпроект». По сложности гидрогеологических условий остров отнесен к I группе классификации месторождений пресных подземных вод. По данным разведки, уровни подземных вод на острове зависят от уровня воды в реке: годовая амплитуда уровня – 1,54÷4,6м (после пуска Шульбинской ГЭС (далее ШГЭС) в 1987 году годовая амплитуда уровня не превышает 3,0м).

Эксплуатационные запасы о.Смычка, в связи с изменившимся гидрологическим режимом р.Иртыш после пуска Шульбинской ГЭС, подлежали доразведке, с необходимостью оценить изменение уровня реки в зарегулированном гидрологическом режиме и связанное с ним изменение режима уровня подземных вод, следовательно, и мощности безнапорного горизонта – одного из основных параметров оценки эксплуатационных запасов руслового водозабора.

2.2.2 Экологическое и санитарное состояние месторождения

Остров Смычка находится на пойме р.Иртыш, между основным руслом реки и протокой Семипалатинка с постоянным стоком. Действующий водозабор расположен в 30-100м от основного русла реки Иртыш. В 320-400м севернее водозабора по острову проходит протока Комсомольская, которая летом пересыхает, и в русле остаются небольшие плесы. Ширина острова от 100м до 760м, длина - 2000м, берега имеют высоту до 2,3 - 4,1м. Остров имеет сложный микрорельеф с промоинами, небольшими буграми и западинами, характерный поймам рек. Северные берега острова в основном пологие, южные – в основном обрывистые. Основное русло реки имеет глубину 1,5м-5,5м, на островной дуге (излучине) 3,1м-3,2м. Дно русла реки сложено песчано-гравийно-галечным материалом с включением валунов. Современные геологические процессы на острове связаны с переработкой берегов р.Иртыш.

Для выбора схемы и расчета работы водозабора значение имеют процессы намыва и размыва берегов острова. По сопоставлению положения береговой линии на топографических картах, составленных в 1980 и 2018 годы, размыв берега на островной дуге за 30 лет оценивается до 14м. За островной дугой в этот период происходил намыв до 5-10м. В настоящее время недропользователь (ГКП «Семей Водоканал») проводит мероприятия по укреплению береговой линии путем отсыпки бутового камня. С учетом сглаживания пиков паводка после пуска ШГЭС, рост интенсивности переработки берегов не ожидается.

Экологическое и санитарное состояние острова и участка водозабора характеризуется как здоровое. Остров на 80% покрыт лиственным лесом с под-

леском и кустарником, относится к землям ГУ ГЛПР «Семей-Орманы» и находится под природоохранным контролем. Жилые и промышленные объекты, представляющие потенциальную санитарную и экологическую опасность, на участке водозабора и смежной с ним территории отсутствуют. Водозаборные сооружения в пределах первого пояса ЗСО ограждены, находятся под охраной [7].

2.2.3 Гидрогеологические условия участка работ

Гидрогеологические условия месторождения водозабора «Смычка»

Водоносный горизонт месторождения - подземные воды современных аллювиальных отложений (aQ_{IV}). Литология представлена песком с гравием и галькой, гравийно-галечник с песчаным заполнителем и включением валунов до 10-30%. Водовмещающие породы характеризуются высокими фильтрационными свойствами. Дебиты скважин очень высокие – 20-40 л/с при понижениях 1,2-3м.

Режим подземных вод острова зависит от гидрологического режима р.Иртыш. Колебание уровня подземных вод повторяет изменение уровня реки с небольшим запаздыванием. Минимальная годовая амплитуда колебания уровня подземных вод по данным многолетних наблюдений составляет 1,46м, максимальная – 3,1м. Движение грунтового потока в естественных условиях направлено параллельно потоку поверхностных вод, в нарушенных условиях - от реки к водозаборам.

Гидрохимические условия простые. Минерализация подземных вод – до 0,2 г/дм³. Подземные воды по химическому составу идентичные с речной водой - гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Подземные воды по качеству соответствуют питьевым нормам.

Подземная вода по химическому составу гидрокарбонатно-сульфатная кальциевая, содержание ионов $НСО^3$ изменяется от 95,7 до 134,2 мг/л, ионов Са — от 25,1 до 35,1 мг/л; вода мягкая: общая жесткость 1,3-1,7 мг-экв/л. Реакция воды щелочная (рН=7,0-7,9). Разовые содержания нитратов - от 0,06 до 10,7 мг/л (ПДК-45 мг/л), нитритов от 0,0 до 0,02 мг/дм³ (ПДК-3 мг/л).

Содержание в воде меди и цинка меньше их предельно допустимой концентрации. Содержание железа изменяется в пределах от 0,02 до 0,1 мг/дм³. Органические вещества, нефтепродукты, ПАВ, фенолы в воде не обнаружены. Содержание фтора низкое - 0,18мг/дм³ (ПДК – 0,7÷1,2мг/дм³).

По физическим свойствам подземная вода соответствует питьевым нормам: не имеет запаха, привкуса, без цвета, прозрачная.

По радиологическим показателям превышение норм общей альфа-, и бета- активности не зафиксировано: α - активность — от 0,032 до 0,0764 Бк/дм³, β - активность — от 0,034 до 0,0834 Бк/дм³.

Водоупором для водоносного горизонта служат отложения среднего отдела карбона, буконьской свиты (C₂bk), которые представлены песчаниками аркозовыми и туфогенными, алевролитами, глинистыми сланцами, а также горизонтами конгломератов и гравелитов.

Гидрогеологическая карта участка работ масштаба 1:5 000 с разрезом в графическом Приложении 3.

2.2.4 Характеристика водозабора и режим его эксплуатации

Водозабор расположен на отрезке береговой линии длиной 1,6км, в 30-100м от русла реки. По типу действующий водозабор – комбинированный из 11 горизонтальных дрен (№12Д-22Д) общей длиной 1200м (работает длина не более 1100м из-за нерабочего состояния дрены 16Д) и вертикальный водозабор из 4 скважин (№1-4), из них рабочие – 3 (скв. 1,2,4). На участке водозабора находятся 3 скважины наблюдательной сети (НС) - №1н, 10н и 11н.

Горизонтальный водозабор из 11 частей, составленных дренами, построенных в 0,5-1,5м выше водоупора, в 30-40м от реки, и является основным участком водозабора. Конструкция горизонтальных дрен представляет собой перфорированные трубы Д530мм, которые заложены под уклоном от 0,03-0,04 до 0,06-0,08 к водосборному колодцу Д830мм глубиной 16-18м, в том числе ниже отметки водоупора устроены отстойники Д530-325мм длиной 5,5-9м. Колодцы имеют от 1 до 2 дрен. Длина дрен по каждому колодцу – от 70м до 100м. Расстояние между колодцами – от 55м до 110м.

Смотровые колодцы отсутствуют, поэтому осмотр и чистка дрен без вскрытия не возможны. Согласно наблюдениям недропользователя (ГКП "Семей Водоканал) водообильность дрен со времени их строительства (1986-1989 годы) значительно снизилась.

Вертикальный водозабор из 3 рабочих скважин (№1, 2, 4) является сохранившимся фрагментом водозабора из 10 скважин, построенного в 1963 году в центральной части острова. По данным обследования, техническое состояние 3 рабочих скважин (№1,2,4) удовлетворительное; современные удельные дебиты 3 рабочих скважин составили 551 - 1265 м³/сут. Остальные 7 скважин вертикального водозабора, построенного в 1963 году, длительное время не работают, из них 6 (№5-10) только обозначены на местности колодцем с насыпью, оборудование демонтировано.

Полная техническая и гидрогеологическая характеристика горизонтальных дрен и скважин приведена в таблице 2.1 и текстовом Приложении А. Расположение фильтров горизонтальных дрен и скважин в плане и в разрезе иллюстрировано на гидрогеологической карте месторождения М1:5 000 и на гидрогеологическом разрезе по линии водозабора.

В устьях эксплуатационных скважин и водосборных колодцев построены железобетонные колодцы глубиной 2,0-2,5м от поверхности земли, на колодцах - насыпь выше поверхности земли +1,5м. Колодцы оборудованы металлической крышкой с замковым соединением. Пьезометры для замеров уровня отсутствуют, но в виду небольшой глубины скважин и водосборных колодцев и их большого диаметра это не препятствует замерам уровня воды.

Скважины и водосборные колодцы оборудованы насосами ЭЦВ-12-210-55. Управление работой насосов в скважинах и водосборных колодцах компьютеризовано. Учет суммарного водоотбора ведется на насосной станции второго подъема по ультразвуковому расходомеру с ежесуточной записью в журнале, отдельный учет водоотбора по скважинам и дренам проводится по времени работы насосов и фиксируется в журналах учета.

Современные данные по водозабору установлены путем обследования водозабора: дебиты водосборных колодцев - $2\,255 \div 5\,895 \text{ м}^3/\text{сут}$ при понижении уровня 1,45-3,38м (Приложение А). Согласно данным обследования водозабора, средний удельный дебит 3 рабочих скважин составляет $818 \text{ м}^2/\text{сут}$, средний удельный дебит 10 горизонтальных дрен – $1821 \text{ м}^2/\text{сут}$ при средних понижениях уровня соответственно 2,41м и 2,42м. Средний удельный расход фильтров 3 рабочих скважин оценен $412 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1м фильтра, 10 горизонтальных дрен – $44 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1м дрены при средних понижениях уровня соответственно 2,41м и 2,42м. Уровень реки наблюдался на гидропостах ГП1-ГП3.

Результаты наблюдений за уровнем подземных и поверхностных вод оформлены в виде графиков и приведены в графическом Приложении 4 дипломного проекта. По графикам видно, что из 3 наблюдательных скважин ГМПВ, только скв.10н, в 38м от водосборного колодца 22Д, фиксирует понижение уровня до 0,3-0,5м по сравнению с уровнем р.Иртыш. По скв.1н, в 68м от скв. 2 и 11н, в 175м от водосборного колодца Д22, понижение уровня относительно уровня реки фиксируется до 0,2-0,25м, что находится в пределах суточного колебания уровня реки (до 0,2-0,3м) и нельзя однозначно отнести следствию работы водозабора. Также невозможно отнести влиянию водозабора изменение уровня в наблюдательных скважинах 12/2н, 14/2н и 22/2н. По данным наблюдательных скважин на расстоянии около 40м (скв.10н) понижение уровня под влиянием работы водозабора оценивается до 0,3-0,5м.

Анализ режима эксплуатации водозабора проведен по водоотбору и уровню подземных вод, полученным путем единовременных замеров, которые проведены в конце летне-осенней межени, перед ледоставом, когда уровни реки минимальные за весь гидрологический год. Поскольку режим работы инфильтрационного водозабора зависит только от уровня р.Иртыш, а наименее благоприятные условия непрерывного восполнения запасов подземных вод фильтрацией из реки соответствуют времени ее наименьшего уровня, данные об уровнях на начало года обеспечивают достаточную точность анализа режима работы действующего водозабора.

Таблица 2.1 - Техническая характеристика водозабора

№ <u>скважин</u> и дрен*	Абсолют- ная отметка устья, м	Глубина скважины,м	Мощность водоносного горизонта, м	Установив- шийся уровень, м	Динами- ческий уровень, М	Понижение уровня, м	Данные недропользователя			
							Тип и марка насоса	Глубина установки насоса, м	Рабочая производительность насоса	
									м³/ч	м³/сут
1	188,95	11,6	6,46	3,49	6,39	2,9	ЭЦВ-12-210-55	9	67	1600
2	189,89	18	7,09	4,39	6,89	2,5	ЭЦВ-12-210-55	13	67	1600
3	189,4	10	6,17	3,8	-	-	отсутствует	-	-	-
4	189,2	17	7,12	3,53	5,37	1,84	ЭЦВ-12-210-55	12,5	67	1600
5	189	11,5	6,87	3,38	-	-	отсутствует	-	-	-
6	188,89	12	6,21	3,34	-	-	отсутствует	-	-	-
7	189,54	11,3	6,48	3,9	-	-	отсутствует	-	-	-
8	189,67	10,7	6,3	3,92	-	-	отсутствует	-	-	-
9	189,69	9	6,2	3,81	-	-	отсутствует	-	-	-
10	189,74	10,5	6,52	3,83	-	-	отсутствует	-	-	-
11	190,17	10,7	6,12	4,26	-	-	отсутствует	-	-	-
12Д	189,26	16	6,92	3,44	5,06	1,62	ЭЦВ-12-210-55	11,5	217	5205

№ <u>скважин</u> и дрен*	Абсолют- ная отметка устья, м	Глубина скважины,м	Мощность водоносного горизонта, м	Установив- шийся уровень, м	Динами- ческий уровень, М	Понижение уровня, м	Данные недропользователя			
							Тип и марка насоса	Глубина установки насоса, м	Рабочая производительность насоса	
									м³/ч	м³/сут
13Д	188,8	16	6,79	3,01	5,2	2,19	ЭЦВ-12-210-55	11,5	159	3828
14Д	189,37	18	7,05	3,62	5,51	1,89	ЭЦВ-12-210-55	13	116	2779
15Д	190,55	17	6,87	4,83	6,28	1,45	ЭЦВ-12-210-55	12,5	245	5895
16Д	189,02	18	6,4	2,37	-	-	отсутствует	-	-	-
17Д	188,79	18	6,88	2,91	6,29	3,38	ЭЦВ-12-210-55	13	171	4097
18Д	188,77	18	6,5	2,87	4,97	2,1	ЭЦВ-12-210-55	13	94	2255
19Д	189,37	18	6,16	3,41	6,41	3	ЭЦВ-12-210-55	13	168	4035
20Д	189,63	18	6,19	3,64	5,73	2,09	ЭЦВ-12-210-55	13	130	3135
21Д	190,2	18	6,43	4,17	7,4	3,23	ЭЦВ-12-210-55	13	182	4383
22Д	189,2	18	7,06	3,14	6,44	3,3	ЭЦВ-12-210-55	13	169	4061

Примечание:

* №№ 1-11- вертикальный водозабор (скважины).

№№ 12Д-22Д — горизонтальный водозабор.

2.3 Результаты гидрогеологических исследований

2.3.1 Анализ проведенных исследований

Цель проведенных исследований была выполнить доразведку месторождения подземных вод для подсчета эксплуатационных запасов, согласно выданному техническому заданию ГУ МТД «Востказнедра» в 2010 году. Также некоторые данные этих исследований используются в дипломном проекте для математического моделирования эксплуатации водоносного горизонта.

Ниже приведены виды и объемы выполненных работ в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Виды и объемы выполненных разведочных работ

№ п/п	Виды работ	Объем
1	Подготовительный период и проектирование	6отр/мес
2	Обследование острова и действующего водозабора	15,45бр/см
3	Топографо-геодезические работы	26,52бр/см
4	Гидрологические исследования	3 поста
5	Бурение скважин: а) разведочных б) наблюдательных	1скв/15п.м 9скв/90п.м
6	Опытные откачки: 3 кустовые, 2 одиночные	249бр/см
7	Лабораторные исследования: а) воды б) грунта	53 проб 10 проб
8	Камеральные работы и составление отчета	1 отчет

Использованы данные Казгидромета по гидрологическому режиму р.Иртыш, геолого-гидрогеологическая и другая информация, материалы недропользователя по учету вод, сведения о геологическом и техническом разрезе горизонтальных дрен и скважин, проектная документация.

Полевые работы (буровые, опытные, топогеодезические, гидрологические) проводились в летне-осеннюю межень.

Началу полевых работ предшествовало обследование острова и действующего водозабора: изучено экологическое и санитарное состояние острова с учетом возможного расширения действующего водозабора; установлена техническая и гидрогеологическая характеристика водозабора.

2.3.2 Основные результаты гидрогеологических исследований. Расчетные гидрогеологические параметры

Хорошая работа берегового водозабора может быть обеспечена при надежных расчетных параметрах, одним из которых является минимальные значения уровня и мощности водоносного горизонта. В условиях, когда уровень реки и уровень подземных вод на расстоянии 20-150м от реки принимают одинаковые отметки в течение не более 0,5-1 часа, минимальный уровень реки определяет минимальный уровень подземных вод. Для определения минимального уровня реки использованы данные гидрометрических наблюдений по 3 гидропостам (ГП1-ГП3) на острове в течение 1 гидрологического года.

Абсолютные отметки минимальных уровней реки использованы при построении карт гидроизогипс острова и для вычисления расчетных (минимальных) уровней и расчетной (минимальной) мощности водоносного горизонта. Расчетные статические уровни подземных вод приняты, исходя из совершенной взаимосвязи поверхностных и подземных вод, по интерполяции минимальных уровней в русле реки. Расчетные мощности приняты по минимальному уровню, показанному на гидрогеологическом разрезе по линии действующего водозабора и отражены в Таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Вычисление средней расчетной мощности по линии действующего водозабора, H , м

№ скважин	Абс. отметка расч. уровня, м	Абс. отметка водопора, м	Расчетная мощность, м	№ скважин	Абс. отметка расч. уровня, м	Абс. отметка водопора, м	Расчетная мощность, м
1э	185,46	179,00	6,46	17Д	185,88	179,00	6,88
2э	185,50	178,41	7,09	18Д	185,90	179,40	6,50
3э	185,60	179,43	6,17	19Д	185,96	179,80	6,16
4э	185,67	178,55	7,12	20Д	185,99	179,80	6,19
16Д	185,70	179,30	6,40	21Д	186,03	179,60	6,43
15Д	185,72	178,85	6,87	22Д	186,06	179,00	7,06

№ сква- жин	Абс. от- метка расч. уровня, м	Абс. от- метка водо- упора, м	Расчетная мощность, м	№ сква- жин	Абс. от- метка расч. уровня, м	Абс. от- метка во- доупора, м	Расчетная мощность, м
14Д	185,75	178,70	7,05	11н	186,12	179,60	6,52
13Д	185,79	179,00	6,79	Средняя мощность:			6,66
12Д	185,82	178,90	6,92				

Расчетная мощность водоносного горизонта по линии водозабора изменяется в небольших пределах – от 6,16м до 7,12м. Согласно таблице 2.3, расчетная мощность водоносного горизонта с необходимым запасом надежности может быть принята **H = 6,5м.**

Для подсчета эксплуатационных запасов месторождения требуется обосновать, кроме расчетной мощности, коэффициент фильтрации и гидравлическое сопротивление русла р.Иртыш.

Ход откачек иллюстрирован графиками дебита и понижения уровня при опытных кустовых откачках. Результаты опытно-фильтрационных работ размещены в графическом Приложении 4. Также показаны изменения уровня воды в реке. Из графиков видно, что уровни стабилизировались в первые часы откачек, то есть фильтрационные параметры могут быть определены по уравнениям установившегося режима фильтрации. Ложно стационарный период исключается однородным однослойным фильтрационным строением месторождения с высокими фильтрационными параметрами.

Опытный куст 14р с параллельным (из 2 наблюдательных скважин) и встречным (из 3 наблюдательных скважин) лучами организован на участке действующего вертикального водозабора (участок водозаборных скважин №№1, 2, 4) для обоснования возможного расширения водозабора в западном направлении – этот участок водозабора при разведке о.Смычка в 1980-81 годы не изучался. Наблюдения велись также на ГП 3 и в наблюдательной скважине №1н.

Откачки проведены насосами ЭЦВ12-250-30 с приводом от ДЭС-100 и от ЛЭП, обеспечившими дебит до 34-60 л/с. Наблюдательные скважины опыт-

ных кустов заданы на расстояниях, обеспечивающих их равномерное расположение в логарифмическом масштабе. При откачках вода отводилась в реку по водоводам Д-219мм длиной до 90м для исключения обратной фильтрации. Прокачки проведены во всех наблюдательных скважинах для чистки ствола и обеспечения достоверности данных по ним.

Результаты опытной кустовой и откачки из разведочной скважины 14р обработаны аналитическим и графоаналитическим методами, путем построения графиков комбинированного и площадного прослеживания удельного понижения в условиях безнапорного водоносного горизонта.

Опытные работы выполнены в летне-осеннюю межень, как период сравнительно стабильного гидрологического режима реки. Однако уровень реки Иртыш в створе разведанного участка зависит от сбросов из Шульбинской ГЭС, которые, в свою очередь, зависят от режима потребления электроэнергии, изменяющегося в течение суток (суточная амплитуда около 0,2м). Поэтому требует комментария влияние колебания уровня реки на данные откачек. Так, поскольку особенностью месторождения являются очень высокие фильтрационные свойства, уровни в наблюдательных скважинах начинают реагировать в первые часы откачки. При большом понижении (1,5-3м), созданном откачками в центральных скважинах кустов - на порядок превосходящего изменение уровня реки (0,1-0,2м) в достаточном удалении от реки (примерно около половины расстояния между рекой и точкой возмущения) - изменения уровня реки на понижениях уровня в скважинах и на определяемых по ним параметрах существенно не сказываются. Однако данные наблюдательных скважин, особенно заданных вблизи русла реки, с понижением около 0,2м являются недостаточно представительными.

Из-за изменяющегося уровня реки, при интерпретации графиков кустовой откачки из разведочной скважины 14р становятся актуальными рекомендации о предпочтительности расчета фильтрационных параметров по параллельному лучу, где наблюдательные скважины находятся на одинаковом расстоянии от реки и испытывают одинаковое влияние изменения уровня реки.

Изменение уровня реки при проведении и интерпретации данных откачек учтено следующим образом:

- откачка проведена в установившемся режиме продолжительностью до 5-6 суток, обеспечивающей больше расчетных точек;
- аналитические расчеты коэффициента фильтрации по данным опытного куста выполнены на разное время откачки в установившемся режиме, а не приняты средние значения.

Расчеты коэффициента фильтрации и руслового сопротивления графоаналитическим методом по скважине 14р

Расчеты коэффициента фильтрации и руслового сопротивления графоаналитическим методом по данным опытной кустовой откачки из разведочной скважины 14р приведены на рисунках 2.1-2.2 по комбинированным и площадным графикам прослеживания удельного понижения уровня:

$$(2H-S)S/Q = f(lgt/r^2), \quad (2H-S)S/Q = f(lgr), \quad (2.1)$$

где, Q – дебит откачки, м³/сут;

H – мощность водоносного горизонта, м;

S – понижение уровня в расчетной скважине луча опытного куста, м;

r – расстояние расчетной скважины луча от центральной скважины, м;

t – время с начала откачки, сут.

По графикам $(2H-S)S/Q = f(lgt/r^2)$ расчеты проводились по формуле:

$$K = 0,366 / C, \quad (2.2)$$

по графикам $(2H-S)S/Q = f(lgr)$ по формулам:

$$K = 0,73 / C \quad (2.3)$$

$$\Delta L = (R - 2L) / 2, \quad (2.4)$$

где, C - угловой коэффициент графиков.

Таблица 2.4 - Результаты графоаналитических расчетов K , м/сут и ΔL , м, по данным опытной кустовой откачки из скв. 14р

№ опытных кустов	Расчетные Скважины	По комб. графикам K , м/сут	По площадным графикам	
			K , м/сут	ΔL , м
14р	1н-3н (встречный луч)	421	541	0 (-10)
	2н-4н (параллельный луч)	421	541	26

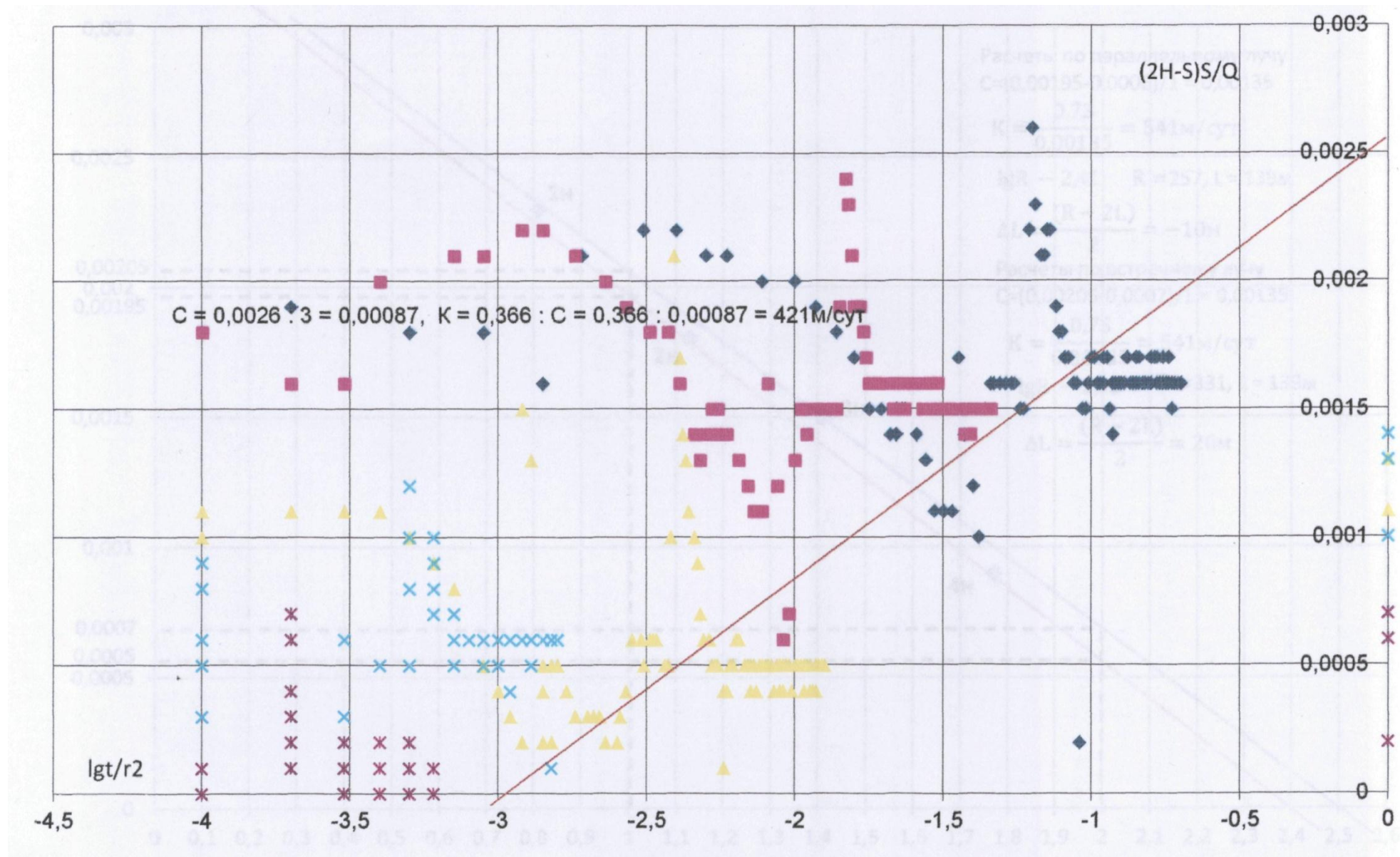


Рисунок 2.1 График комбинированного прослеживания понижения уровня опытного куста №14р

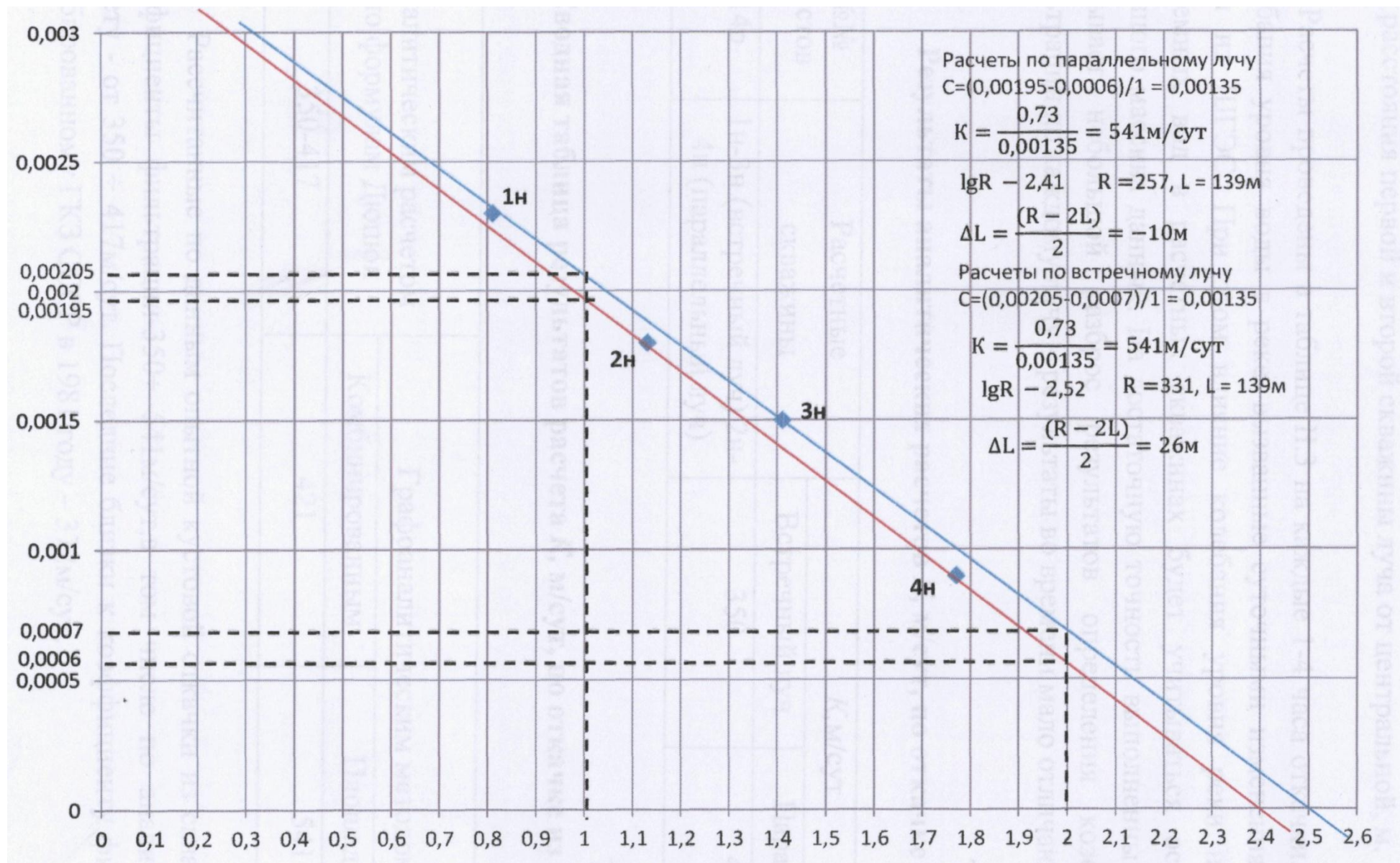


Рисунок 2.2 График площадного прослеживания понижения уровня опытного куста №14p

*Расчеты коэффициента фильтрации
аналитическим методом по скважине 14р*

Расчеты коэффициента фильтрации аналитическим методом по данным опытной кустовой откачки из разведочной скважины 14р проведены по формуле Дюпюи для двух наблюдательных скважин луча опытного куста:

$$K = \frac{0,73Q \lg(r_2 / r_1)}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)}, \quad (2.5)$$

где: Q – дебит откачки, м³/сут;

H – мощность водоносного горизонта, средняя по лучу, м;

$S_{1,2}$ – понижение уровня в первой и второй скважине луча, м;

$r_{1,2}$ – расстояния первой и второй скважины луча от центральной, м.

Расчеты проведены на каждые 1-4 часа откачки, для учета колебания уровня воды в реке, вызванные суточными изменениями сброса воды из ШГЭС. При этом влияние колебания уровня реки на уровень подземных вод в расчетных скважинах будет учитываться осреднением большого массива данных. На достаточную точность выполненных расчетов указывает небольшой разброс результатов определения коэффициента фильтрации по каждому лучу – результаты во времени мало отличаются.

Таблица 2.5 - Результаты аналитических расчетов K , м/сут, по откачке из скв.14р

№ кустов	Расчетные Скважины	K , м/сут	
		Встречный луч	Паралл. луч
14р	1н-3н (встречный луч) 2н-4н (параллельный луч)	350	417

Таблица 2.6 Сводная таблица результатов расчета K , м/сут, по откачке из скв.14р

Аналитическим расчетом по формулам Дюпюи	Графоаналитическим методом K , м/сут	
	Комбинированным	Площадным
350-417	421	541

Рассчитанные по данным опытной кустовой откачки из скважины 14р коэффициенты фильтрации - 350÷ 541м/сут, в том числе по аналитическому расчету - от 350 ÷ 417м/сут. Последние близки к коэффициенту фильтрации, апробированному ГКЗ СССР в 1981 году – 372м/сут.

Расчеты коэффициента фильтрации по данным откачек из водосборных колодцев горизонтальных дрен 12Д, 15Д, 19Д, 22Д

Расчеты коэффициента фильтрации по данным откачек из горизонтальных дрен 12Д, 15Д, 19Д, 22Д проведены по формулам:

$$K = \frac{Q \cdot (L + \Delta L)}{l \cdot (2H - S) \cdot S'} \quad (2.6)$$

где, l – длина дрены, принятая по проекту водозабора, м;

Q – дебит опытной откачки из водосборного колодца, м³/сут;

L – расстояние до реки, м;

ΔL – гидравлическое сопротивление русла, 15м.

Данные по результатам опытно-фильтрационных работ из опытного куста 12Д приведены в графическом Приложении 4.

Таблица 2.7 - Аналитические расчеты K , м/сут, по данным откачек из водосборных колодцев горизонтальных дрен

№ дрен	Q , м ³ /сут	l , м	H , м	S , м	$q=Q/l$, м ² /сут	L , м	$L + \Delta L$, м	$(2H-S)S$, м ²	K , м/сут
12Д	4061	80	8,9	1,46	50,76	41	56	23,86	119
15Д	6048	98	6,98	1,50	61,71	30	45	18,69	148
19Д	4035	76	6,32	3,00	53,09	50	65	28,92	119
22Д	4061	100	5,76	1,20	40,61	47	62	12,38	203
<i>Средние</i>	<i>4551</i>		<i>6,99</i>	<i>1,79</i>	<i>51,54</i>				<i>147</i>

По данным опытной кустовой откачки из разведочной скважины 14р коэффициент фильтрации оценивается не менее 383м/сут, разведочными работами 1980-1981 годов – 372м/сут. По откачкам из водосборных колодцев горизонтальных дрен средний коэффициент фильтрации оценен в 2,5 раза ниже – 147м/сут.

При подсчете запасов и в ходе разработки ВКР расчетный коэффициент фильтрации принят **147 м/сут.**

Русловое сопротивление ΔL по лучам кустов 22Д и 12Д (по 2 наблюдательные скважины с напорами H_1 и H_2 , на расстояниях x_1 и x_2) рассчитывалось по формуле В.М. Шестакова:

$$\Delta L = \frac{H_1 - H_2}{H_2 - H_1} \cdot (x_2 - x_1) - x_1. \quad (2.7)$$

Понижения уровней в наблюдательных скважинах куста 22Д почти одинаковые и результат расчета, похоже, некорректный. По кусту 12Д получен результат, близкий к истинному русловому сопротивлению:

$$\Delta L = \frac{185.43 - 185.82}{185.09 - 185.43} \cdot (29 - 10) - 10 = \frac{-0.39}{-0.34} \cdot 9 = 11,79 \approx 12 \text{ м.}$$

Гидравлическое сопротивление русловых отложений при разведке о.Смычка в 1980-1981 годы оценено 5м. По данным откачки из скв. 14р, русловое сопротивление оценивается от отрицательных до 26м. Расчетное русловое сопротивление принимается: $\Delta L = 15 \text{ м.}$

2.4 Подсчет запасов подземных вод гидродинамическим методом

Подсчет запасов подземных вод проведен для комбинированной схемы действующего водозабора – горизонтальный водозабор из 10 дрен, суммарной длиной 1 100м, вертикальный (на западе участка) из 14 проектных скважин и одной существующей (Сква. №4). План подсчета запасов в Приложении 5.

2.4.1 Горизонтальный водозабор

Гидродинамическим методом водоприток в горизонтальный водозабор оценивается по формуле Дюпюи:

$$Q = \ell \cdot K \frac{(2H - S) \cdot S}{2(L + \Delta L)}, \quad (2.8)$$

где: Q – расход водозабора, м³/сут;

K – коэффициент фильтрации, 147 м/сут;

H – мощность водоносного горизонта, 6,5м;

ℓ - длина водозабора, 1 100м;

S – понижение уровня, м;

ΔL – русловое сопротивление, 15 м.

Проводим контрольный расчет водопритока в горизонтальный водозабор для фактического понижения уровня $S = 2,42$ м (Приложение А) по следующим данным: $\ell = 1100$ м, $K=147$ м/сут, $H=6,5$ м, $S=2,42$ м, $R=43$ м, $\Delta L=15$ м.

$$Q_e = 1100 \cdot 147 \cdot \frac{(2 \cdot 6,5 - 2,42) \cdot 2,42}{(43 + 15) \cdot 2} = 35\,686 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Фактический расход действующей дрены $39\,673 \text{ м}^3/\text{сут}$ (Приложение А).

Сходимость составляет: $\frac{35\,686}{39\,673} \cdot 100 \cong 90\%$. То есть прогнозы по правомочны.

Прогнозный водоприток в горизонтальный водозабор, при понижении уровня $S=3,5$ м, $H=6,5$ м, $L=43$ м, $\Delta L=15$ м, оценивается:

$$Q = 1100 \cdot 147 \cdot \frac{[(2 \cdot 6,5 - 3,5)] \cdot 3,5}{(43 + 15) \cdot 2} = 46\,349 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Согласно расчетам прогнозный модуль водопритоков $M_{пр} = 46\,349 \text{ м}^3/\text{сут} : 1100 \text{ м} = 42,13 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1 м длины берегового водозабора.

Таким образом, расчетный водоприток в горизонтальный водозабор из существующих 10 водосборных колодцев составляет – 46,35 тыс. м³/сут

2.4.2 Вертикальный водозабор

Гидродинамический расчет вертикального водозабора проведен в таблице по формуле Маскета - Лейбензона для линейного ряда скважин вблизи реки в безнапорном пласте:

$$S = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi K} \left(\ln \frac{\sigma}{2\pi r_0} + \frac{2\pi l}{\sigma} \right)} = 6,5 \sqrt{42,25 - \frac{1600}{461,58} \left(\ln \frac{55}{1,256} + \frac{282,6}{55} \right)} = 3,13 \text{ м}. \quad (2.9)$$

где: S – расчетное понижение в эксплуатационной скважине, м;

H – средняя мощность по линии расчетного водозабора, 6,5м;

Q – дебит каждой из скважин расчетного водозабора, м³/сут;

K – средний коэффициент фильтрации, 147 м/сут;

σ – среднее расстояние между эксплуатационными скважинами, м;

r_0 - радиус водозаборных скважин, 0,20м;

l - расчетное расстояние от уреза реки до водозабора, $L + \Delta L$, м.

Расстояние от реки ряда действующих скважин №1, 2, 4 – от 30м до 110м, в среднем 95м.

Производительность средней скважины ряда принята $1600\text{м}^3/\text{сут}$. Скважины размещены через 55м на среднем расстоянии 30м от реки. Расчетное расстояние от реки с учетом руслового сопротивления (15м): $l = 30 + 15 = 45\text{м}$. Согласно расчетам при производительности 1 скважины линейного ряда $1600\text{м}^3/\text{сут}$ прогнозное понижение составило 3,13м, то есть менее половины расчетной мощности водоносного горизонта (6,5м). Расчет пропускной способности фильтра, проведенный по формуле И.Ф.Володько, показывает обеспеченность расчетной производительности скважины:

$$Q_{кр} = 72h_c \pi r_c \sqrt{K} = 72 \times 3,37 \times 3,14 \times 0,2 \times \sqrt{147} = 1847\text{м}^3/\text{сут} > 1600\text{м}^3/\text{сут}. \quad (4.3)$$

Производительность вертикального водозабора гидродинамическим методом оценивается $1600\text{ м}^3/\text{сут} \cdot 15\text{ скважин} = 24\,000\text{ м}^3/\text{сут}$.

Таким образом, водоприток в вертикальный водозабор составляет – 24,0 тыс. м³/сут. Суммарный водоприток, подсчитанный гидродинамическим методом составит – $46,35 + 24,0 = 70,35\text{ м}^3/\text{сут}$.

2.5 Подсчет запасов подземных вод гидравлическим методом

По расчетному линейному модулю водопритоков ($42,13\text{м}^2/\text{сут}$) производительность: - для берегового горизонтального водозабора длиной 1100м оценивается $42,13\text{м}^2/\text{сут} \cdot 1100\text{м} = 46,3\text{тыс.м}^3/\text{сут}$,

- для вертикального водозабора длиной 825м – $42,13\text{м}^2/\text{сут} \cdot 825\text{м} = 34,757\text{ тыс.м}^3/\text{сут}$.

По существующему режиму эксплуатации действующего горизонтального водозабора водоприток в расчетный береговой водозабор длиной 1100м (горизонтальный) + 825м (вертикальный) = 1925м гидравлическим методом оценивается в количестве $Q_{пр} = 1 \times M_{пр} = 1925 \times 42,13\text{м}^3/\text{сут} = 81,100\text{тыс. м}^3/\text{сут}$.

Всего эксплуатационные запасы месторождения Смычка для действующей и проектируемой схемы водозабора гидравлическим и гидродинамическим способами оцениваются в количестве $70,35\text{ тыс.м}^3/\text{сут}$.

2.6 Подсчет запасов подземных вод методом математического моделирования

При детальном обследовании режима и условий работы водозабора было собрано достаточно информации для построения математической модели водоносного горизонта в условиях его эксплуатации и решения стационарной задачи. Построение математической модели работы водозабора будет проведено для следующих целей:

1. Выполнить подсчет запасов подземных вод в сравнении с гидродинамическим и гидравлическим методами. В частности, оценить максимально возможное понижение на весь период эксплуатации водозабора, а именно 10 000 суток;
2. Оценить пределы распространения депрессионных воронок от каждой скважины, что позволит судить о границе III пояса зоны санитарной охраны (далее - ЗСО) и сравнить полученные результаты с существующими границами ЗСО действующего водозабора;
3. Оценить возможность расширения водозабора с 44 473 м³/сут до 70 350 м³/сут т.е. задать проектируемые эксплуатационные скважины и определить гидродинамические параметры фильтрационного потока.

После построения математической модели, будут даны выводы и определены виды и объемы проектируемых работ в разделе 3 Проектная часть.

В качестве программного обеспечения, для создания численной модели в дипломном проекте, используется одна из самых полных систем моделирования подземных вод в мире – PMWIN (Processing Modflow for Windows). В частности, версия PMWIN 5.3.1, которая распространяется бесплатно с лицензией Freeware.

Этапы создания модели подробно изложены в следующих пунктах дипломного проекта.

2.6.1 Создание нового проекта и определение его границ

Создаем корневой каталог, в котором будут храниться все данные модели, в т.ч. промежуточные и конечные результаты, далее задаем наименование проекта с форматом «.PM5» - Model_Smychka_TPU.pm5

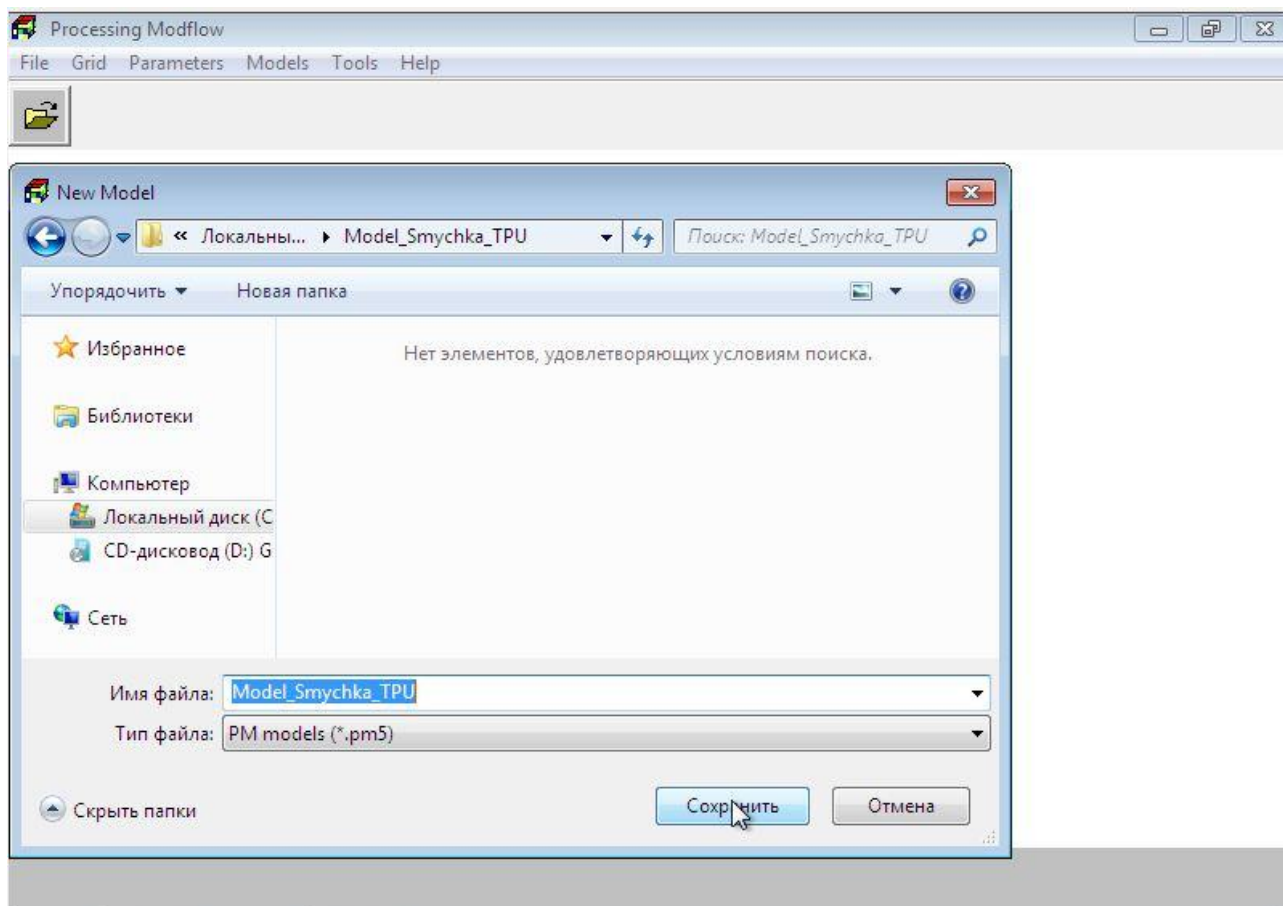


Рисунок 2.3 Создание нового проекта

Затем определяем границы проекта. Действующий водозабор эксплуатирует грунтовый водоносный горизонт и расположен на острове Смычка и, соответственно, река, огибающая остров, является питающей границей I рода. В качестве графического материала, используемого как подложка для модели, взята гидрогеологическая карта участка работ масштаба 1:5 000 (Приложение 3).

Соответственно заданы следующие границы сетки (Grid) проекта:

- по координате X - 1800 метров (180 столбцов), с шагом в 10 метров;
- по координате Y - 900 метров (90 строк), с шагом в 10 метров;

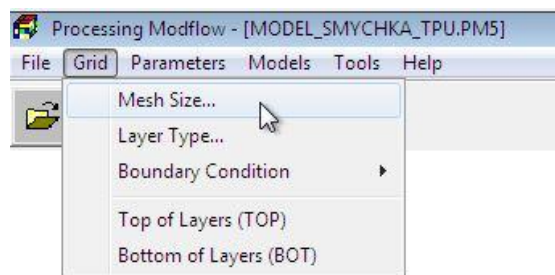


Рисунок 2.4 Выбор размерности сетки

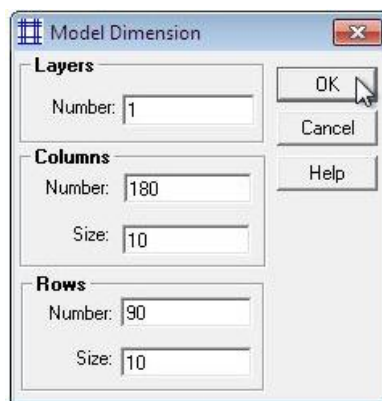


Рисунок 2.5 Задание размеров ячеек модели

На рисунке 2.5 заданы размеры ячейки для первого и единственного слоя в данном дипломном проекте. Далее необходимо задать размеры рабочей среды (Environment).

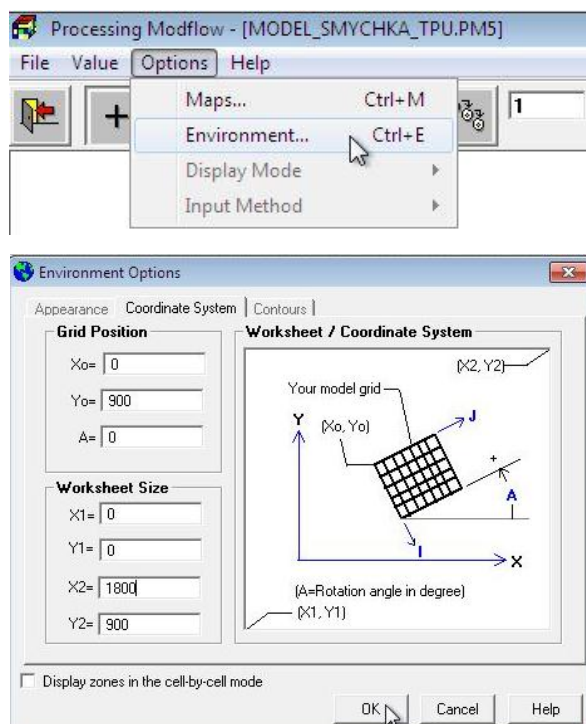


Рисунок 2.6 Задание размеров рабочей среды

2.6.2 Импорт графической основы для модели

Следующим этап является загрузка растровой карты в качестве графической основы для последующего наполнения модели данными. Как уже упоминалось, в качестве основы используется гидрогеологическая карта участка работ масштаба 1:5 000 (Приложение 3).

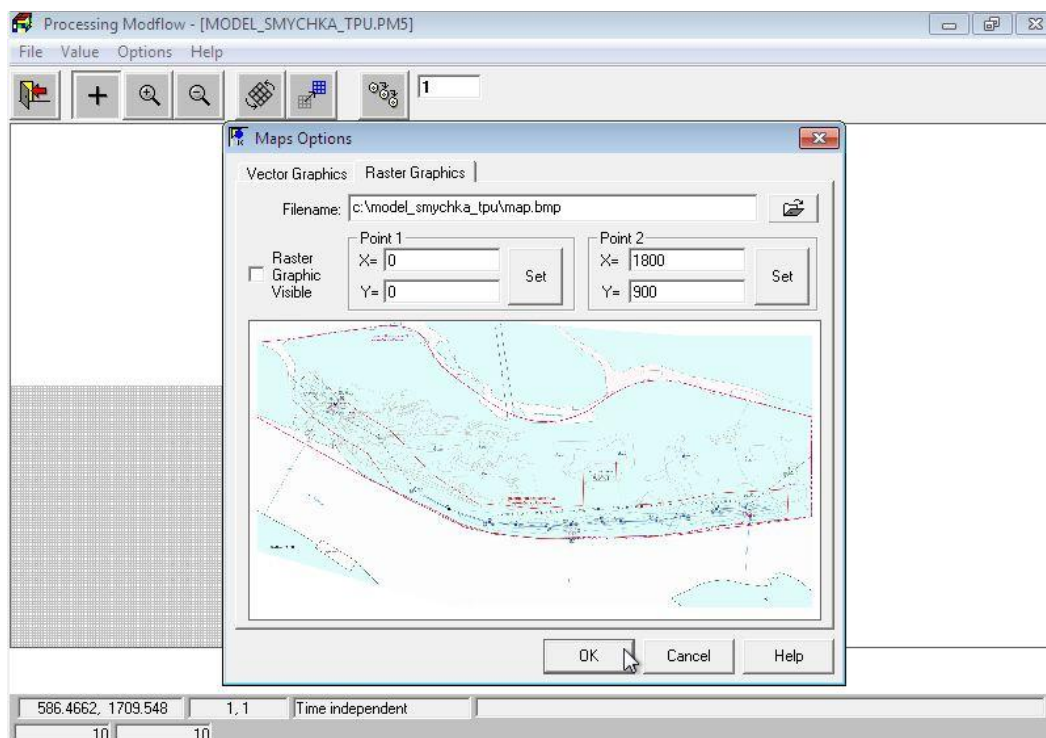


Рисунок 2.7 Загрузка растровой карты

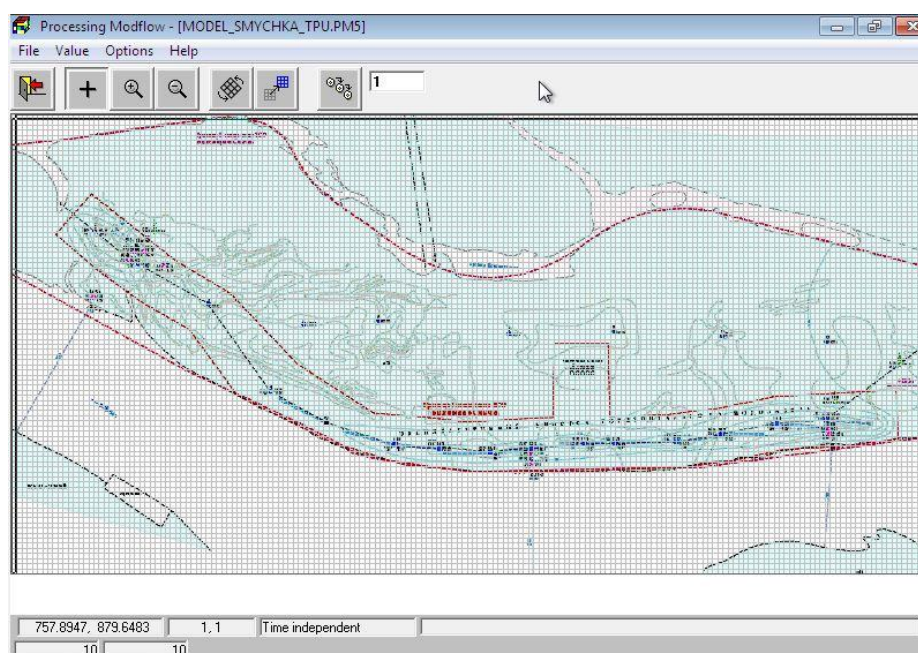


Рисунок 2.8 Общий вид рабочей среды

2.6.3 Внесение информации о типе водоносного горизонта и граничных условиях

Водоносный горизонт участка работ представлен грунтовыми водами и имеет соответственно безнапорный характер движения подземных вод. Это необходимая информация для получения ПО PMWIN расчетных характеристик фильтрационного потока.

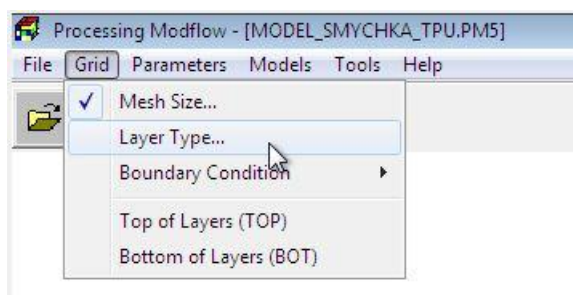


Рисунок 2.9 Внесение информации о типе водоносного горизонта

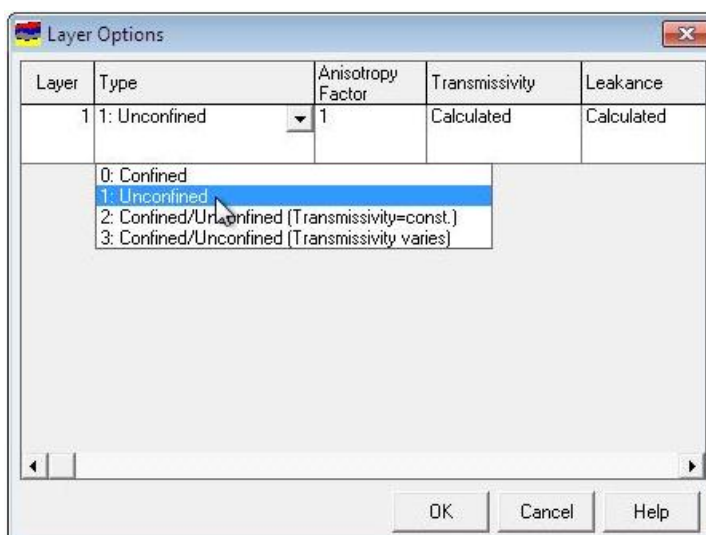


Рисунок 2.10 Внесение информации о типе водоносного горизонта

Также требуется указать граничные условия. В качестве границы первого рода выступает река Иртыш и поэтому, всем ячейкам, попадающим в зону распространения водного объекта необходимо присвоить индекс «-1». В ПО PMWIN, все ячейки участвующие в процессе моделирования и не являющиеся границей первого рода, имеют индекс активной ячейки «1». Всем прочим ячейкам за пределами реки присваиваем индекс неактивной ячейки «0» т.к. они не влияют на эксплуатацию водоносного горизонта и только усложняют расчеты для программы моделирования.

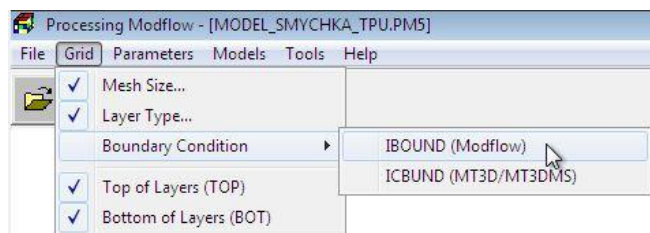


Рисунок 2.11 Внесение информации о граничных условиях

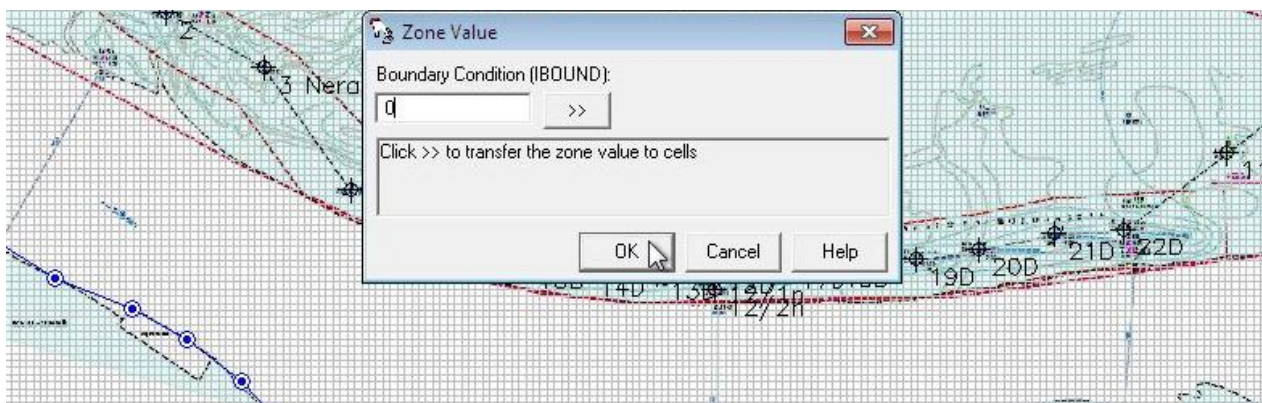


Рисунок 2.12 Внесение информации о неактивных ячейках

2.6.4 Получение информации о рельефе участка работ и подошве водоносного горизонта

Для корректной работы модели необходимо задать максимально точные данные о рельефе местности и подошве водоносного горизонта. В качестве исходных данных использовалась топографическая съемка участка работ.

Информация по каждой точке съемке с ПО AutoCAD экспортирована в ПО ArcGIS, где преобразована в изолинии высот рельефа. А затем передана в ПО Surfer для создания обменного формата «.grd» с PMWIN.

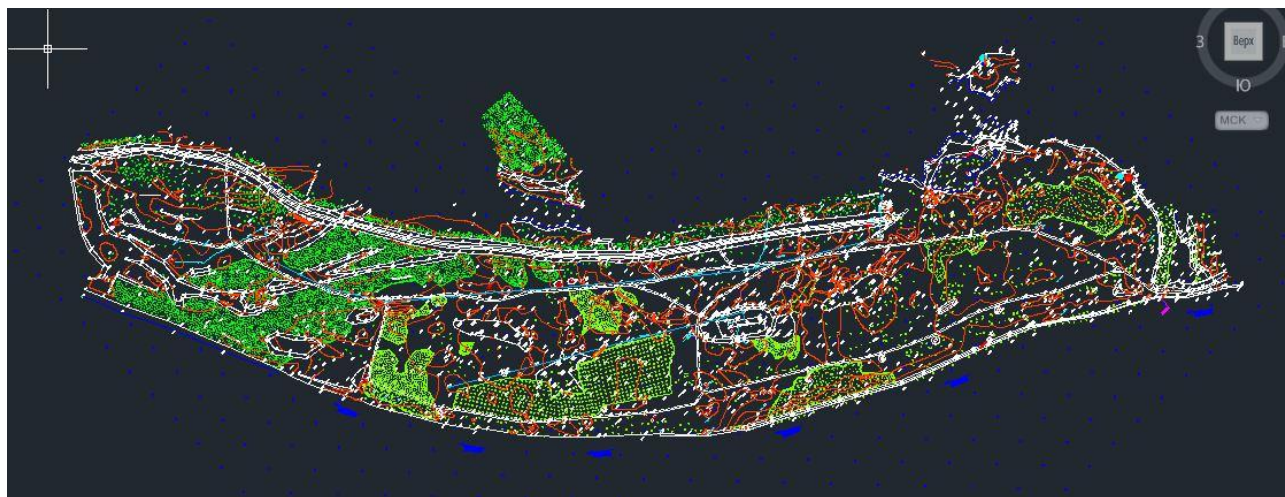


Рисунок 2.13 Топографические данные в ПО AutoCAD

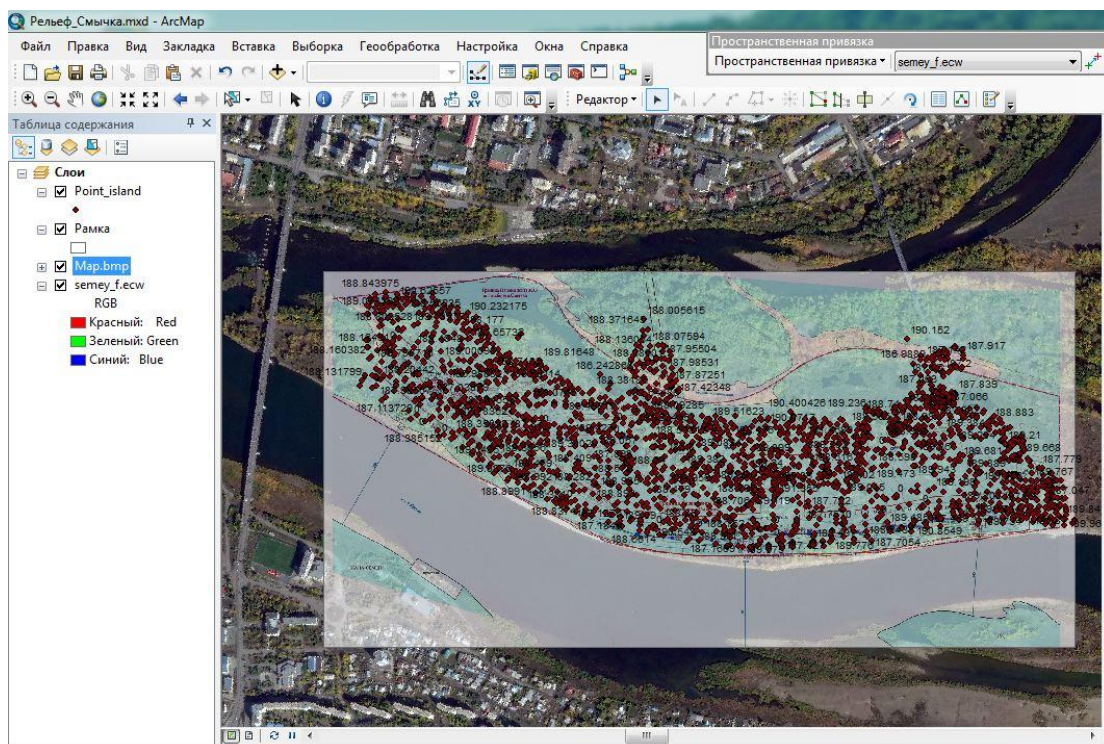


Рисунок 2.14 Обработка точек в ПО ArcGIS

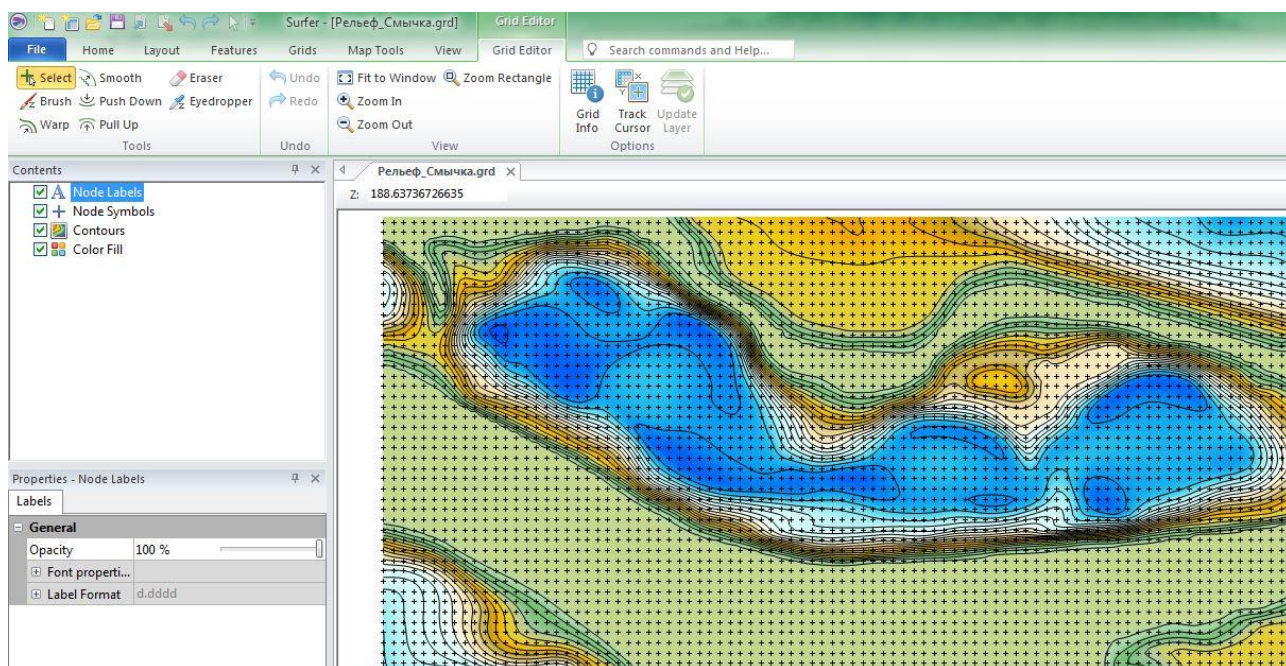


Рисунок 2.15 Построение горизонталей в ПО Surfer

Для создания горизонталей в ПО Surfer данные импортированы из ПО ArcGIS и посредством метода интерполяции – Кригинг, построена сеточная структура с горизонталями и количеством ячеек по X – 180, по Y – 90. Рельеф участка работ можно представить в виде 3D модели.

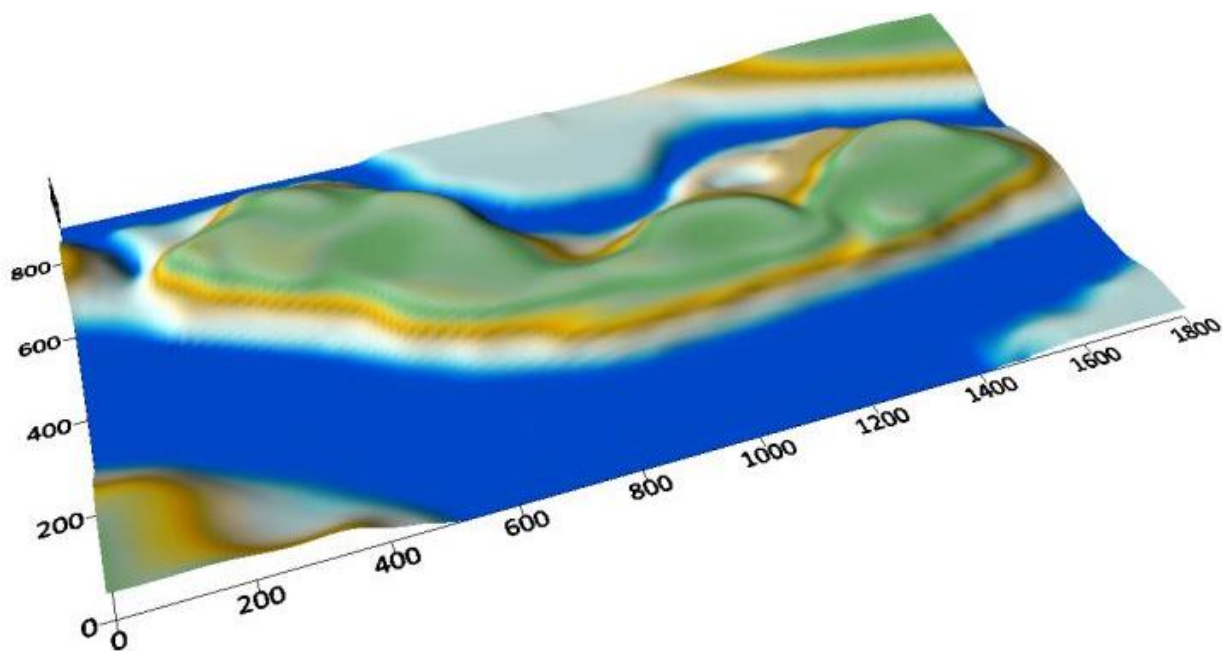


Рисунок 2.16 Визуальное представление рельефа участка работа в 3D модели ПО Surfer

Для загрузки данных о рельефе в ПО PMWIN экспортируем полученную сетку в формат «.grd» со структурой файла «Info ASCII Grid»

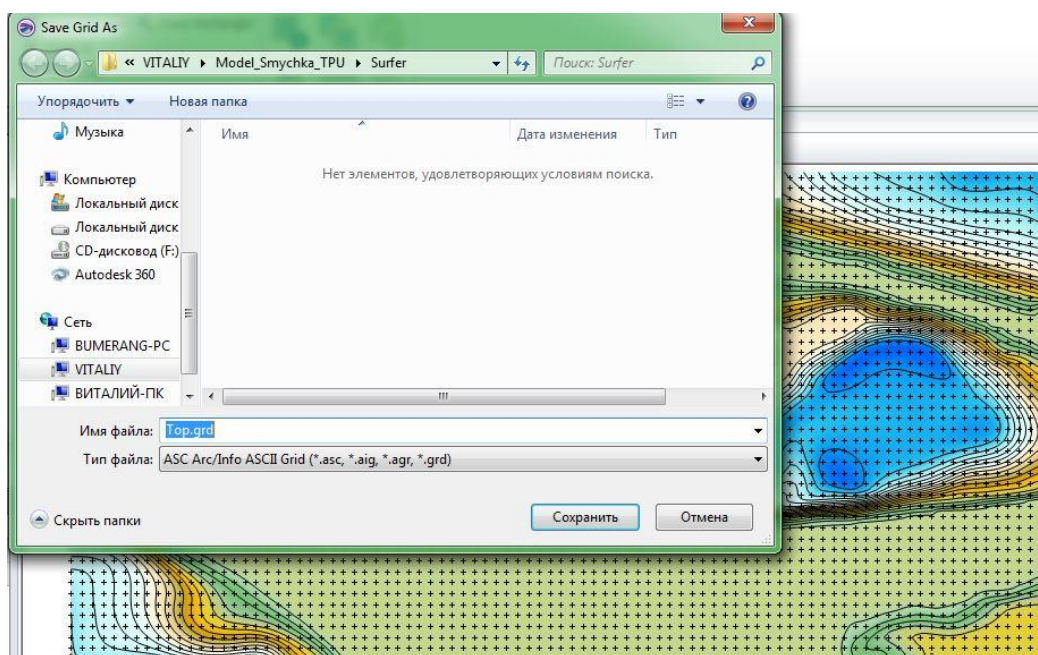


Рисунок 2.17 Экпорт данных о рельефе в Info ASCII Grid

```

Top.grd — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
ncols 180
nrows 90
xllcorner -5.027932960893855
yllcorner -5.05617977528089924
dx 10.05586592178771
dy 10.1123595505617985
nodata_value 1.70141000000000007E+38
185.499999999999062 185.500000130895103 185.500000004219999 185.5
185.500000004253707 185.500002731179308 185.500031255852548 185.5
185.50007857874769 185.500012080081092 185.500002855046063 185.50
185.500000962836936 185.50000291690705 185.500004684350813 185.50
185.500009022448353 185.500017280182362 185.500024039485368 185.5
185.500489256156953 185.501039114896287 185.501860394049771 185.5

```

Рисунок 2.18 Подготовка файла .grd к загрузке в ПО PMWIN

```

Top.grd — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
180      90
185.499999999999062 185.500000130895103 185.500000004219999 185.5
185.500000004253707 185.500002731179308 185.500031255852548 185.5
185.50007857874769 185.500012080081092 185.500002855046063 185.50
185.500000962836936 185.50000291690705 185.500004684350813 185.50
185.500009022448353 185.500017280182362 185.500024039485368 185.50
185.500489256156953 185.501039114896287 185.501860394049771 185.50
185.500018114468503 185.500001092972354 185.50000012261 185.50
185.647306737138621 185.78132179643211 185.942786002751 185.50

```

Рисунок 2.19 Подготовка файла .grd к загрузке в ПО PMWIN

После того файл .grd с абсолютными отметками в каждой ячейке подготовлен загружаем данные в ПО PMWIN через функцию Top of layers.

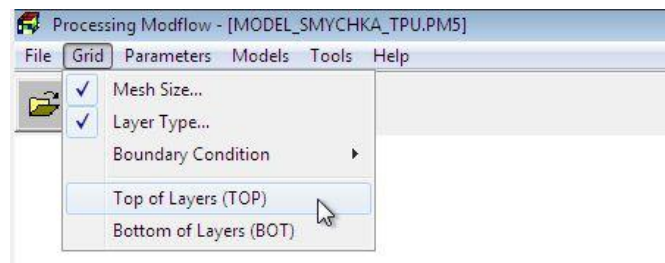


Рисунок 2.20 Загрузка данных о рельефе в ПО PMWIN

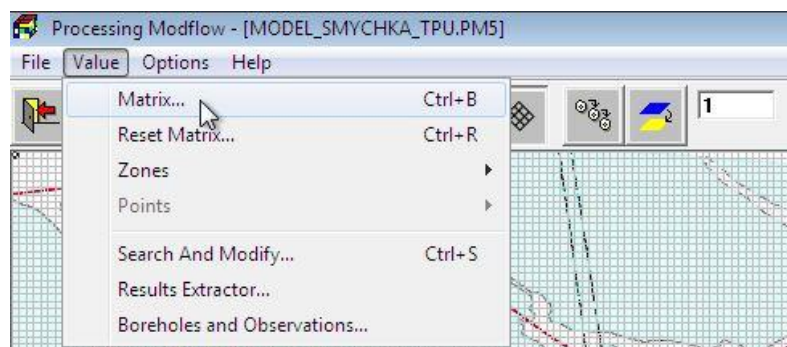


Рисунок 2.21 Загрузка данных о рельефе через Matrix

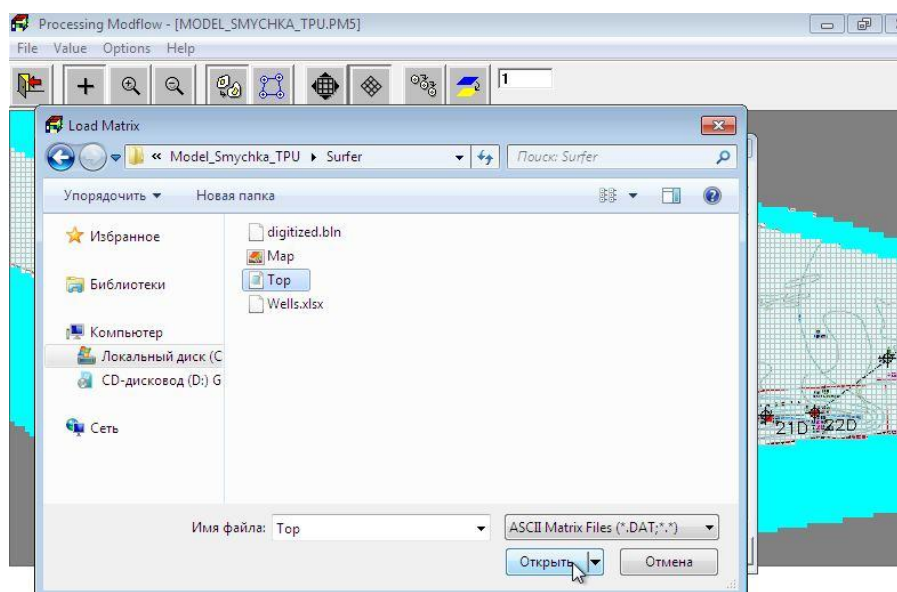


Рисунок 2.22 Выбор файла .grd к загрузке в ПО PMWIN

Для внесения информации об абсолютных отметках подошвы водоносного горизонта в качестве исходных данных послужил гидрогеологический разрез к гидрогеологической карте участка работ масштаба 1: 5 000 (Приложение 3).

Средняя отметка подошвы водоносного горизонта составляет 179,2 метра.

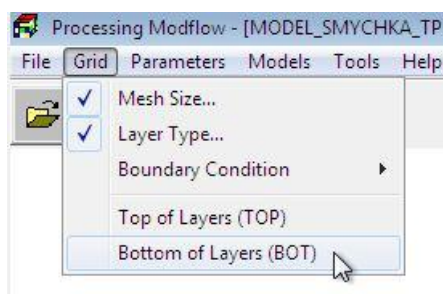


Рисунок 2.23 Загрузка данных об отметках подошвы слоя в ПО PMWIN

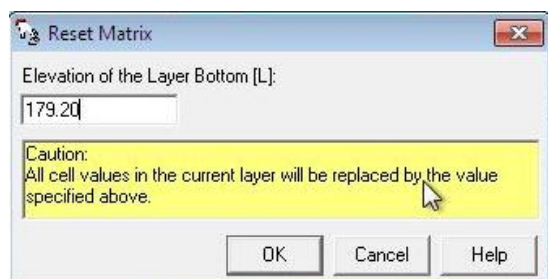


Рисунок 2.24 Обновление информации об отметках во всех ячейках

Через функцию Bottom of layers – Reset Matrix добавляем отметку во все ячейки сетки модели.

Вся необходимая информация по вкладке Grid внесена в модель.

2.6.5 Внесение параметров водоносного горизонта в математическую модель

Для построения модели необходимо внесение следующих параметров:

1. Время (Time) – определяет период возмущения водоносного горизонта. Как следует из поставленной задачи перед дипломным проектом, необходимо рассчитать максимальное понижение за весь период эксплуатации водозабора, следовательно, это 10 000 суток;

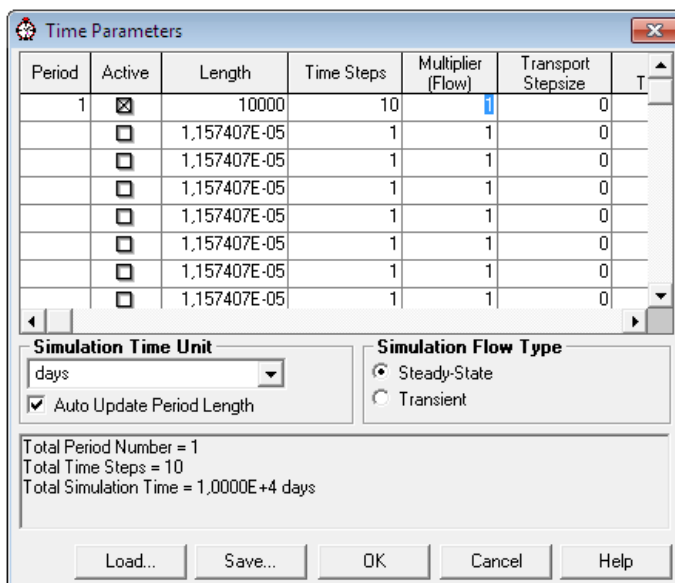


Рисунок 2.25 Внесение времени о расчетном периоде эксплуатации водозабора

2. Начальные значения напоров (Initial Hydraulic Heads) – начальные значения напоров перед началом моделирования. Начальные значения в ячейках с границей первого рода будут поддерживаться постоянными в течение всего процесса моделирования.

Средняя отметка уровня воды в реке и водоносном горизонте принята за 185,50 метров.

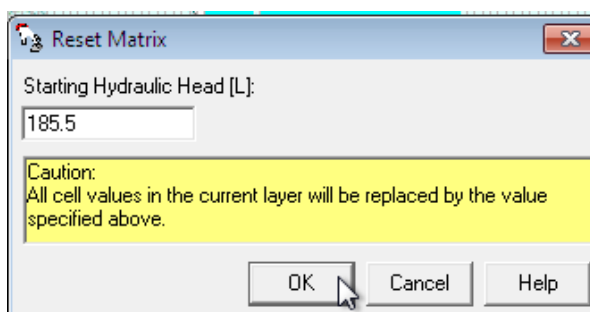


Рисунок 2.26 Обновление информации о начальных напорах во всех ячейках модели

3. Скважины (Boreholes and Observations) – служат для визуального представления скважин. Задаются координатами восточной долготы (X), северной широты (Y) и число слоев для каждой скважины.

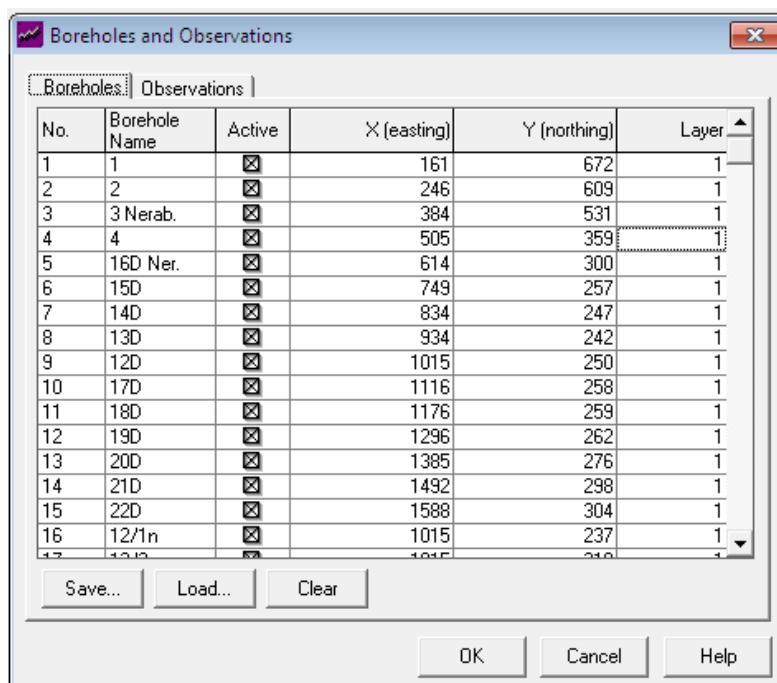


Рисунок 2.27 Внесение наименований существующих скважин и их координат в модель

4. Горизонтальный коэффициент фильтрации (Horizontal Hydraulic Conductivity) – это коэффициент фильтрации вдоль рядов ячеек. Он умножается на фактор анизотропии, указанный в диалоговом окне Layer Options, который в данных условиях равен единице.

Коэффициент фильтрации, как следует из ранее изложенных исследований, равен 147 м/сут

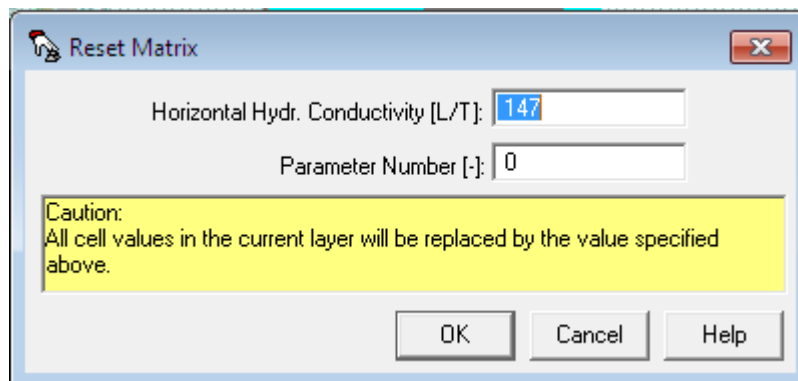


Рисунок 2.28 Обновление информации о коэффициенте фильтрации во всех ячейках модели

5. Активная пористость (Effective Porosity). Используется для вычисления действительной средней скорости потока в пористой среде.

Значение принято по умолчанию – 0,25

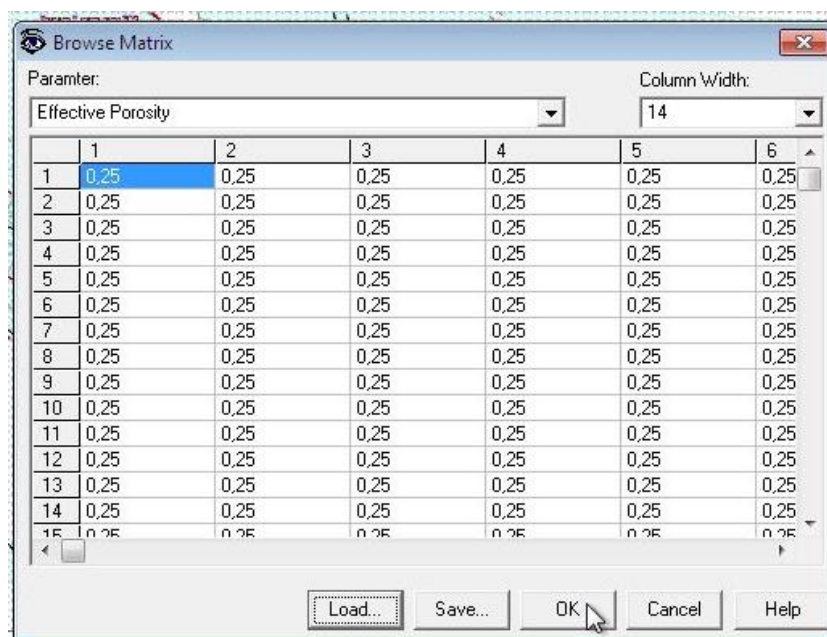


Рисунок 2.29 Информация об активной пористости во всех ячейках
Вся необходимая информация по вкладке Parameters внесена в модель.

2.6.6 Внесение параметров в модуль Modflow

Для получения расчетных значений в модуль Modflow необходимо внесение следующих параметров:

1. Объем питания (Recharge) – параметр предназначен для моделирования распределенного по площади питания водоносного горизонта.

Как следует из Таблицы 1.2, среднегодовой объем питания осадками составляет 0.00072 м/сут.

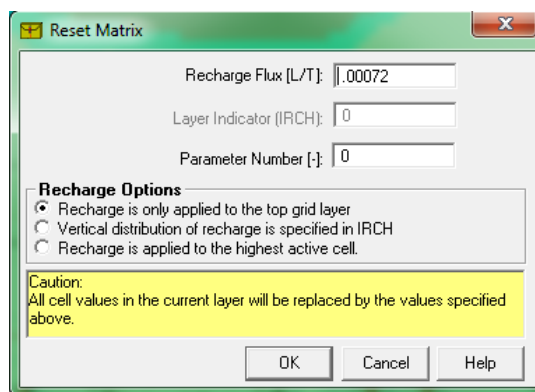


Рисунок 2.30 Внесение информации об объеме
питания во все ячейки модели

2. Река (River) – параметр предназначен для моделирования водообмена между водоносными горизонтами и поверхностными водами, такими как реки, озера и т.д. В данном случае, задаем ячейки, попадающие в пределы реки и вносим соответствующие характеристики:

- проводимость русла реки (Hydraulic conductance of the river): $100 \text{ м}^2/\text{сут}$;
- уровень воды в реке (Head in the river): 185,50 м;
- уровень дна в реке (Elevation of the bottom of the river): 180,00 м.

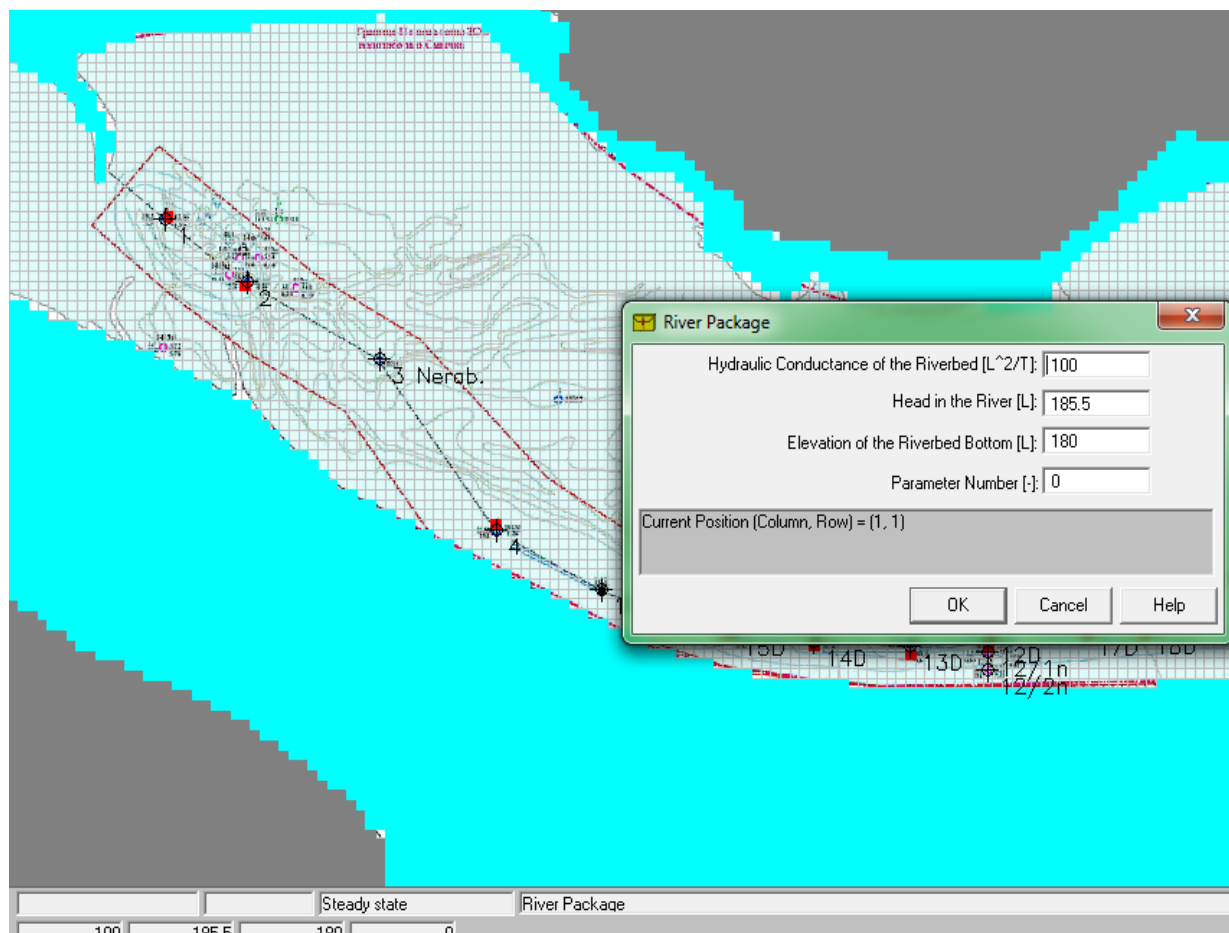


Рисунок 2.31 Внесение информации о характеристиках реки во все требуемые ячейки модели

3. Скважины (Well) – параметр предназначен для моделирования откачки или нагнетания в скважин. В качестве источника значений приняты данные по скважинам/водосборным колодцам из таблицы 2.8, которая обобщает исходные данные для подсчета запасов гидродинамическим, гидравлическим методами и методом математического моделирования.

Таблица 2.8 - Исходные данные для подсчета запасов гидродинамическим, гидравлическим методами и методом математического моделирования.

№ п/п	№ выработки	Длина дрены, м	Расчетный расход, м³/сут	Факт. расход, м³/сут	Глубина скважин, м	Координаты	
						X	Y
Существующие рабочие скважины							
1	1	-	-	1600	11.6	161	673
2	2	-	-	1600	18	246	609
3	4	-	1600	1600	17	505	367
Всего:		-	1600	4 800	-	-	-
Существующие водосборные колодцы с дренами							
1	15D	110	4635	5205	16	749	257
2	14D	110	4635	3828	16	834	247
3	13D	110	4635	2779	18	934	242
4	12D	110	4635	5895	17	1015	250
5	17D	110	4635	4097	18	1116	258
6	18D	110	4635	2255	18	1176	259
7	19D	110	4635	4035	18	1296	262
8	20D	110	4635	3135	18	1385	276
9	21D	110	4635	4383	18	1492	298
10	22D	110	4635	4061	18	1588	304
Всего:		-	46 350	34 468	-	-	-
Проектируемые скважины							
1	1P	-	1600	-	13	606	311
2	2P	-	1600	-	13	556	342
3	3P	-	1600	-	13	477	385
4	5P	-	1600	-	13	448	403
5	6P	-	1600	-	13	414	434
6	7P	-	1600	-	13	373	468
7	8P	-	1600	-	13	336	497
8	9P	-	1600	-	13	294	525
9	10P	-	1600	-	13	256	541
10	11P	-	1600	-	13	214	563
11	12P	-	1600	-	13	164	587
12	13P	-	1600	-	13	118	605
13	14P	-	1600	-	13	66	623
14	15P	-	1600	-	13	15	645
Всего:		-	22 400	-	-	-	-
Итого:		1 100	70 350	44 473	-	-	-

Первое – с существующими скважинами/водосборными колодцами и максимальной производительностью 44 473 м³/сут;

Существующая схема водозабора «Смычка»

Для существующей схемы водозабора переносим данные с таблицы 2.8 в модель.

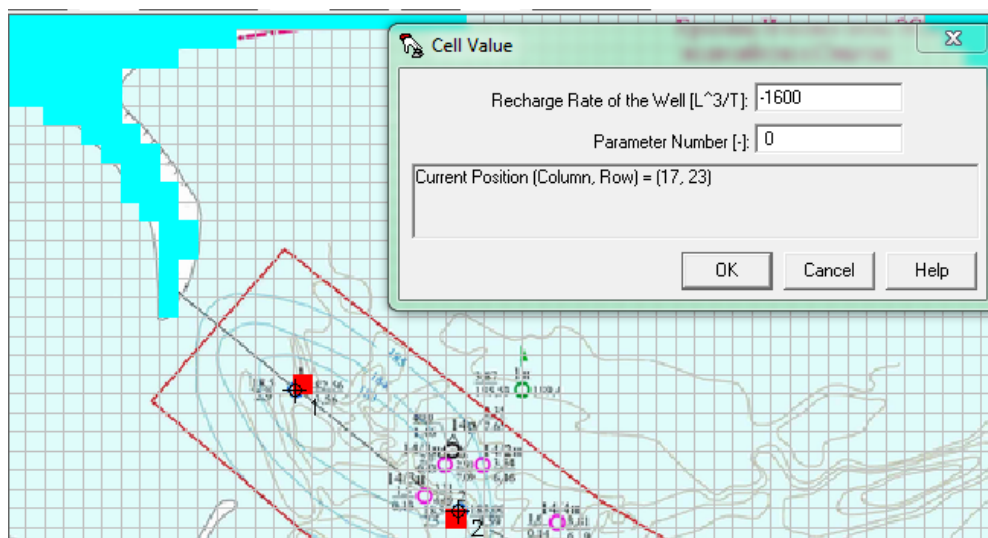


Рисунок 2.32 Внесение расхода по существующим скважинам

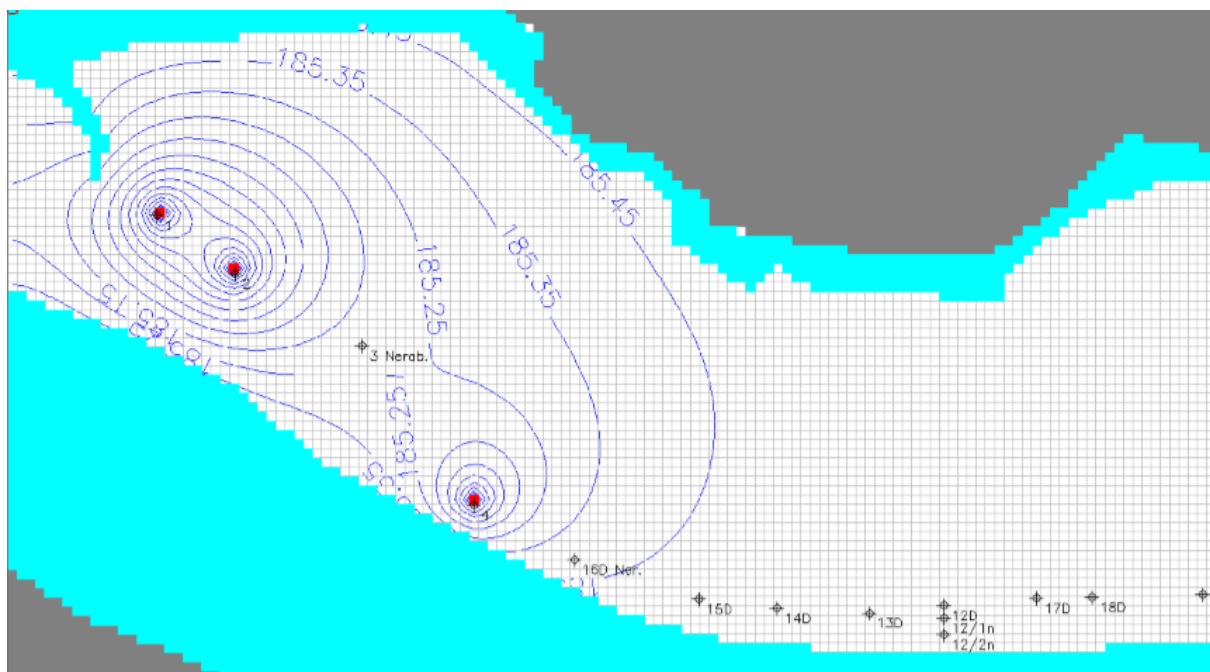


Рисунок 2.33 Расчет напоров для трех существующих скважин

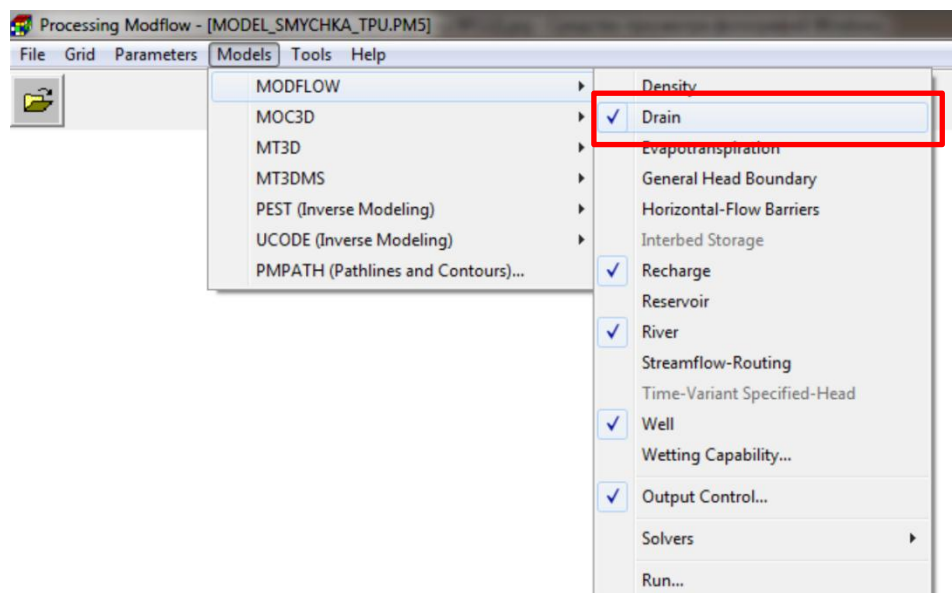


Рисунок 2.34 Выбор инструмента «Drain»

Водосборные колодцы с дренами моделируются как дренажи (Drains) и в качестве исходных данных используются следующие значения:

- гидравлическая проводимость дренажа – $109,84 \text{ м}^2/\text{сут}$. Значение отражает работу дренажа с учетом её конструктивных особенностей. В данном случае, получено экспериментально по известному расходу - $34\,468 \text{ м}^3/\text{сут}$ (табл. 2.8)
- высота уровня дренирования – 179.5 м . Дренажи (перфорированные трубы) заложены выше водоупора на $0,3 \text{ м}$.

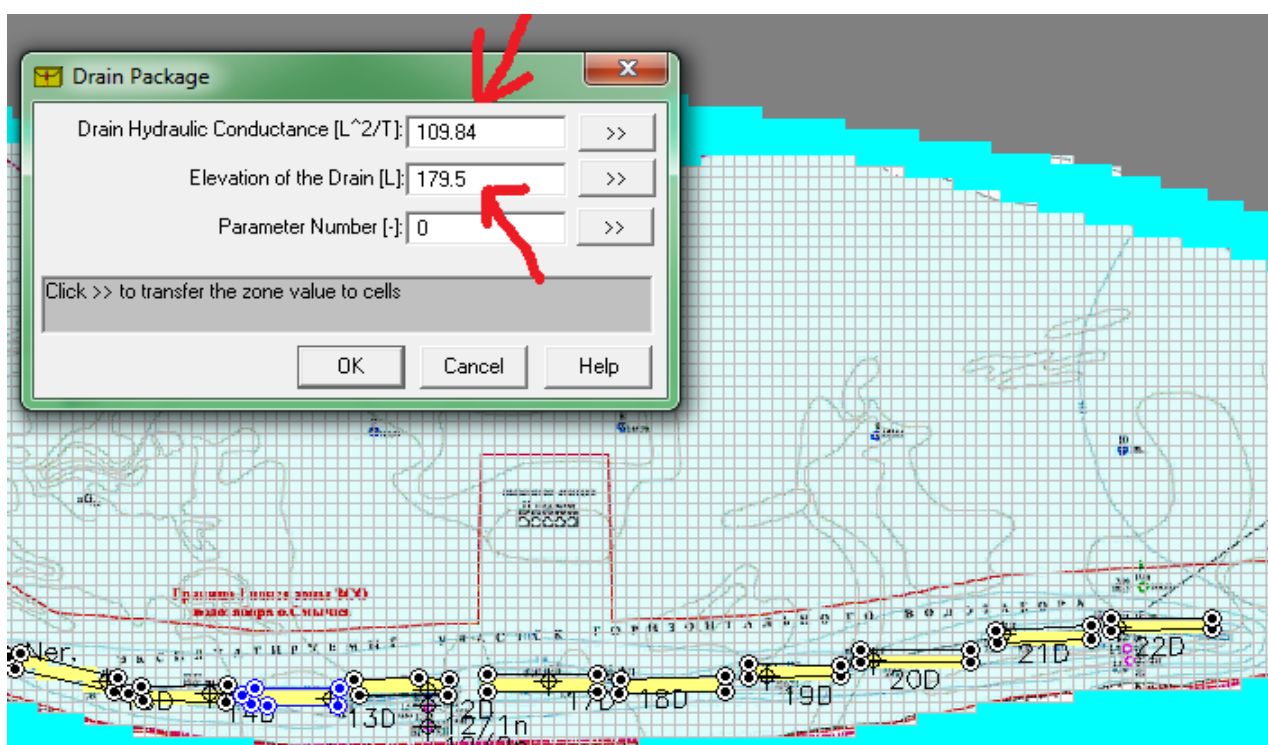


Рисунок 2.35 Внесение расхода по существующим дренам

После внесения данных запускаем обработку данных через вкладку «Models-Modflow-Run»

```

C:\Windows\system32\cmd.exe

uter Iter 1 Inner Iter 1: Max DH= -0.170E-07 Max Flow Residual= -0.238E-03
Starting iteration 1 of time step 8 in stress period 1
uter Iter 1 Inner Iter 1: Max DH= 0.153E-07 Max Flow Residual= -0.214E-03
Starting iteration 1 of time step 9 in stress period 1
uter Iter 1 Inner Iter 1: Max DH= -0.141E-07 Max Flow Residual= -0.199E-03
Starting iteration 1 of time step 10 in stress period 1
uter Iter 1 Inner Iter 1: Max DH= 0.128E-07 Max Flow Residual= -0.179E-03

----- PMWIN Message -----
MODFLOW run is complete. See the following file for full run details
C:\MODEL_SMYCHKA_TPU\OUTPUT.DAT

In case of difficulties:
1. Read the OUTPUT.DAT file.
2. Check the version, path and file name of the Modflow program.
3. Let PM check the model data for you.
4. Regenerate all input files and run Modflow again.
5. Make sure that the packages used in your model are also supported by
your modflow program. To find out which packages are included in
Modflow, consult your Modflow documentation.
6. Set a higher convergence criterion or increase the allowed iteration
numbers, if the solution convergence is not achieved.

----- End of PMWIN Message -----

Для продолжения нажмите любую клавишу . . .

```

Рисунок 2.36 Командная строка отражающая ход итог расчета математической модели

Затем визуализируем изолинии расчетных напоров (гидроизогипсы) через вкладку «Tools-Presentation»



В итоге модель отразила существующее распределение напоров при одновременной эксплуатации всех скважин/водосборных колодцев с производительностью 44 473 м³/сут. Максимальное понижение составило – 2,67 м, что допустимо в заданных условиях эксплуатации.

Проектируемая схема водозабора «Смычка»

Аналогичные действия повторим в отношении проектируемой схемы водозабора с производительностью в 70 350 м³/сут.

Исходные данные для модели извлекаем из таблицы 2.8. Т.к. расход в водосборных колодцах с дренами изменяется на 46 350 м³/сут., гидравлическую проводимость дрены увеличиваем до 238,43 м²/сут.

Контрольную проверку заданного расхода (70 350 м³/сут) при обеих схемах моделирования (существующая и проектируемая) выполняем через функцию водного баланса во вкладке «Tools» - «Water budget ». Как показано на рисунке 2.38 заданный расход совпадает.

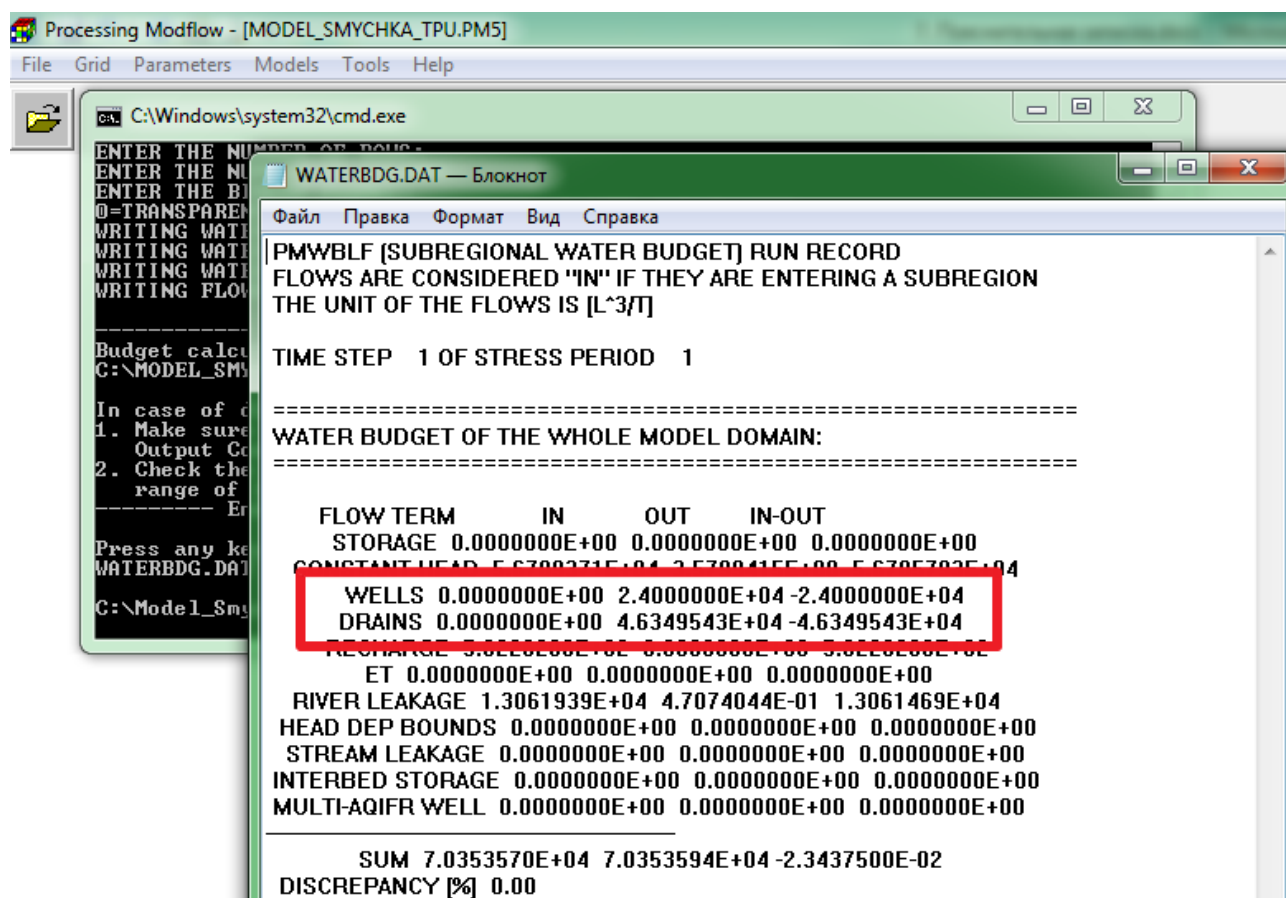


Рисунок 2.38 Проверка заданного расхода для проектируемой схемы водозабора

2.6.7 Результаты математического моделирования в ПО PMWIN

Для обобщения, приведем некоторые исходные и расчетные данные:

Таблица 2.9 – Исходные и расчетные параметры при существующей и проектной схеме водозабора

№	Параметр	Ед. измерения	Значение
1	Существующая производительность водозабора	м ³ /сут	44 473
2	Проектная производительность водозабора	м ³ /сут	70 350
3	Коэффициент фильтрации	м/сут	147
4	Мощность водоносного горизонта	м	6.5
5	Абс. отметка подошвы водоносного горизонта	м	179.2
4	Абс. отметка уровня поверхности реки	м	185.5
5	Абс. отметка уровня дна реки	м	180.0
6	Среднегодовой объем питания осадками	м/сут	0.00072
7	Заданный период эксплуатации водозабора	сут	10 000
<i>Существующая схема водозабора</i>			
8	Расчетный минимальный уровень зеркала п.в.	м	182.83
9	Максимальное понижение по всему водозабору	м	2.67
<i>Проектная схема водозабора</i>			
10	Расчетный минимальный уровень зеркала п.в.	м	182.14
11	Максимальное понижение в зоне проектных скважин	м	3.36

Исходя из полученных результатов, можно заключить, что построенная математическая модель отражает результаты гидродинамического и гидравлического методов. Следовательно, модель разработана с достаточной достоверностью. Результаты математического моделирования представлены в Приложении 6.

Согласно поставленным задачам в подразделе 2.6, можно сделать следующие выводы:

1. Максимально возможное понижение водоносного горизонта водозабора «Смычка» при существующей производительности в 44 473 м³/сут за период 10 000 суток составляет 2.67 метра;

2. Депрессионные воронки от каждой скважины взаимодействуют между собой и ограничиваются береговым контуром о.Смычка или границей I рода (р.Иртыш), что говорит о распространении границы III пояса зоны санитарной охраны до р.Иртыш. Следовательно, существующая граница II пояса ЗСО фактической схемы водозабора, отраженные на гидрогеологической карте М1:200 000 совпадает с III поясом зоны санитарной охраны до р.Иртыш по результатам моделирования;

3. Максимально возможное понижение уровня водоносного горизонта в зоне проектируемых скважин водозабора «Смычка», при проектной производительности в $70\,350\text{ м}^3/\text{сут}$ за период 10 000 суток, составляет 3.36 метра. При таком понижении эксплуатация месторождения допустима. Следовательно, возможность расширения водозабора с $44\,473\text{ м}^3/\text{сут}$ до $70\,350\text{ м}^3/\text{сут}$ обоснована.

В целом, математическое моделирование, совместно с гидродинамическим и гидравлическим методами, дает отличные возможности по визуализации поведения водоносного горизонта во время работы водозабора. Кроме того моделирование является эффективным инструментом по планированию реконструкции водозаборных сооружений.

Самой трудоемкой частью моделирования является процесс наполнения модели исходными параметрами, но затем эта часть работы компенсируется многофункциональностью и вариативностью решений, которая может предоставить математическая модель в самые короткие сроки.

3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Программа проектных работ на территории водозабора Смычка

Основная задача дипломного проекта состоит в детальном анализе существующих данных по обследованию водозабора «Смычка» и определении работ, которые необходимы для расширения водозаборных сооружений до проектируемой производительности водозабора – 70,35 тыс. м³/сут.

Проектом предусматривается бурение 14 эксплуатационных скважин глубиной 13 м для увеличения водоотбора подземных вод. Во всех скважинах будут производиться пробные откачки для определения проводимости пласта. Также по окончании буровых работ запроектировано проведение работ по отбору проб с каждой скважины на полный химический анализ. Общий метраж бурения составляет $14 \times 13 = 182$ м.

Для организации бурения скважин необходимо иметь информацию о физико-механических свойствах горных пород. Эти сведения позволяют правильным образом выбрать способ бурения, оборудование, тип породоразрушающего инструмента и определить технологические параметры режима процесса бурения.

Ниже по разделу представлен геологический разрез проектируемых скважин и интервалы их залегания на основе разреза существующих скважин на территории о. Смычка. Глубина проектируемых скважин принята по аналогии с действующими выработками.

Таблица 3.1 - Проектный геологический разрез по скважине

Интервал, м (от-до)		Мощность слоя, м	Возраст пород	Наименование пород	Категория пород по буримости
0	11	11	aQ _{IV}	Песок с гравием и галькой. Гравийно-галечник с песчаным заполнителем и включением валунов до 10-30%	IV
11	13	2	C ₂ bk	Песчаники аркозовые и туфогенные, алевролиты, глинистые сланцы	IV

Для решения поставленных задач используются следующие методы:

- топографо-геодезическая выноска скважин на местность;
- бурение эксплуатационных скважин;
- опытно-фильтрационные работы;
- отбор проб и лабораторные химико-аналитические исследования;
- камеральная обработка полученных данных;

Методика работ раскрыта в следующем подразделе проекта.

3.2 Методика проектируемых работ

3.2.1 Топографо-геодезическая выноска скважин на местность

Топографо-геодезические работы необходимы для плановой и высотной привязки местоположения скважин на местности до и после производства бурения.

В рамках настоящего проекта предполагается перенести на местность 14 точек под бурение эксплуатационных скважин. Категория трудности 1, местность хорошо освоенная, легкопроходимая. Работы будут проведены при пеших переходах. Координатная привязка скважин осуществляется с помощью GPS-навигатора [35].

3.2.2 Буровые работы

Для производства бурения обозначим порядок проектирования скважины:

1. Выбор и обоснование водоподъемных механизмов

Бурение скважин осуществляется в дополнение к существующим, поэтому тип и наименование насоса для эксплуатации скважины принят по аналогии с уже используемым, а именно ЭЦВ-12-210-55.

Краткие технические характеристики насоса

Подача воды	210 м ³ /ч
Напор	55 м.
Мощность	45 кВт
Напряжение	380 В
Поперечный разрез агрегата	281 мм
Тип электродвигателя	ПЭДВ

2. Выбор и обоснование способа бурения

Для бурения скважин на территории о.Смычка, с известными физико-механическими свойствами горных пород, наиболее эффективно применять ударно-канатное бурение по следующим причинам:

1. Вскрываемый водоносный горизонт не засоряется и не кольятируются глинистым раствором т.к. не используется во время бурения;
2. Обеспечивается высокое качество опробования практически без искажения природной характеристики водоносного пласта.
3. Отсутствует необходимость в снабжении буровой установки водой и глиной;
4. Бурение скважин будет производиться в аллювиальных валунно-галечниковых отложениях, что обеспечивает высокие коммерческие скорости бурения.

Диаметр скважин принят 445 мм, по аналогии с существующими скважинами и габаритных размеров насосного оборудования (ЭЦВ-12-210-55). На основании вышеизложенного выбрана буровая установка УГБ-ЗУК.

Краткие технические характеристики буровой установки

Максимальная глубина бурения	200 м;
Максимальный начальный диаметр скважины	600 мм;
Минимальный конечный диаметр скважины	345 мм;
Максимальная масса ударного снаряда	1 500 кг;
Частота ударов бурового инструмента	0.4-0.5 с ⁻¹
Грузоподъемность мачты	20 т;
Мощность эл. двигателя	22 кВт;
Масса не более	8 000 кг.

3. Выбор и обоснование конструкции фильтра

Водоносный пласт представлен валунно-галечниковыми и гравийно-песчаными отложениями. В связи с этим выбран каркасно-стержневой фильтр с поясами жесткости С-410-60. Он состоит из двух соединительных

патрубков, металлических стержней и опорных поясов жесткости. Каркасно-стержневые фильтры имеют большую скважность (до 60 %), менее трудоемки в изготовлении, требуют меньшего расхода цельнотянутых труб, удовлетворительно работают при длительной эксплуатации, поэтому выбран именно этот тип фильтров [1]. Длина фильтра принята по аналогии с существующими скважинами и составляет 5 метров.

Мощность эксплуатируемого водоносного горизонта незначительна (6,5м), поэтому длина отстойника составит два метра [4].

Водоподъемник ЭЦВ-12-210-55 устанавливается ниже максимального динамического уровня на один метр т.к. для корректной работы насоса необходим подпор. Проектный статический уровень в скважине – 3,5 метра, понижение 3.36 метра, следовательно, насосное оборудование устанавливается на глубине 8,0 метра, в зоне фильтра. Вынужденная установка насоса в фильтровой зоне обусловлена невысокой мощностью водоносного горизонта и его неглубоким залеганием от поверхности земли.

4. Выбор конструкции скважины

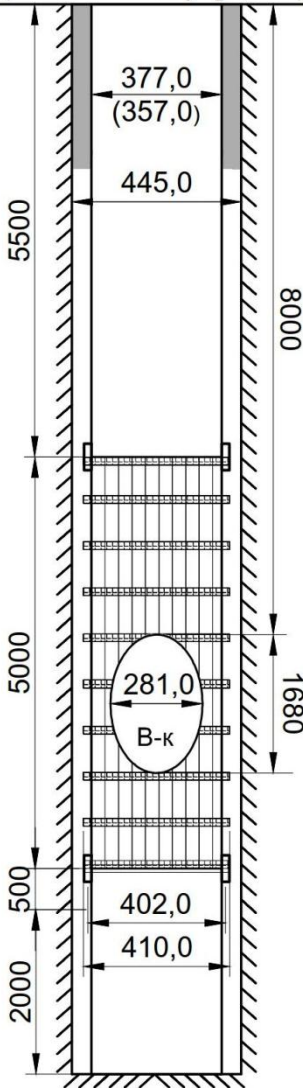
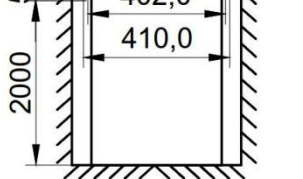
Основанием для выбора конструкции скважин является геологический разрез, назначение скважины и способ бурения. Исходными данными для расчета конструкции скважины являются параметры водоприемной части скважины и водоподъемного оборудования при бурении эксплуатационной скважины. В общем виде конструкция проектируемых скважин совпадает с существующими скважинами и состоит из обсадной колонны, фильтра и отстойника.

Диаметр скважин (долота при бурении) принят 445 мм, следовательно, наружный диаметр обсадной трубы составляет 377 мм и наружный диаметр муфты соединяющие обсадные колонны составляет 402 мм, т.е. соблюдается необходимый зазор в 43 мм между стенками скважины и обсадной трубы. Внутренний диаметр обсадной колонны, при толщине стенки 10 мм, составляет 357 мм и достаточен для размещения водоподъемного оборудования диаметром 281 мм. Стыковка обсадных труб осуществляется

соединительными муфтами. Наружный диаметр фильтра С-410-60 с учетом поясов жесткости и соединительной муфты составляет не более 410 мм. Длина одного звена фильтра 3100 мм. Для укрепления ствола скважины, первые два метра затрубного пространства от поверхности земли цементируются.

Конструкция эксплуатационной скважины представлена в таблице 3.2. Геолого-технический наряд на бурение одной эксплуатационной скважины глубиной 13 м представлен в Приложении 7 и применим для всех 14-ти эксплуатационных скважин.

Таблица 3.2 – Конструкция эксплуатационной скважины

№	Наименование пород	Категория	Мощность, м	Уровень, м	Конструкция скважины, диаметры труб, мм (в скобках внутр., мм)	Диаметры долот, мм
1	Песок с гравием и галькой. Гравийно-галечник с песчаным заполнителем и включением валунов до 10-30%	IV	11	3,5 6,7		445,0
2	Песчаники аркозовые и туфогенные, алевролиты, глинистые сланцы	IV	2			

5. Выбор конструкции бурового снаряда

Исходными данными является:

- 1) Диаметр долота – 445мм;
- 2) Тип долота – крестовое, исходя из геологического разреза проектируемых скважин и категории по буримости;
- 3) Категория по буримости – IV.
- 4) Установка для бурения – УГБ-ЗУК.

Буровой снаряд для ударно-канатного бурения состоит из долота, ударной штанги, раздвижной штанги и канатного замка. Т.к. категория по буримости пород - IV, то выбираем относительный вес бурового снаряда на 1 см лезвия долота – 30кг [1]. Необходимый вес снаряда

$$m = m_o * D = 30 * 44,5 = 1\,335 \text{ кг.} \quad (3.1)$$

где, m_o - относительный вес бурового снаряда на 1 см лезвия долота, кг

D – диаметр долота, см

Таблица 3.3 - Элементы бурового снаряда

Наименование	Тип	Резьба	Диаметр, мм	Вес, кг	Длина, м
Долото	крестовое	107х152	445	580	1,4
Ударная штанга	гладко-ствольная	107х152	220	530	2,0
Раздвижная штанга	-	107х152	260	490	2,24
Канатный замок	-	107х152	220	127	0,9

Сумма веса долота, ударной штанги и половины веса раздвижной штанги бурового снаряда:

$$m_{\text{сн}} = 580 + 530 + \frac{490}{2} = 1\,355(\text{кг}) = 13.29(\text{кН}) \quad (3.2)$$

Таким образом, полученный вес снаряда и необходимый практический совпадают (разница – 1,5%).

Суммарная длина бурового снаряда:

$$L_{\text{сн}} = 1,4 + 2,0 + 2,24 + 0,9 = 6,54(\text{м}) \quad (3.3)$$

Высота мачты УГБ-3УК - 12,25м, следовательно, её высота превышает длину бурового снаряда в 1,87 раза. Выбранный буровой снаряд подходит для буровой установки УГБ-3УК.

В качестве вспомогательного оборудования при бурении используется желонка с плоским клапаном. Желонки применяются для удаления шлама из скважины при бурении долотами.

6. Разработка режима бурения скважины

Под режимом бурения понимается совокупность параметров процесса, которые могут быть изменены непосредственно во время бурения. На полезную работу, т. е. на отрыв частиц породы от забоя, расходуется лишь часть энергии падающего снаряда. Остальная часть тратится на упругую деформацию бурового снаряда и на дробление частиц породы, уже оторванных от забоя.

Производительность бурения ударно-канатным способом существенно зависит от правильно подобранных параметров режима бурения, массы бурового снаряда, высоты его подъема над забоем, частоты ударов и количества подливаемой воды в скважину. Все параметры сведены в таблицу 3.4

Таблица 3.4 – Параметры режима ударно-канатного бурения

Диаметр долота, мм	Масса, кг		Частота ударов – n, в мин	Высота подъема снаряда - h, м
	Относительная - m ₀	Ударной частоты – m		
445	30	1 355	50÷60	0,5÷0,7

Для определения рациональной частоты ударов в 1 мин использована формула [5] :

$$n = 20 \sqrt{\frac{a}{h}} = 20 \sqrt{\frac{4,5}{0,5 \div 0,7}} = 60 \div 50 \quad (3.4)$$

где, a - ускорение при падении снаряда в шламовой среде, 4,5м/с²

h —высота сбрасывания снаряда, 0,5 ÷ 0,7 м

Чем больше высота подъема, тем меньше должна быть частота ударов. При бурении более крепких пород целесообразно увеличивать высоту подь-

ема снаряда, снижая при этом частоту ударов. С ростом глубины бурения необходимо увеличивать высоту подъема снаряда и снижать частоту ударов, так как за счет удлинения каната его амплитуда колебаний может быть иной, чем у оттяжного шкива. Высота подъема бурового снаряда регулируется перестановкой пальца кривошипа, а частота ударов - изменением частоты вращения двигателя.

3.2.3 Опытнo-фильтрационные работы

Бурение проводится ударно-канатным способом, поэтому проведение сложных работ по освоению скважины не требуется. Проведение опытнo-фильтрационных работ необходимо для определения фильтрационных параметров водоносных горизонтов. Дипломным проектом предусматривается выполнение прокачки и опытной откачки.

Прокачки скважин производятся с целью очистки ствола скважины от шлама. В процессе прокачки замеряется количество выносимого песка. Прокачка производится в течение нескольких часов желонкой. [6]

Опытная откачка является одним из основных видов опытнo-фильтрационных работ, по результатам которого оценивается возможность отбора из скважин необходимого количества воды и в должном качестве.

В качестве насосного агрегата решено использовать эксплуатационное оборудование ЭЦВ-12-210-55, которое уже используется на существующих скважинах. По результатам опытных откачек определяется:

- 1) Производительность скважины и зависимость дебита от динамического уровня воды;
- 2) Устойчивость дебита или понижения во времени, или зависимость их изменения от времени и режима эксплуатации;
- 3) Качество воды т.к. в ходе откачки будет производиться отбор проб воды на анализ;

Опытная откачка должна производиться не менее чем при двух понижениях с дебитом, составляющим при большем понижении 75% проектной. При этом продолжительность откачки не менее 1-5 суток на

каждое понижение. При проведении откачки должны быть достигнуты стабильные дебиты при устойчивых величинах понижений.

Проводимая опытная откачка должна быть непрерывной. Дебит скважин и динамический уровень можно считать установившимися, если в течение последних 24 ч откачки систематического снижения уровня и изменения дебита не происходит. В процессе откачки одновременно измеряется дебит и динамический уровень в скважине через каждые 1 - 3 ч, исходя из условия не менее 15—20 замеров на каждое понижение.

Откачиваемая из скважины вода отводится по временному водоотводу и обратно в скважину попадать не должна. [6]

3.2.4 Отбор проб и лабораторные определения

Отбор проб воды будет осуществляться из всех 14-ти проектируемых скважин после проведения прокачки и опытной откачки продолжительностью не менее 24 часа. [6]

Полный химический анализ воды будет проводиться аккредитованной лабораторией ГКП «Семей Водоканал» (г.Семей, Республика Казахстан). Лаборанты организации примут непосредственное участие в отборе проб воды согласно правилам действующих нормативов.

3.2.5 Камеральная обработка полученных данных

После полевых работ осуществляется камеральная обработка результатов. Составляется уточненные схемы (карты фактического материала), с расположением новых сооружений (скважин). В таблицы баз данных заносятся обновленные сведения. Они будут включать в себя конструкции скважин, минерализацию и химический состав подземных вод, положение уровня, температуру воды. Выполняется обобщение полевых наблюдений, составление каталогов, таблиц, графиков, ведомостей и колонок.

Камеральная обработка материалов опытных гидрогеологических работ включает затраты на: приемку и проверку материалов полевой

документации, составление листа откачки, вертикального гидрогеологического разреза, необходимых графиков и таблиц, ведомостей, выполнение расчетов гидрогеологических параметров.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

4.1 Введение

Город Семей (Республика Казахстан) – расположен по обоим берегам реки Иртыш и без подчинённых ему сельских округов занимает территорию площадью 210 км². Население города Семей по состоянию на 2018 год составляет 349 302 человек [36].

Отмечается низкая фактическая производительность водозабора Смычка, не превышающая половину проектной производительности при недостаточной обеспеченности города питьевой водой. Малый объем подачи питьевой воды связан с техническим состоянием водозаборного сооружения.

В дипломном проекте «Гидрогеологические условия руслового водозабора г.Семей и проект исследований для увеличения водоотбора (г.Семей, Республика Казахстан)» планируется комплекс работ и исследований на водозаборе Смычка, которые предусматривают исполнение раздела «Социальная ответственность»

Фактическая среднегодовая производительность водозабора Смычка в последнее десятилетие - 33-45 тыс.м³/сут. Согласно проекту планируемая производительность водозабора – 70,35 тыс. м³/сут.

Обеззараживание подаваемой в город воды производится жидким хлором. Хлораторная оборудована хлораторами ЛОНИИ-100. Далее в разделе будут описаны правила безопасности при работе с жидким хлором и в аварийной ситуации.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Производство работ будет осуществляться на территории Республики Казахстан, поэтому ниже по разделу в дипломном проекте приведен перечень действующих нормативных документов, которые при производстве работ обязательны к применению:

- Экологический Кодекс Республики Казахстан за №212-III.[11]

- СП РК 1.03-106-2012 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве» [10];

- СНиП РК 2.02-05-2009* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [12];

- Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите». [13]

- Санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» утвержденные приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 18 февраля 2005 года №63.[14]

- Правила устройства электроустановок РК утвержденные Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 230.

Общие организационные вопросы обеспечения безопасности применимые к данному дипломному проекту:

1. Все рабочие должны быть обучены, сдать экзамены по технике без-опасности применительно к профилю работы.

2. Рабочие, связанные с повышенной опасностью работ (бурильщики и их помощники, шоферы и др.) допускаются только при наличии удостоверения об окончании специальных курсов о проверке знаний правил техники безопасности, инструкций и правил технической эксплуатации и прошедшие по безопасным методам труда.

3. На всех применяемых грузоподъемных машинах и механизмах необходимо сделать надписи об их предельной грузоподъемности, не превышающей паспортную. Узлы, детали и приспособления повышенной опасности должны быть окрашены в соответствующие цвета, согласно ГОСТу 12.4.026-2015 стандартов безопасности и иметь предупреждающие знаки безопасности. [15]

4. В каждом отряде и участке должны быть обучены работники по обслуживанию газовых установок и назначено приказом лицо, ответственное за газовое хозяйство.

5. Работники, вновь принятые на работу или переведенные с других видов работ, должны пройти медицинский осмотр, принять при необходимости соответствующие прививки с учетом профиля и условий их работы.

6. Вновь принятые работники допускаются к самостоятельной работе после вводного инструктажа на рабочем месте, обучения приемам работы и проверки знаний по Т.Б, применительно к профилю выполняемой работы

7. Все работники должны быть обучены оказанию первой медицинской помощи, уметь наложить повязку, жгут, шину, делать искусственное дыхание, правильно транспортировать пострадавшего и т.д.

8. Прием на работу в геологоразведочные организации лиц моложе 18 лет запрещается.

9. В данном районе присутствует опасность заражения клещевым энцефалитом, поэтому в весенне-летний период, работники, занятые на полевых работах, должны иметь противоэнцефалитные прививки.

До начала полевых работ весь персонал отряда должен быть ознакомлен с условиями производства полевых работ и правилами техники безопасности (ТБ). Результаты проверки полученных знаний и навыков оформляют в журнале регистрации обучения и всех видов инструктажа по ТБ.

4.3 Производственная безопасность

4.3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Возможные опасные и возможные вредные производственные факторы при проведении определенных видов полевых, лабораторных и камеральных работ на участке работ водозабора Смычка и в камеральном помещении,

оценены по межгосударственному стандарту ГОСТ 12.0.003-2015 [16] и представлены в Таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Возможные опасные и возможные вредные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Лабораторные исследования	Камеральный	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 [18] ГОСТ 12.2.003-91 [17] ГОСТ 12.4.125-83 [19] ГОСТ 12.4.011-89 [20] ГОСТ 12.1.019-2017 [21] ГОСТ 12.1.030-81 [22] СН 2.2.4/2.1.8.556-96 [23] ГОСТ 12.1.007-76 [24] ГОСТ 12.1.005-88 [25] ГОСТ 12.1.004-91 [26]
2. Превышение уровня шума	+	+	+	
3. Отсутствие или недостаток естественного света		+	+	
4. Тяжесть физического труда		+	+	
5. Электромагнитные излучения	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [34]
6. Поражение электрическим током	+	+	+	Правила устройства электроустановок РК утвержденные Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 230. [27]
7. Воздействие химических веществ (хлор)	+			Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности производств хлора и хлорсодержащих сред" [28]

4.3.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя и работающего

В рамках дипломного проекта планируется работа, как исследователя (численное моделирование в ПО PMWIN), так и работающего (бурение эксплуатационных скважин).

1. Отклонение показателей микроклимата

На открытом воздухе

Полевые работы должны быть проведены в весенне-летний период. В целях предотвращения перегрева человека на открытом воздухе на участке

водозабора Смычка, в границах которой будут проводиться обследование и бурение скважин, предусматривается сооружение навеса. Одежда работников: легкая, свободная, светлых тонов. Допустимые величины показателей микроклимата на открытом воздухе в теплый период года указаны в таблице 4.2. Параметры микроклимата нормируются Р 2.2.2006-05 [29]. Для открытых территорий и холодных помещений в холодный период года нижняя граница температуры относительно неподвижного воздуха, при повышении скорости ветра на каждые 1 м/с абсолютное значение температуры должно уменьшаться на 2,2⁰С.

Таблица 4.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственного помещения

Период года	Категории работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха, ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха, выше оптимальных величин, не более
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3
	IIa (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4
	IIб (233-290)	16,0-15,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75	0,2	0,5
	III(более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75	0,2	0,5

В помещении

Комфортный микроклимат в помещении создают при помощи отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88 [25], СанПиН 2.2.4.548-96 [33].

Интенсивность теплового облучения работающих на ЭВМ от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50 % поверхности человека и более согласно

СанПиН 2.2.4.548-96. В теплый период года температура рабочих мест должна быть в пределах 18 – 24⁰С.

2. Превышение уровней шума

Шум может создаваться работающим оборудованием (буровой установкой, преобразователями напряжения). Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-2014 [30]. При проведении буровых работ уровень звука не должен превышать 80 дБА.

Основные мероприятия по борьбе с шумом следующие: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов, экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и шлемофоны) согласно ГОСТ 12.1.029-80 [31].

3. Отсутствие или недостаток естественного света

На лабораторном и камеральном этапах

Планируется выполнить значительный объем работ на ЭВМ в ПО PMWIN, поэтому ниже приведена подробная информация по этому виду работ. Камеральные работы проводились на территории ГКП «Семей Водоканал» по адресу ул.Каржаубайулы, 249, г.Семей, Республика Казахстан.

По источнику излучения светового потока различают естественное, искусственное и совместное освещение.

Рабочее место инженера при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным освещением.

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причём светопроемы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проёму, необходимы специальные экранирующие устройства, снабжённые светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной плёнкой.

Согласно специализированной оценке условий труда показатели освещенности помещения соответствуют допустимым нормам.

4. Тяжесть физического труда

При анализе мышечной деятельности различают два вида работы: статическую и динамическую. Динамическая работа связана с перемещением груза вверх и вниз и сопровождается сокращением отдельных мышц.

Статическая работа при неправильной позе может вызвать искривление позвоночника. Динамическую и статическую нагрузку характеризует такой показатель физического труда, как тяжесть. По тяжести труда различают несколько категорий, характеристики которых приведены в Р 2.2.2006-05. Работы на полевом этапе исследований для бурения скважин относятся ко 2 классу (допустимые условия труда).

Для облегчения тяжелого физического труда используют различные машины, обеспеченные системой органов управления, чередования режимов труда и отдыха. Согласно специализированной оценке условий труда характеристики трудового процесса при работах соответствуют допустимым значениям.

5. Электромагнитные излучения

Уровни допустимого облучения определены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [34]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности электрического E и магнитного H поля.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина) представлены в Таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров	Диапазон частот	ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

К мероприятиям по обеспечению безопасности условий труда при работе на ЭВМ относят защиту расстоянием, временем, средствами индивидуальной защиты. Организация безопасной работы на ПЭВМ регламентирована СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

К организации и оборудованию ПЭВМ предъявляют следующие требования:

- рабочее место располагается так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева;
- окна в помещении должны быть оборудованы жалюзи или занавесками;
- расстояние между рабочими столами и видеомониторами должно быть не менее 2-х метров, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 метров;
- монитор должен находиться на расстоянии 60 – 70 сантиметров, на 20 градусов ниже уровня глаз.
- Согласно специализированной оценке условий труда уровни ЭМП в помещении при работе с ЭВМ соответствуют допустимым нормам.

6. Поражение электрическим током

В полевых условиях возможным опасным фактором является работа с электрооборудованием (передвижная электростанция) в сырую погоду, особенно в грозу. Для защиты от прямых ударов молний применяются молниеотводы. Запрещается во время грозы производить работы на буровой установке, а также находиться на расстоянии ближе 10 м от заземляющих устройств грозозащиты, согласно ГОСТ 12.1.019-2017 [21].

Причинами поражения электрическим током при проведении буровых работ могут быть:

- случайное прикосновение;
- появление напряжения на корпусе электрооборудования;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях;
- напряжение шага.

Во избежание электротравм следует проводить следующие мероприятия:

- ежедневно перед началом работы проверять наличие, исправность и комплектность диэлектрических защитных средств (диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики, изолирующие подставки) согласно ГОСТ 12.04.011-89 [20];

- работа генератора и других источников тока должна производиться под непосредственным наблюдением обслуживающего персонала или при принятии надлежащих мер предосторожности (ограждения, охрана и т.д.);

- все технологические операции, выполняемые на приёмных и питающих линиях, должны проводиться по заранее установленной и утвержденной системе команд, сигнализации и связи. Запрещается передавать сигналы путём натяжения провода. Включение и другие коммутации источников питания могут проводиться только операторами установок;

7. Воздействие химических веществ (хлор)

Склады на водозаборе Смычка и хлораторная является потенциальным вредным и опасным источником для всех работников прилегающей территории. Поэтому ниже описаны основные меры для обеспечения условий труда.

Жидкий хлор - жидкость янтарного цвета с резким удушающим запахом, раздражающим дыхательные пути, - обладает высокой токсичностью. По степени воздействия на организм человека относится к высокоопасным веществам.

Персонал, производящий слив жидкого хлора, должен проходить специальный инструктаж; рабочие должны быть обеспечены фильтрующими противогазами (на случай аварии), защитными герметичными очками, резиновыми перчатками и прорезиненными фартуками.

На дверях помещения хлораторной установки должны быть знаки безопасности: «Осторожно! Ядовитые вещества» и «Работать с применением средств защиты органов дыхания!».

Прежде чем персонал войдет в помещение, должна быть включена вентиляция. Запрещается в помещении склада хлора и хлораторной установки выполнять работы, не связанные с обслуживанием этой установки, и работы с применением открытого огня. Все рабочие места в помещениях склада с хлором и хлораторной установки должны быть снабжены инструкциями с обязательным описанием в них свойств хлора и способов защиты от отравления хлором, а также действий персонала при аварийных ситуациях.

При всех работах, связанных с утечкой хлора, персонал обязан пользоваться противогазами. [28]

В рамках дипломного проекта запроектировано бурение скважин и опытно-фильтрационные работы, которым соответствуют возможные факторы: превышение уровня шума и поражение электрическим током. Далее в разделе приводится общая техника безопасности при проведении данных работ.

Техника безопасности при буровых работах

Планируется бурение 14 эксплуатационных скважин, поэтому ниже приводятся основные требования при выполнении буровых работ:

1. При производстве буровых работ руководствоваться «Правилами безопасности при геологоразведочных работах», а также утвержденными типовыми инструкциями по технике безопасности [32];
2. Работы по бурению скважин могут быть начаты при наличии геолого-технического наряда, наряда-задания, документации по технике безопасности и пусковой документации;
3. Во время работы буровых станков запрещается:
 - а) переключать скорости лебедки и вращателя, а также переключать вращение с лебедки на вращатель и обратно до их полной остановки;
 - б) заклинивать рукоятки управления машин и механизмов;
 - в) производить замер вращающейся ведущей трубы (квадрата).
4. Во время спускоподъемных операций запрещается:
 - а) работать на лебедке с неисправными тормозами;

б) стоять в непосредственной близости от спускаемых (поднимаемых) труб и элеватора;

в) спускать трубы с недовернутыми резьбовыми соединениями;

г) проверять или чистить резьбовые соединения без защитных рукавиц.

5. При эксплуатации компрессорных установок необходимо строго выполнять требования «Правил устройства и эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов»;

6. ГСМ должны храниться на безопасном расстоянии, но не менее чем 30м. от буровой. Место хранения ГСМ обваловывается.

Техника безопасности при опытно-фильтрационных работах

При производстве опытно-фильтрационных работ руководствоваться «Правилами безопасности при геологоразведочных работах», а также действующими инструкциями по технике безопасности [32].

В рамках дипломного проекта проектируется выполнение опытных откачек, поэтому в ходе работ необходимо:

1. Оборудование и механизмы для опытных откачек должны устанавливаться на площадке в соответствии с техническими требованиями их эксплуатации;

2. Рабочая площадка должна быть спланирована, расчищена, и иметь удобные подходы;

3. Верхний край колонны обсадных труб, которой закреплена скважина, не должен иметь зазубрин или режущих кромок;

При отводе воды шлангом конец шланга должен быть закреплен. Вода из скважины по трубопроводу или шлангу должна отводиться за пределы рабочей площади. При этом должна исключаться возможность затопления или размыва дорог, жилых и производственных помещений и пр.

4. Запрещается производить опытные откачки из скважин, с незакрепленными устьями. При откачках скважин, начинающихся шурфами, устья выработок должны быть перекрыты прочными щитами.

5. Запрещается производить спуск и подъем гидрогеологических приборов, уровнемеров и хлопушек без направляющего ролика;

6. При откачках в ночное время рабочее место должно быть освещено в соответствии с «Нормами освещенности буровых установок»;

4.4 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассмотрены выбросы вредных веществ от источников на период производства работ по обследованию водозабора Смычка и бурению скважин. До начала строительства необходимо выполнить подготовку строительных площадок: ограждение участка застройки, обустройство временных зданий. Аварийные и залповые выбросы вредных веществ на объекте отсутствуют.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в период производства гидрогеологических и буровых работ являются:

- земляные работы
- сварочные работы
- выбросы от работающей автотехники
- бурение скважин

В качестве мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия *на атмосферный воздух* в период производства строительных работ проектом предусматривается:

- проведение большинства строительных работ за счет электрифицированного оборудования, работа которого не будет связана с загрязнением атмосферного воздуха;
- осуществление строительных работ с применением процесса увлажнения пылящих материалов;
- заправка ГСМ автотранспорта на специализированных автозаправочных станциях;
- сокращение или прекращение работ при неблагоприятных метеорологических условиях.

С целью охраны *территории водоохраной зоны* водозабора Смычка и полосы предусмотрен сбор образующихся ТБО, огарки сварочных электродов, строительного мусора, с дальнейшим вывозом по договору на полигон ТБО. С целью снижения негативного влияния отходов на окружающую среду необходимо вести четкую организацию сбора, хранения и отправку отходов в места утилизации.

С целью снижения негативного воздействия на *литосферу* при проведении строительных работ и в период эксплуатации необходимо предусмотреть следующие технические и организационные мероприятия:

- проезды и площадки предусмотрены с твердым маслобензостойким покрытием;
- организация контроля за водопотреблением и водоотведением;
- исключить сброс на рельеф местности всех видов сточных вод;

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможной чрезвычайной ситуацией при работе с ПЭВМ при проведении камеральных работ для моделирования является пожар (например, короткое замыкание проводки). Действия в результате возникших ЧС:

1. Оповещение людей о пожаре, которое осуществляется с помощью подачи звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания одновременно с постоянным или временным пребыванием людей (1-й тип оповещения - звонки, тонированный сигнал);

Число пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать необходимую слышимость во всех местах постоянного или временного пребывания людей. Пожарные оповещатели не должны иметь регуляторы громкости и должны подключаться к сети без разъемных устройств.

2. На объекте с массовым пребыванием людей разрабатывают планы эвакуации людей на случай возникновения пожара. Планы эвакуации в первую очередь предназначены для обслуживающего персонала, который

должен организовать движение людей из опасной зоны к наиболее безопасным выходам.

3. Каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону 101 в единую службу спасения (при этом необходимо сообщить адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);

- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

4. По прибытию пожарного подразделения руководитель предприятия (или лицо, его заменяющее) обязан проинформировать РТП (руководитель тушения пожара) о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количества и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара, а также организовать привлечение сил и средств объекта к существованию необходимых мероприятий, связанных с ликвидацией пожара и предупреждения его развития.

Действия при аварии с выбросом хлора

При получении информации об аварии нужно:

1. Защитить органы дыхания и поверхность тела. Лицо, нос и рот можно защитить с помощью противогазов всех типов, марлевой повязки, смоченной водой или 20 % раствором соды (1 чайная ложка на стакан воды). Средством защиты кожи может послужить любая накидка.

2. Покинуть район аварии в направлении, указанном в сообщении. Вне помещения выходить из зоны химического заражения следует в сторону, перпендикулярную направлению ветра. Избегать перехода через туннели, овраги и лощины, так как в низких местах концентрация хлора будет выше.

3. Если из опасной зоны выйти невозможно, нужно остаться в помещении и произвести его герметизацию: плотно закрыть окна, двери, вентиля-

ционные отверстия, уплотнить щели в окнах и на стыках рам. Нельзя укрываться на первых этажах многоэтажных зданий и в подвальных помещениях.

4. Оказавшись вне опасной зоны, нужно снять верхнюю одежду и оставить её на улице.

5. Принять душ, промыть глаза и носоглотку.

6. Наблюдать за своим самочувствием, при первом появлении признаков отравления обратиться к врачу.

Пострадавшего от отравления хлором нужно как можно быстрее вынести из опасной зоны. При транспортировке пострадавший должен быть в горизонтальном положении.

В ожидании медицинской помощи рекомендуется действовать согласно инструкциям.

Выводы по разделу

Социальная ответственность является важной частью при проведении любых геологоразведочных работ, в т.ч и гидрогеологических, независимо от этапа их выполнения (полевой, лабораторный и камеральный).

В ходе реализации проекта планируется комплекс гидрогеологических исследований, бурение скважин, опробование при опытно-фильтрационных работах и камеральная обработка данных. На каждом этапе от исполнителя работ ожидается соблюдение требований изложенных в данном разделе. Т.к. несоблюдение техники безопасности, неправильная организация рабочего места и иные нарушения в процессе производства работ могут повлечь опасные последствия для жизни и здоровья человека.

Для обеспечения производственной и экологической безопасности, необходимо формировать устойчивые механизмы социальной ответственности на рабочих местах и особое внимание уделять контролю над их работой.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Тема дипломного проекта «Гидрогеологические условия руслового водозабора г.Семей и проект исследований для увеличения водоотбора (г.Семей, Республика Казахстан)». Как следует из названия, целью исследований является действующий водозабор Смычка, обеспечивающий централизованным водоснабжением значительную часть города Семей.

Вода для хозяйственно-бытовых нужд и питьевых целей всегда являлась востребованным ресурсом в любом обществе. Без таковой жизнедеятельность любой группы людей невозможна. Поэтому можно утверждать, что вода, как продукт, и сопутствующие услуги всегда были и будут востребованы.

Город Семей – это растущий город с планомерным увеличением населения и площади. Фактическая среднегодовая производительность водозабора Смычка в последнее десятилетие - 33-45 тыс.м³/сут. Согласно дипломному проекту планируемое увеличение производительности водозабора до 70,35 тыс. м³/сут. Поэтому потенциальные потребители – это все то население, которое будет заселять территорию близ водозабора Смычка.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Одной из целей проектирования водозаборов является подсчет запасов подземных вод. В настоящем дипломном проекте используется достаточно новый и не так широко распространённый метод подсчета запасов подземных вод – метод математического моделирования. Построение модели в данном дипломном проекте позволяет решить ряд задач, в частности:

1. Выполнить подсчет запасов подземных вод в сравнении с гидродинамическим и гидравлическим методами. В частности, оценить максимально возможное понижение на весь период эксплуатации водозабора, а именно 10 000 суток;

2. Оценить пределы распространения депрессионных воронок от каждой скважины, что позволит судить о границе III пояса зоны санитарной охраны (далее - ЗСО) и сравнить полученные результаты с существующими границами ЗСО действующего водозабора;

3. Оценить возможность расширения водозабора с 44 473 м³/сут до 70 350 м³/сут т.е. задать проектируемые эксплуатационные скважины и определить гидродинамические параметры фильтрационного потока.

В качестве программного обеспечения, для создания численной модели в дипломном проекте, используется одна из самых полных систем моделирования подземных вод в мире – PMWIN (Processing Modflow for Windows). В частности, версия PMWIN 5.3.1, которая распространяется бесплатно с лицензией Freeware.

Применяются аналогичные методы для получения конечного результата, но построение модели позволяет быстро решить множество дополнительных задач, которые другими методами достичь или невозможно, или очень трудоемко. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности моделирования с известными методами и определить направление для его будущего совершенствования.

Для сравнения взята группа методов – гидродинамический и гидравлический (1-е решение), а с другой стороны – метод математического моделирования (2-ое решение).

Данный анализ проведен с помощью оценочной карты в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		$B_{к1}$	$B_{к2}$	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Достоверность расчетов	0,20	4	5	0.80	1.00
2. Подсчет запасов подземных вод	0,10	5	4	0.50	0.40
3. Расчет границы ЗСО	0,10	3	5	0.30	0.50
4. Моделирование загрязнения	0,10	2	5	0.20	0.50

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		$B_{к1}$	$B_{к2}$	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Стоимость обучения	0,11	5	3	0.55	0.33
2. Цена решения	0,15	5	4	0.75	0.60
3. Время на обучение	0,12	4	3	0.48	0.36
4. Количество человек	0,12	4	5	0.48	0.60
Итого	1			4.06	4.29

При оценке качества используется два типа критериев: технические и экономические. Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале.

Конкурентоспособность конкурента K определяют по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Из графы итого видно, что конкурентоспособность метода математического моделирования выше на 0,23 (23%) доли единицы.

5.3. Разработка товарной, ценовой и сбытовой политики

В рамках дипломного проекта используется современный способ подсчета запасов, но он не является объектом новой научной разработки.

В отношении добываемой воды на водозаборе также нет смысла вкладывать инвестиции в продвижении продукции т.к. предприятие «Семей Водоканал» по обеспечению централизованного водоснабжению в г.Семей осуществляет свою деятельность монопольно и не имеет конкурентов.

5.4 Методы коммерциализации результатов инженерных решений

Подземная вода, добываемая на водозаборе, отличается отличными органолептическими и химическими показателями, и требует минимальное количество трудозатрат для её транспортировки населению. Это обусловлено хорошими фильтрационными свойствами водоносного горизонта и близостью реки к водозабору. Следовательно, возможна, дополнительная коммерциализация

зация добываемой воды за счет её розлива и продажи в бутылках для близлежащих районов с недостатком питьевой воды. В частности, создать организацию совместного предприятия с уже существующими в г. Семей компаниями по реализации бутилированной воды.

5.5 SWOT-анализ

SWOT представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. SWOT-анализ проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. В качестве объекта оценивания будем рассматривать методы подсчета запасов, в частности, метод математического моделирования.

Представим анализ в виде матрицы SWOT, в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Матрица SWOT

<u>Сильные стороны метода моделирования подземных вод:</u> C1. Расширенная функциональность C2. Высокая скорость обработки больших данных C3. Привлекательное визуальное отображение полученных результатов (3Д-модель) C4. Наличие бесплатного программного обеспечения C5. Доступность учебного материала	<u>Слабые стороны метода моделирования подземных вод:</u> Сл1. Отсутствие бесплатного русскоязычного программного обеспечения Сл2. Отсутствие желание обучаться у сотрудников компаний новому методу Сл3. Отсутствие нормативного документа по внедрению данного метода Сл4. Требуется большое количество исходных данных (рельеф, данные откачек и т.д.) Сл5. Необходима ЭВМ для обработки данных
<u>Возможности:</u> B1. Возможность быстрой проверки других методов B2. Возможность быстрого построения границы ЗСО B3. Возможность решения нестандартных задач B4. Возможность обобщения данных из разных гидрогеологических проектов B5. Возможность работы с ГИС	<u>Угрозы:</u> У1. Отсутствие спроса на новые технологии У2. Отсутствие поддержки со стороны государства У3. Наложение ограничений на бесплатное программное обеспечение (ПО) по моделированию У4. Отсутствие тех. поддержки на ПО У5. Удорожание обучения на использование ПО

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения

стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта, которая представлена в таблице 5.3. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (что означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если нет ясного решения, что поставить «+» или «-».

Таблица 5.3 - Интерактивная матрица метода. Сильные стороны метода

Сильные стороны метода						
Возможности метода		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	-	+	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	+	-	+	+	+
	B4	+	+	-	+	-
	B5	+	-	0	+	-
Угрозы метода		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	-	-	-	0	-
	Y2	-	-	-	+	-
	Y3	+	+	+	+	-
	Y4	-	0	-	+	+
	Y5	+	+	+	+	-

Таблица 5.4 - Интерактивная матрица метода. Слабые стороны метода

Слабые стороны метода						
Возможности метода		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	0	+	+	+
	B2	+	-	0	-	-
	B3	+	-	+	-	+
	B4	-	+	+	+	+
	B5	0	0	-	-	+
Угрозы метода		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	Y1	-	+	+	-	+
	Y2	+	-	+	-	-
	Y3	-	-	-	+	+
	Y4	+	+	-	-	-
	Y5	+	+	-	-	+

В рамках *третьего этапа* составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приведена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 SWOT-анализ

	<u>Сильные стороны метода моделирования подземных вод:</u> С1. Расширенная функциональность С2. Высокая скорость обработки больших данных С3. Привлекательное визуальное отображение полученных результатов (3Д-модель) С4. Наличие бесплатного программного обеспечения С5. Доступность учебного материала	<u>Слабые стороны метода моделирования подземных вод:</u> Сл1. Отсутствие бесплатного русскоязычного программного обеспечения Сл2. Отсутствие желание обучаться у сотрудников компаний новому методу Сл3. Отсутствие нормативного документа по внедрению данного метода Сл4. Требуется большое количество исходных данных (рельеф, данные откачек и т.д.) Сл5. Необходима ЭВМ для обработки данных
<u>Возможности:</u> В1. Возможность быстрой проверки других методов В2. Возможность быстрого построения границы ЗСО В3. Возможность решения нестандартных задач В4. Возможность обобщения данных из разных гидрогеологических проектов В5. Возможность работы с ГИС	В1С1С2С4 В2С2С3 В3С1С3С4С5 В4С1С2С4 В5С1С4	В1Сл1Сл3Сл4Сл5 В2л1 В3Сл1Сл3Сл5 В4Сл2Сл3Сл4Сл5 В5Сл5
<u>Угрозы:</u> У1. Отсутствие спроса на новые технологии У2. Отсутствие поддержки со стороны государства У3. Наложение ограничений на бесплатное программное обеспечение (ПО) по моделированию У4. Отсутствие тех. поддержки на ПО У5. Удорожание обучения на использование ПО	У2С4 У3С1С2С3С4 У4С4С5 У5С1С2С3С4	У1Сл2Сл3Сл5 У2Сл1Сл3 У3Сл4Сл5 У4Сл1Сл2 У5Сл1Сл2Сл5

5.6 FAST-анализ

FAST-анализ выступает как синоним функционально-стоимостного анализа. Суть этого метода базируется на том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Как и ФСА анализ, проведение FAST-анализа предполагает аналогичные шесть стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций выполняемых объектом.

Опишем каждую стадию применительно к данному дипломному проекту:

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа. В рамках дипломной работы в качестве объекта FAST-анализа выступает метод математического моделирования;

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом. В рамках данной стадии FAST-анализа объект анализируется с позиции функционального назначения. Определим главную, основную и вспомогательную функции. Результаты внесем в таблицу 5.6:

Таблица 5.6 – Классификация функций, выполняемых в рамках математического моделирования

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Наполнение модели исходными данными	Обобщение данных в табличной форме			X
Внесение критериев для моделирования	Конкретизация модели под реальные условия		X	
Запуск моделирования	Просмотр расчетных значений	X		
Построение 3Д-модели	Визуализация полученных данных			X

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом. Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глуценко В.Ф. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции. На *первом этапе* необходимо построить матрицу смежности функции:

Таблица 5.7 – Матрица смежности

	Обобщение данных в табличной форме	Конкретизация модели под реальные условия	Просмотр расчетных значений	Визуализация полученных данных
Обобщение данных в табличной форме	=	<	<	<
Конкретизация модели под реальные условия	>	=	<	>
Просмотр расчетных значений	>	>	=	>
Визуализация полученных данных	>	<	<	=

В таблице 5.7 символ «<» обозначает - менее значимая, «=» – одинаковые функции по значимости, «>» – более значимая. *Второй этап* связан с преобразованием матрицы смежности в матрицу количественных соотношений функций.

Таблица 5.8 – Матрица количественных соотношений функций

	Обобщение данных в табличной форме	Конкретизация модели под реальные условия	Просмотр расчетных значений	Визуализация полученных данных	Итого	Относительная значимость
Обобщение данных в табличной форме	1	0,5	0,5	0,5	2,5	0,16
Конкретизация модели под реальные условия	1,5	1	0,5	1,5	4,5	0,28
Просмотр расчетных значений	1,5	1,5	1	1,5	5,5	0,34
Визуализация полученных данных	1,5	0,5	0,5	1	3,5	0,22
					16	1

В рамках *третьего этапа* происходит определение значимости функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. (таблица 5.8) Обязательным условием является то, что сумма коэффициентов значимости всех функций должна равняться 1.

В итоге, самой значимой является 3 функция - просмотр расчетных значений в математической модели.

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования. Задача математического моделирования решается одноэтапно, поэтому различие между трудозатратами на выполнение функций незначительны и не подлежат расчету.

5.7 Модель Кано

Модель Кано является инструментом анализа объекта исследования, позволяющим осуществлять разработку или совершенствование новых товаров и услуг с целью повышения удовлетворенности потребителей.

Т.к. планируется только моделирование и бурение рядом с существующими скважинами одного и того же водоносного горизонта (без улучшения потребительских свойств воды), то модель Кано не строится.

5.8 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных инженерных решений.

Реализация работ изложенных в дипломном проекте не подвергается сомнению т.к. требуется увеличение производительности водозабора, поэтому технология QuaD в проекте не применяется.

5.9 Формирование организационной структуры управления

Организационная структура управления – это упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, находящихся между собой в устойчивых отношениях, обеспечивающих их функционирование и развитие как единого целого. Такими элементами являются отдельные работники, службы и другие звенья аппарата управления, а отношения между ними поддерживаются благодаря связям, которые принято подразделять на горизонтальные, вертикальные, линейные и функциональные.

Работы, заложенные в дипломном проекте, планируются производить на территории водозабора Смычка силами ГКП «Семей Водоканал» и подрядных организаций. Организационная структура управления ГКП «Семей Водоканал» показана на рисунке 5.1.

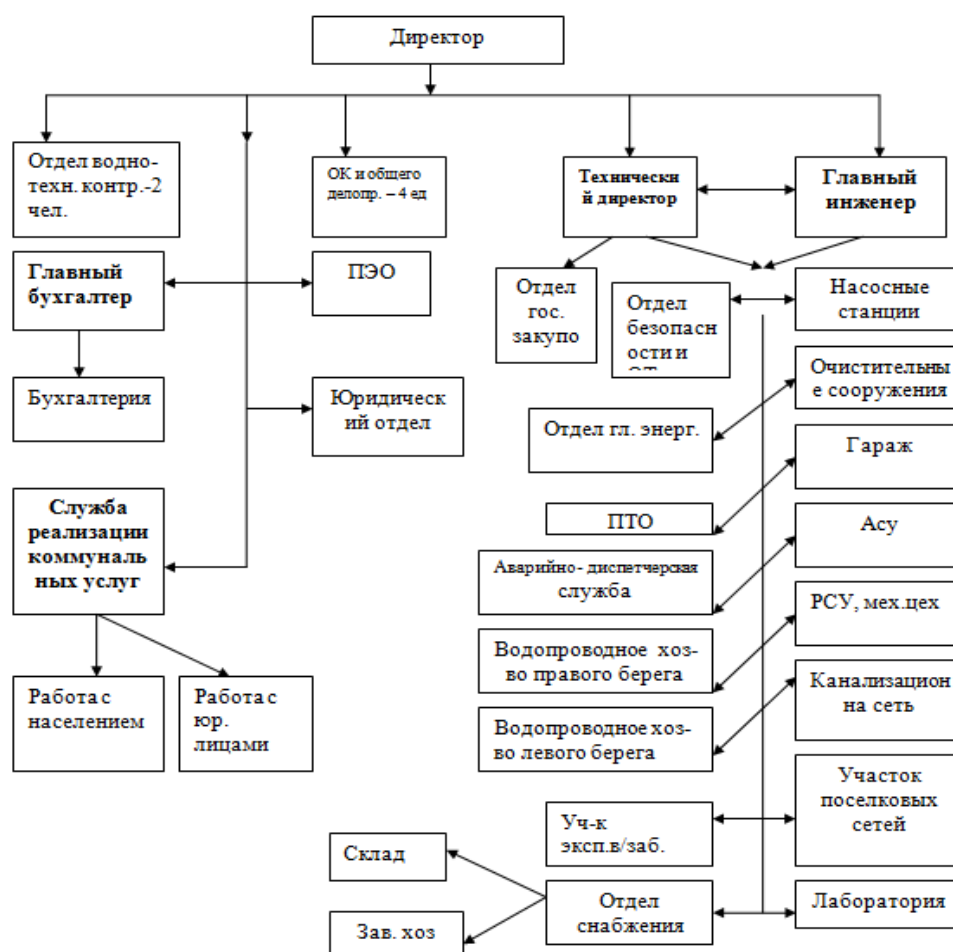


Рисунок 5.1 Организационная структура управления
ГКП «Семей Водоканал»

5.10 Планирование потребности в человеческих ресурсах

Прогноз потребности представляет собой оценку количества и качеств сотрудников, которые понадобятся организации в будущем для реализации намеченных целей. Характеристика управленческого и производственного персонала необходимого для реализации дипломного проекта изложены в виде таблицы 5.9.

Таблица 5.9- Перечень должностных обязанностей и их характеристики

Должность	Кол-во работников	Образование	Стаж работы	Функциональные обязанности	Разряд	Возраст
Руководители						
Руководитель	1	Высшее	10	Руководитель проекта	-	50
Специалисты						
Инженер-	1	Высшее	5	Вынос точек	1	30

Должность	Кол-во работников	Образование	Стаж работы	Функциональные обязанности	Разряд	Возраст
гидрогеолог				на местность; опробование		
Основные рабочие						
Машинист буровой установки (МБУ)	1	Среднее	5	Управление буровым станком	1	30
Помощник машиниста буровой установки (ПМБУ)	2	Среднее	2	Монтаж-демонтаж бурового снаряда, опробование	2	25

5.11 Планирование работ по проектированию гидрогеологических исследований

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок. Последовательность и содержание работ, а также распределение исполнителей в таблице 5.10.

Таблица 5.10 - Последовательность и содержание работ

Основные этапы	№	Содержание работы	Должность исполнителя
Предполевой этап	1.	Анализ прошлых исследований	Инженер-гидрогеолог
	2.	Составление и утверждение объемов работ	Руководитель
	3.	Составление календарного плана проведения работ	Руководитель
Полевой этап	1.	Выноска точек бурения на местность	Инженер-гидрогеолог
	2.	Буровые работы	Машинист буровой установки Помощник машиниста буровой установки (2 чел)
	3.	Опытные откачки	Инженер-гидрогеолог Машинист буровой установки (МБУ) Помощник машиниста буровой установки – ПМБУ (2 чел)
	4.	Лабораторные исследования проб воды	Инженер-гидрогеолог
Камеральный этап	1.	Обработка полевых данных по бурению	Инженер-гидрогеолог

Основные этапы	№	Содержание работы	Должность исполнителя
	2.	Обработка данных опытных откачек и лабораторных испытаний проб воды	Инженер-гидрогеолог
	3.	Моделирование результатов обработки	Руководитель
	4.	Составление отчёта	Инженер-гидрогеолог

5.12 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты являются основной частью стоимости разработки дипломного проекта. Трудоемкость выполнения проекта оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер.

Среднее (ожидаемое) значение трудоемкости:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (5.2)$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

После определения ожидаемой трудоемкости работ необходимо рассчитать продолжительность каждой из работ в рабочих днях T_p . Величина T_p учитывает параллельность выполнения этих работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (5.3)$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты расчета сведены в таблицу 5.11

5.13 Разработка графика производства работ по проекту

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются про-

тяжелыми во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Длительность каждого этапа работ из всех рабочих дней могут быть переведены в календарные дни с помощью следующей формулы:

$$T_{ki} = T_p * k_{\text{кал}}, \quad (5.4)$$

где, T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ - коэффициент календарности;

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.5)$$

где, $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Для примера приведем расчет для 1 этапа работ (предполевой):

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 7}{5} = 4 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} = \frac{4}{1} = 4 \text{ дня.}$$

Для шестидневной рабочей недели (для руководителя, инженера-гидрогеолога, МБУ и ПМБУ) коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

$$T_{ki} = T_p * k_{\text{кал}} = 4,0 * 1,22 = 4,88 \approx 5 \text{ дней}$$

Результаты расчета для всех видов работ сведены в таблицу 5.11

Таблица 5.11 – Временные показатели производства проекта гидрогеологических исследований

Виды работ	Трудоёмкость работ												Длительность работ в рабочих днях T_{pi}				Длительность работ в календарных днях T_{ki}			
	t_{min} , чел-дни				t_{max} , чел-дни				$T_{ожi}$, чел-дни											
	Руководитель	Инженер-гидрогеолог	МБУ	ПМБУ (2 чел.)	Руководитель	Инженер-гидрогеолог	МБУ	ПМБУ	Руководитель	Инженер-гидрогеолог	МБУ	ПМБУ	Руководитель	Инженер-гидрогеолог	МБУ	ПМБУ				
Анализ прошлых исследований		2				7				4				4			5			
Составление и утверждение объемов работ	3				5				3.8				3.8				5			
Составление календарного плана проведения работ	3				5				3.8				3.8				5			
Выноска точек бурения на местность		1				3				1.8				1.8				2		
Буровые работы			20	20			35	35			26	26			26	13			32	16
Опытные откачки		10	10	10		15	15	15		12	12	12		12	12	6		15	15	7
Лабораторные исследования проб воды		5				7				5.8				5.8				8		
Обработка полевых данных по бурению		4				7				5.2				5.2				6		
Обработка данных опытных откачек и лабораторных испытаний проб воды		6				9				7.2				7.2				9		
Моделирование результатов обработки	5				7				5.8				5.8				8			
Составление отчёта	5				8				6.2				6.2				8			

На основе таблицы 5.11 строим календарный план-график (для максимального по длительности исполнения работ).

Таблица 5.12 - Календарный план-график проведения работ гидрогеологическим изысканиям на водозаборе
Смычка (г.Семей, Республика Казахстан)

Виды работ	Исполнители работ	Макс. длительность работ в календарных днях $T_{кi}$	Продолжительность работ (июнь-сентябрь)											
			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Анализ прошлых исследований	Инженер-гидрогеолог	5	■											
Составление и утверждение объемов работ	Руководитель	5	■											
Составление календарного плана проведения работ	Руководитель	5		■										
Выноска точек бурения на местность	Инженер-гидрогеолог	2		■										
Буровые работы	МБУ ПМБУ (2 чел)	32			■	■	■	■						
Опытные откачки	Инженер-гидрогеолог МБУ, ПМБУ (2 чел)	15					■	■	■					
Лабораторные исследования проб воды	Инженер-гидрогеолог	8							■	■				
Обработка полевых данных по бурению	Инженер-гидрогеолог	6								■	■			
Обработка данных откачек и лаб. испытаний проб воды	Инженер-гидрогеолог	9									■	■		
Моделирование результатов обработки	Руководитель	8										■	■	
Составление отчёта	Инженер-гидрогеолог	8											■	■

На основе данных графика, представленных в таблице 5.12, можно сделать вывод, что продолжительность работ по выполнению гидрогеологических исследований займет 103 календарных дня. Начало работ приходится на первую декаду июня (1-ое июня), завершение работ - во второй декаде сентября (12 сентября).

Значение реальной продолжительности работ может быть как меньше (при благоприятных обстоятельствах) посчитанного значения, так и больше (при неблагоприятных обстоятельствах), так как трудоемкость носит вероятностный характер.

5.14 Бюджет затрат на проектирование

При планировании бюджета проекта необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;
- основная заработная плата исполнителей проекта;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.14.1 Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, буровые расходные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 5.13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, Z_m , руб.
Крестовое долото Д445	шт	3	26 425	79 275
Диз.топливо	литр	1400	46.35	64 890
Краска для принтера	шт	4	500.0	2000.0
Бумага А4	пачка	2	300.0	600,0
Итого, руб				146 765,0

В сумме материальные затраты составили 146 765,0 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

5.14.2 Основная заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату $Z_{\text{осн}}$ и дополнительную заработную плату $Z_{\text{доп}}$:

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (5.6)$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от $Z_{\text{осн}}$. Основная заработная плата руководителя (инженера).

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} \quad (5.7)$$

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}, \quad (5.8)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 28 раб. дн. $M = 11$ месяцев, 5-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \quad (5.9)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

5.14.3 Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (5.10)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Оклады взяты в соответствии со средними окладами по г.Томску в сфере гидрогеологических исследований и буровых работ.

Результаты расчета заработной платы всех исполнителей приведены в таблице 5.14

Таблица 5.14 Расчет заработной платы всех исполнителей работ

Исполнители работ	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$, руб	Итого, руб
Руководитель	100000	0.3	0.2	1.3	195000	7173	25	179347	0.135	24211	203 558
Инженер-гидрогеолог	60000				117000	4304	45	193695		26148	219 843
МБУ	57000				111150	4089	46	188100		25393	213 493
ПМБУ (1-ый)	32000				62400	2295	23	52800		7128	59 928
ПМБУ (2-ой)	32000				62400	2295	23	52800		7128	59 928
Всего	-	-	-	-	-	-	-	666 742	-	90 008	756 750

5.14.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством Российской Федерации нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.11)$$

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом 03.08.2018 г. № 303-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %.

В таблице 5.15 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей.

Таблица 5.15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители работ	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	$k_{\text{внеб}}$	Итого отчислений, руб
Руководитель	179 347	24 211	0.3	61 067
Инженер-гидрогеолог	193 695	26 148		65 953
МБУ	188 100	25 393		64 048
ПМБУ (1-ый)	52 800	7 128		17 978
ПМБУ (2-ой)	52 800	7 128		17 978
Всего	-	-	-	227 024

5.14.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) * k_{\text{нр}}, \quad (5.12),$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16 %.

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}) * 0,16, \quad (5.13)$$

$$З_{\text{накл}} = (146\,765,0 + 666\,742 + 90\,008 + 227\,024) * 0,16 = 180\,886 \text{ руб.}$$

5.15 Формирование затрат на гидрогеологические исследования

Определение затрат на проведение гидрогеологических исследований и буровые работы на водозаборе Смычка (г.Семей, РК) приведено в таблице 5.16.

Таблица 5.16 – Бюджет затрат на проведение гидрогеологических исследований

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	146 765	11.2
2. Затраты по основной заработной плате	666 742	50.8
3. Затраты по дополнительной заработной плате	90 008	6.9
4. Отчисления во внебюджетные фонды	227 024	17.3
5. Накладные расходы	180 886	13.8
Итого, бюджет затрат на проведение работ	1 311 425	100

Бюджет всех затрат проекта равен 1 311 425 рублей. Наибольший процент бюджета составляет основная заработная плата (50.8%) и отчисления во внебюджетные фонды (17.3%).

5.16 Расчет сметной стоимости проектируемых гидрогеологических работ

Для расчета ресурсоэффективности, в том числе, и рентабельность проекта необходимо посчитать сметную стоимость запроектированных работ.

Стоимость гидрогеологических исследований и буровых работ определена по Справочнику базовых цен (1999 г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 г.). При этом учтен индекс изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ на II квартал 2019 года, К = 47.78

Расчет общей сметной стоимости на гидрогеологические исследования и буровые работ на водозаборе Смычка представлены в таблице 5.17

Таблица 5.17 – Общая сметная стоимость работ на гидрогеологические исследования и буровые работ на водозаборе Смычка

№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. изм.	Кол- во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы, 1999г. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. Письмо Минстроя России от 17.05.2019 N 17798-ДВ/09 Приложение 3 Индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ на II квартал 2019 года, К=47.78						
1. Полевые работы						
1.	Плановая и высотная привязка скважин	точка	14	т.93.п. 2	13,6*14	190.4
2.	Ударно-канатное бурение IV категории	м	182	т.19.п.7	81*182	14742
3.	Гидрогеологические наблюдения	м	182	т.18.п.3	2.1*182	382.2
4.	Отбор проб воды	проба	14	т. 60.п.2	7,6*14	106.4
5.	Откачка	откачка	14	т.34п.8	1072*14	15008
6.	ВСЕГО полевые работы без выплаты полевого довольствия					30 429

№ пп	Характеристика предприятия, здания, сооружения или виды работ	Ед. изм.	Кол- во	№№ частей, глав, таблиц	Расчет стоимости	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7
2. Лабораторные работы						
7.	Полный анализ воды	проба	14	т.73.п.1	96,2*14	1 346.8
8.	ВСЕГО лабораторные работы					1 346.8
3. Камеральные работы						
9	Составление программы работ	прогр.	1	т.81.п.5	1750*1	1750
10	Камеральная обработка материалов буровых работ с гидрогеологическими наблюдениями	м	182	т.82 п.2	8*182	1456
11	Камеральная обработка лабораторных исследований	%	15	т.86.п.5	15%*1 346.8	202.2
12	ВСЕГО по п.9–11					3 408.2
13	Составление камерального отчета	%	18	т.87.п.1	0,18 от п. 12	613.5
14	ВСЕГО камеральные работы				п.12+п.13	4 021.7
15	ВСЕГО по п.1,2,3 с учетом районного к-та К=1,3		1,3			46 536.75
16	ИТОГО основные расходы с рыночным коэффициентом			47,78 от п.15	47,78 от п.15	2 223 526
17	Накладные расходы	%	15		0,15 от п.16	333 528.9
18	Плановые накопления	%	18		(п.16+п.17)*0,18	460 269.88
19	Резерв	%	3		(п.16+п.17)*0,03	76 711.65
20	ИТОГО по п.16-19					3 094 036.43
21	Учет НДС				0,18 от п. 20	556 926.56
22	ИТОГО с учетом НДС				п.20+п.21	3 650 962.99

Согласно сметному расчёту стоимость гидрогеологических исследований и буровых работ на водозаборе Смычка составит 3 650 962.99 рублей с учетом НДС.

5.17 Расчет основных показателей ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Оценка эффективности предлагаемого проекта может быть проведена с помощью нескольких показателей. В данном дипломном проекте принимается оценка эффективности, с помощью рентабельности проектируемых работ.

Этот показатель характеризует величину прибыли, приходящейся на 1 затраченный рубль. Вычитая из сметной стоимости себестоимость, получим прибыль. Далее вычислим рентабельность как отношение прибыли к затратам (себестоимости). Полученные данные сведем в таблицу 5.18.

Таблица 5.18 – Рентабельность проекта

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Примечание
1	Выручка (сметная стоимость), руб.	3 650 962.99	
2	Затраты (себестоимость), руб.	1 311 425	
3	Прибыль, руб.	2 339 537.99	п. 1 - п. 2
4	Рентабельность, %	178%	п. 3 / п. 2

Таким образом, рентабельность выполнения проекта, включая гидрогеологические исследования и буровые работы, составляет 178%, что является хорошим показателем и говорит о значительном экономическом эффекте: один затраченный рубль приносит прибыль 1.78 руб.

5.18 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими

Обозначенные в дипломном проекте риски для гидрогеологических работ связанных с математическим моделированием включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по рискам представим в виде таблицы 5.19.

Таблица 5.19 – Таблица рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
Изменение законодательства в части технических требований к методике подсчета запасов	Временная потеря актуальности темы	2	5	высокий	Наблюдение за новостями в законодательстве	Принятие нового технического норматива
Повышение стоимости специализированного программного обеспечения	Незапланированные издержки	4	3	средний	Формирование финансовых резервов. Подключение спонсоров	Повышение стоимости ПО, без удорожания работ на моделирование
Потеря кадров, владеющих моделированием	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	5	высокий	Разработка программы профессионального роста. Поддержка молодых специалистов	Низкая заработная плата. Отсутствие перспектив в проф. развитии
Снижение цены на этот вид работ из-за наличия аналогичных методов решения задачи подсчета запаса п.в.	Снижение рентабельности, прибыли	4	5	высокий	Проведение маркетинговых исследований. Программа лояльности к постоянным клиентам	Увеличение количества фирм-конкурентов.

Выводы по разделу

Целью данного раздела была оценка перспективности применения математического моделирования в гидрогеологических исследованиях с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, определение возможных альтернатив достижения заданных целей аналогичными методами. С помощью методов SWOT и FAST-анализов были подчеркнуты сильные и слабые стороны применения описываемого метода и обозначены общие направления по улучшению метода математического моделирования. Анализ технических и экономических критериев показал, что используемый метод обладает значительными преимуществами по сравнению с аналогичными решениями.

Также в ходе разработки раздела был определен кадровый состав, общий бюджет проекта, сметная стоимость и спланированы работы гидрогеологических исследований по времени. Разработан график производства работ по проекту с использованием диаграммы Ганта.

Продолжительность работ в общей сложности приблизительно составит 103 дня, в период с 1-го июня по 12 сентября.

В экономическом отношении были определены затраты на проектируемые работы. Плановая себестоимость которых, составила 1 311 425 рублей. Сметная стоимость с учетом НДС – 3 650 962.99 рублей, прибыль – 2 339 537.99 рублей. Рентабельность проекта оценена в 178%, что говорит о положительном экономическом эффекте для реализации всего комплекса запроектированных работ.

По завершению раздела был составлен список рисков и разработаны способы их смягчения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе разработки выпускной квалификационной работы проведен детальный анализ геологических и гидрогеологических условий водозабора «Смычка», проанализированы результаты подсчета запасов подземных вод гидродинамическим и гидравлическим методами, построена математическая модель взаимодействия существующих, проектируемых скважин и источника питания водоносного горизонта – р. Иртыш.

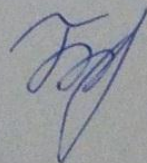
Результаты дипломного проекта позволяют с высокой степенью достоверности судить о возможности увеличения водоотбора с 44 473 м³/сут до 70 350 м³/сут. По полученной модели распределения напоров подземных вод, при эксплуатации существующих и проектируемых скважин в течение 10 000 суток с производительностью 70 350 м³/сут, видно, что русловой водоносный горизонт месторождения «Смычка» обеспечен запасами подземных вод на весь период эксплуатации с заданной потребностью.

Также моделирование позволило оценить пределы распространения депрессионных воронок от каждой скважины, что указывает на границу III пояса зоны санитарной охраны и дает возможность сравнить полученные результаты с существующими границами ЗСО действующего водозабора.

В проектной части дипломного проекта разработаны мероприятия необходимые для увеличения водоотбора на водозаборе «Смычка». В частности, бурение 14-ти эксплуатационных скважин, опытно-фильтрационные работы и опробование по окончании буровых работ.

На весь объем работ рассчитана сметная стоимость, которая составляет 3 650 962.99 рублей.

29.05.2019г.



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Опубликованная литература

- 1) Башлык С.М., Загибайло Г.Т. Бурение скважин. М.: Недра, 1983.- 447с.
- 2) Шамшева Ф.А., «Техника и технология бурения», М, «Недра», 1973г. – 565с.
- 3) Башкатов Д.Н., «Справочник по бурению скважин на воду» Москва; «Недра» 1973г. – 560с.
- 4) Завалей В.А., «Поиски и разведка подземных вод», Алматы, 2002г. – 258с.
- 5) Советов В.И., Жабин В.В., «Основы бурения и горного дела»; Москва; «Недра» 1991г. – 368с.
- 6) Солонин Б.Н. Краткий справочник по проектированию и бурению скважин на воду. М., Недра, 1977г. – 62с.

Фондовая литература

- 7) Отчет о результатах доразведки с целью переоценки запасов подземных вод месторождения острова Смычка в пойме р.Иртыш для питьевого водоснабжения города Семей в Восточно-Казахстанской области (с подсчетом запасов по состоянию на 01.07.2011г.), выполненной в 2010-2011 годы ТОО «Семей гидрогеология»;
- 8) Рабочий проект «Реконструкция водозабора о. Смычка» в г. Семей, Восточно-Казахстанская область, Республика Казахстан.
- 9) Отчет о результатах доразведки с оценкой эксплуатационных запасов подземных вод водозабора Соловьевские ключи для питьевого водоснабжения железнодорожной станции и северной части города Семей Восточно-Казахстанской области, выполненной в 2015 году ТОО «Топаз»;

Нормативная литература

- 10) СП РК 1.03-106-2012 «Охрана труда и техника безопасности в строительстве»;

11) Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан»;

12) СНиП РК 2.02-05-2009* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

13) Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите»;

14) Санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» утвержденные приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 18 февраля 2005 года №63;

15) ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками)

16) ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

17) ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности

18) ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования

19) ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация

20) ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

21) ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

- 22) ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)
- 23) СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы
- 24) ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)
- 25) ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1)
- 26) ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
- 27) Правила устройства электроустановок РК утвержденные Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 230.
- 28) Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности производств хлора и хлорсодержащих сред"
- 29) Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
- 30) ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
- 31) ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Средства и методы защиты от шума. Классификация
- 32) ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах»
- 33) СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
- 34) 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)

35) Единые нормы выработки (времени) на геодезические и топографические работы. Часть I. Полевые работы

Электронные источники

36) Численность населения Республики Казахстан по полу в разрезе областей, городов, районов, районных центров и поселков на 1 января 2018 года. Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. Режим доступа: <http://stat.gov.kz>;

37) Геоинформационная система "Метео измерения онлайн". Режим доступа: <http://thermo.karelia.ru>

Таблица А.1 Данные по обследованию водозабора «Смычка»

№ скважин и дрен * год строительства	Данные по строительству водозабора, 1963-1989 гг.							Данные обследования водозабора, 30.11.2010 г.									
	Глубина скважин (водосборного колодца), м	Стати- ческий уровень, м	Динами- ческий уровень, м	Длина фильтра и дрены, l, м	Пониже- ние S,м	Дебит, Q, м³/сут	Удель- ный дебит, q _s =Q/S, м²/сут	Глубина скважин (водосбор- ного колодца), м	Статичес- кий уровень, м	Динамичес- кий уровень, м	Мощность водонос- ного горизонта, H,м	Длина фильтра и дрены, l, м	Пониже- ние S,м	Остаточ- ный столб воды, h=H-S, м	Дебит, Q, м³/сут	Удель- ный дебит, q _s =Q/S, м²/сут	Удельный расход на 1м фильтра, скв., q _h =Q/h,м²/с пути дрен q _l =Q/l,м²/сут
1/1989	11,6	н.с.	н.с.	5,1	н.с.	н.с.	н.с.	11,6	3,49	6,39	6,46	5,1	2,9	3,56	1600	551	449
2/1989	18	н.с.	н.с.	5,7	н.с.	н.с.	н.с.	18	4,39	6,89	7,09	5,7	2,5	4,59	1600	640	348
3/1963	10	2,36	5,38	4,9	3,02	3922,5	1298,84	10	3,8	-	-	4,9	-	-	-	-	-
4/1986	17	н.с.	н.с.	6,3	н.с.	н.с.	н.с.	17	3,53	5,37	7,12	6,3	1,84	5,28	1600	870	253
5/1977	11,5	3	6	5,8	3	4799,5	1599,83	11,5	3,38	-	-	5,8	-	-	-	-	-
6/1977	12	н.с.	н.с.	6	2,73	5039,7	1846	12	3,34	-	-	6	-	-	-	-	-
7/1977	11,3	н.с.	н.с.	6	4,15	4752	1145	11,3	3,9	-	-	6	-	-	-	-	-
8/1963	10,7	3,05	5,64	6,9	2,59	3456	1334,3	10,7	3,92	-	-	6,9	-	-	-	-	-
9/1963	9	3,3	7,45	6,6	1,75	2142,7	1224,4	9	3,81	-	-	6,6	-	-	-	-	-
10/1963	10,5	2,2	2,98	6,6	0,78	3456	4430,7	10,5	3,83	-	-	6,6	-	-	-	-	-
11/1963	10,7	н.с.	н.с.	6,7	н.с.	н.с.	н.с.	10,7	4,26	-	-	6,7	-	-	-	-	-
Итого по рабочим скважинам № 1,2,4 :											Σ-20,67	Σ-17,1	Σ-7,24	Σ-13,43	Σ-10752	Σ-2456	Σ-1238
											ср. 6,89	ср. 5,7	ср. 2,41	ср. 4,47	ср. 3584	ср. 818	ср. 412
12Д/1986	16	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	16	3,44	5,06	6,92	110	1,62	5,3	5205	3213	74
13Д/1986	16	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	16	3,01	5,2	6,79	110	2,19	4,6	3828	1748	44
14Д/1986	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	3,62	5,51	7,05	110	1,89	5,16	2779	1470	35
15Д/1985	17	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	17	4,83	6,28	6,87	110	1,45	5,42	5895	4065	60
16Д/1989	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	2,37	-	-	110	-	-	-	-	-
17Д/1989	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	2,91	6,29	6,88	110	3,38	3,5	4097	1212	46

№ скважин и дрен * год строительства	Данные по строительству водозабора, 1963-1989 гг.							Данные обследования водозабора, 30.11.2010 г.									
	Глубина скважин (водосборного колодца), м	Стати- ческий уровень, м	Динами- ческий уровень, м	Длина фильтра и дрены, <i>l</i> , м	Пониже- ние <i>S</i> ,м	Дебит, <i>Q</i> , м³/сут <i>q_s</i> = <i>Q</i> / <i>S</i> , м²/сут	Удель- ный дебит, <i>q_s</i> = <i>Q</i> / <i>S</i> , м²/сут	Глубина скважин (водосбор- ного колодца), м	Статичес- кий уровень, м	Динамичес- кий уровень, м	Мощность водонос- ного горизонта, <i>H</i> ,м	Длина фильтра и дрены, <i>l</i> , м	Пониже- ние <i>S</i> ,м	Остаточ- ный столб воды, <i>h</i> = <i>H</i> - <i>S</i> , м	Дебит, <i>Q</i> , м³/сут	Удель- ный дебит, <i>q_s</i> = <i>Q</i> / <i>S</i> , м²/сут	Удельный расход на 1м фильтра, скв., <i>q_h</i> = <i>Q</i> / <i>h</i> ,м²/с пути дрен <i>q_l</i> = <i>Q</i> / <i>l</i> ,м²/сут
18Д/1989	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	2,87	4,97	6,50	110	2,1	4,4	2255	1074	23
19Д/1989	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	3,41	6,41	6,16	110	3,0	3,16	4035	1345	47
20Д/1989	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	3,64	5,73	6,19	110	2,09	4,1	3135	1500	32
21Д/1989	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	4,17	7,4	6,43	110	3,23	3,2	4383	1357	45
22Д/1989	18	н.с.	н.с.	110	н.с.	н.с.	н.с.	18	3,14	6,44	7,06	110	3,3	3,76	4061	1230	40
Итого по рабочим дренам №№ 12Д — 15Д, 17Д — 22Д :											Σ-66,85	Σ-1210	Σ-24,25	Σ-42,6	Σ- 39673	Σ-18214	Σ-446
											ср. 6,68	ср. 110	ср. 2,42	ср. 4,26	ср. 3967	ср. 1821	ср. 44

Примечание:

* №№ 1-11- вертикальный водозабор (скважины).

№№ 12Д-22Д — горизонтальный водозабор