

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии


МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Гидрогеологические условия Гераклеийского полуострова и обоснование зоны санитарной охраны водозабора гидроузла №19 (г. Севастополь)
УДК 614.777:628.11:556(477.75)

Студент

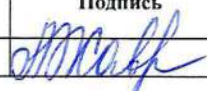
Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM72	Деева Юлия Алексеевна		05.06.19

Руководитель ВКР

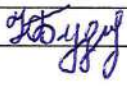
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОГ	Кузеванов К.И.	К.Г.-М.Н.		05.06.19

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:


По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОСГН	Жаворонок А.В.	-		24.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООТД	Будницкая Ю.Ю.	К.Т.Н		24.05.19

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОГ	Пасечник Е.Ю.	К.Г.-М.Н.		05.06.19


Томск – 2019 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Код	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки	
P1	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития
P2	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P3	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности.
P4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»
P5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»
P6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов
P7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов
P8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 - 14.12.17 Пасечник Е.Ю.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ72	Деевой Юлии Алексеевне

Тема работы:

Гидрогеологические условия Гераклейского полуострова и обоснование зоны санитарной охраны водозабора гидроузла №19 (г. Севастополь)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	14.12.2017 №9851/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2019
--	------------

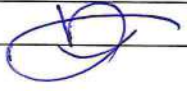
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы отчета по оценке и утверждению эксплуатационных запасов подземных вод участка гидроузла №19, выполненного ранее; материалы, собранные во время прохождения производственной практики; сведения из литературных источников и действующих нормативных документов.
--	---


<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>В общей части охарактеризовать физико-географические условия, геологическое строение и особенности гидрогеологических условий водозаборного участка. В специальной части описать алгоритм создания численной гидродинамической модели, на ее основе уточнить размеры зоны санитарной охраны водозабора. Сформулировать рекомендации по его дальнейшей работе.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>—</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Ассистент отделения социально-гуманитарных наук Жаворонок А.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Кандидат технических наук, доцент отделения общетехнических наук Будницкая Ю.Ю.</p>
<p>Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке</p>	<p>Кандидат педагогических наук, доцент отделения иностранных языков Гутарева Н.Ю.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>На русском языке: Введение 1. Обзор литературы; 2. Физико-географическая характеристика района исследований; 3. Методика создания численной модели области фильтрации действующего водозабора; 4. Анализ структуры фильтрационных потоков; 5. Характеристика качества подземных вод; 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 7. Социальная ответственность; Заключение На английском языке: Numerical geofiltration modeling in the GMS (groundwater modeling system) software complex (приложение А)</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.12.2017
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОГ	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		14.12.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ72	Деева Ю.А.		14.12.2017

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Уровень образования высшее профессиональное образование
 Отделение геологии
 Период выполнения осенний/весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

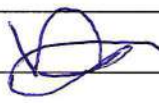
КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.09.18	Изученность исследуемой темы	15
15.01.10	Физико-географическая характеристика района исследований	5
20.02.19	Методика создания численной гидродинамической модели области фильтрации исследуемого участка гидроузла №19	20
15.03.19	Анализ структуры фильтрационных потоков	20
05.04.19	Обоснование зоны санитарной охраны действующего водозабора	20
20.04.19	Характеристика качества подземных вод	5
20.05.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
24.05.19	Социальная ответственность	5
24.05.19	Английская часть	5


СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОГ	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н.		14.12.2017

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОГ	Пасечник Е.Ю.	к.г.-м.н.		14.12.2017

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 126 стр., 52 рис., 49 источников, 1 прил.

Ключевые слова: выпускная квалификационная работа, гидроузел №19, водозабор, скважина, зона санитарной охраны, потенциальный источник загрязнения.

Объектом исследования является подземный водозабор гидроузел №19, использующийся для водоснабжения нескольких микрорайонов города Севастополь.

Исследуемый в работе район приурочен к территории с высоким уровнем хозяйственного освоения и развитыми отраслями промышленного производства, что неизбежно сопровождается значительной степенью техногенной нагрузки. В связи с этим дальнейшая эксплуатация водозабора требует надежного определения границ зоны санитарной охраны. Наилучшим образом учесть сложное строение области фильтрации позволяет методика численного моделирования.

Таким образом, цель данной выпускной квалификационной работы заключается, во-первых, в оценке геометрических размеров второго и третьего поясов зоны санитарной охраны водозабора, во-вторых, в выявлении пространственного расположения потенциальных источников загрязнения подземных вод на территории подземного водозабора гидроузел №19, в-третьих, в оценке возможного влияния существующих источников на качество подземных вод.

Работа по созданию численной гидродинамической модели выполнялась в программном комплексе Groundwater Modeling System (GMS). На основе исходных картографических материалов (электронной топографической карты OpenToroMap и цифровой модели рельефа SRTM 30) была создана численная модель, которая впоследствии была наполнена параметрами водоносного горизонта и показана в объемном представлении.

В результате исследования получено модельное распределение напоров подземных вод, как в естественных условиях, так и под влиянием работы водозаборных скважин на расчетный срок 10000 суток. Показано, что крупные источники потенциального загрязнения подземных вод в границе зоны санитарной охраны не попадают. Разработаны рекомендации по совершенствованию системы режимных наблюдений, которые заключаются в увеличении частоты наблюдений за химическим составом подземных вод ввиду существующей вероятности инвазии морских вод, то есть возможности подтягивания некондиционных соленых вод при дальнейшей эксплуатации водозабора.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной выпускной квалификационной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ЗСО – зона санитарной охраны.

Зона санитарной охраны - территория или акватория, на которых устанавливается особый санитарно-эпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и охраны водопроводных сооружений [33].

Потенциальный источник загрязнения вод – источник, который может вносить в поверхностные или подземные воды загрязняющие вещества, микроорганизмы или тепло [33].

Водозабор – забор воды из водоема, водотока или подземного водоисточника [14].

Водозаборная скважина – скважина для забора подземных вод, оборудованная, как правило, обсадными трубами и фильтром [15].

Гидроузел – комплекс гидротехнических сооружений, объединенных по расположению и целям их работы [14].

Оглавление

Введение	11
Обзор литературы	12
Глава 1. Физико-географические условия района подземного водозабора гидроузла 19	16
1.1 Географическое расположение водозаборного участка	16
1.2 Общие сведения о районе исследований	17
1.3 Климат	19
1.4 Геоморфология и рельеф	20
1.5 Гидрография	21
1.6 Ландшафты	21
1.7 Геологическое строение	22
1.8 Гидрогеологические условия	25
1.9 Общая характеристика гидрохимических условий водозаборного участка	28
1.10 Прогноз качества подземных вод	31
1.11 Влияние прогнозного водоотбора на окружающую среду	32
Глава 2. Создание численной гидродинамической модели области фильтрации водозаборного участка гидроузла №19	35
2.1 Картографическая основа для анализа гидрогеологических условий на территории г. Севастополя	35
2.2 Создание гидродинамической модели водозаборного участка на территории г. Севастополя	41
Глава 3. Анализ структуры фильтрационных потоков и обоснование зоны санитарной охраны водозабора гидроузла №19	50
3.1 Общие выводы по обоснованию зоны санитарной охраны	56
Глава 4 характеристика качества подземных вод	58
4. 1 Гидрохимическое опробование на территории водозаборного участка ..	58
4.2 Гидрохимическое опробование в скважине «Софья Перовская», г. Севастополь	60

Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
5.1 Предпроектный анализ	66
5.2 Инициация проекта.....	71
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом	73
5.4 Бюджет научного исследования.....	79
5.5 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	85
Глава 6. Социальная ответственность	92
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	92
6.2 Производственная безопасность.....	93
6.3 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по снижению их воздействия.....	94
6.4 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия для их устранения.....	97
6.5 Экологическая безопасность.....	99
6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	100
Заключение.....	103
Список публикаций студента.....	104
Список использованных источников.....	105
Приложение А.....	110

Введение

Актуальность темы выпускной работы обусловлена необходимостью непрерывного контроля эксплуатационных параметров действующего водозабора и непосредственно связана с обеспечением бесперебойного режима водоснабжения нескольких жилых микрорайонов города Севастополя.

Исследуемый в работе район приурочен к территории с высоким уровнем хозяйственного освоения и развитыми отраслями промышленного производства, что неизбежно сопровождается значительной степенью техногенной нагрузки. В связи с этим дальнейшая эксплуатация водозабора требует надежного определения границ зоны санитарной охраны. Наилучшим образом учесть сложное строение области фильтрации позволяет методика численного моделирования, ориентированная на решение прогнозных гидродинамических задач в нестационарной постановке.

Цель данной работы заключается, во-первых, в оценке геометрических размеров второго и третьего поясов зоны санитарной охраны водозабора, во-вторых, в выявлении пространственного расположения потенциальных источников загрязнения подземных вод на территории подземного водозабора гидроузла №19, в-третьих, в оценке возможного влияния существующих источников на качество подземных вод.

Работа построена на выявлении структуры искусственного фильтрационного потока, формирующегося под влиянием внешних граничных условий и режима эксплуатации водозаборных скважин.

Исходными данными для исследования гидрогеологических условий являются материалы отчета по оценке и утверждению эксплуатационных запасов подземных вод участка гидроузла №19, выполненного ранее; материалы, собранные во время прохождения производственной практики; сведения из литературных источников и действующих нормативных документов.

Обзор литературы

Первые сведения о природных условиях и геологическом строении Крымского полуострова известны с XVIII века по материалам Зуева, Палласа, Габлина, Хюста, Дюбуа-де-Мантлера. Несколько позже многочисленными исследованиями были заложены основы стратиграфии и тектоники полуострова (Лагорно, Г. Прендель, В. Цебриков, Романовский и др.).

Геологическое изучение Крыма, в том числе территории листа L-36-XXXIV (Севастополь), началось еще в XIX веке работами Геолкома по созданию десятиверстной геологической карты Крыма. В 1898 г. К.К. Фохт с сотрудниками Геолкома начали составление геологической карты масштаба 1:42000. В 1926 г. была издана геологическая карта Крыма, составленная А.А. Борисяком, И.И. Каракашем и др.

В 1937-1939. был составлена сводная геологическая карта Крыма в масштабе 1:100000 (авторы М.В. Муратов, В.В. Вебер, Г.А. Лычагин, В.В. Колюбинска).

В 1938 г. вышла работа П.М. Ефремова «Артезианские воды Степного Крыма», в которой он дает описание условий залегания, фильтрационных свойств пород и качества подземных вод неогеновых и палеогеновых горизонтов.

В период 1939-1947 гг. публикуются работы профессора К.И. Макова, в которых охарактеризованы условия залегания и питания водоносных горизонтов Причерноморской впадины, охватывающей и Равнинный Крым.

Значительные геологические работы были проведены в Крыму в послевоенный период – с 1945 по 1990 гг. Из работ этого времени следует особо отметить составление Государственной геологической карты (Крымская серия) под руководством М.В.Муратова, в которой особенно ярко отразились представления того времени о строении мегантиклинория Горного Крыма [5].

В 1945 г. Крымским отрядом гидрогеологической экспедиции под руководством С.В. Альбова составлена сводная гидрогеологическая карта

Крыма масштаба 1:500 000 с пояснительной запиской. Эта работа систематизировала существующие на тот момент данные о глубине залегания, качестве и количестве подземных вод данной территории.

Начало изучения режима подземных вод в Степном Крыму относится ко 2-ой половине 1939 г. Первые результаты изучения режима подземных вод высказанные в ежегодном и сводном отчетах Е.А. Ришес за 1945-49 гг. В этих и последующих отчетах Е.А. Ришес освещала все новое, что было получено за предыдущий год, как во время изучения режима подземных вод, так и в области региональных гидрогеологических исследований (изучение вопросов: области питания, формировании подземного стока и химического состава подземных вод, закономерностях пространственных изменений фильтрационных свойств водоносных горизонтов). Наблюдения за уровневый и химическим режимом подземных вод проводились регулярно и на протяжении всех последующих лет. Данные приведены в ежегодных и многолетних отчетах по изучению режима [46, 47, 48].

В 1957-59 гг. проводятся поиски подземных вод в центральной части предгорного Крыма (В.И. Савченко, И.В. Кострик). Запасы воды в неогеновом водоносном горизонте, согласно предварительным оценкам, составили 3,89 тыс. м³/сутки по категориям А и 2,17 тыс. м³/сутки по категории В.

В 1958 г. В.И. Савченко и Е.Я. Мартаковой подготовлен отчет о результатах работ Альминской гидрогеологической партии Крымской геологической экспедиции за 1954-57 гг. Протоколом ГКЗ № 2185 от 18 марта 1958 г. утвержденные эксплуатационные запасы подземных вод меотис-понтических, сарматских и среднемиоценовых отложениях в пределах Альминской мульды.

Начиная с 1960 по 1965 г. выходит ряд работ (Э.А. Ришес, 1960; Е.Я. Мартакова, И.М. Иванов, 1962; Ф.П. Самсонов, 1963 и др.), в которых выполнено описание условий залегания и формирования подземных вод, химического состава, условий питания, районирование по типам режима,

отдельные элементы баланса, ресурсы пресных подземных вод и тому подобное.

В 1962 г. Е.А. Ришес, Е.Я. Мартаковой, И.М. Ивановым произведена региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод Крыма.

В 1970 г. был издан VIII том «Гидрогеология СССР (Крым)» - коллективная работа специалистов ряда производственных и научных учреждений Министерства геологии СССР и АН УССР, в котором обобщены основные сведения и дана достаточно полная характеристика гидрогеологических особенностей Равнинного Крыма.

В 80-е годы прошлого века на территории исследований была проведена комплексная геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка масштаба 1:25000 (Борисенко Л.С. и др., 1976 г.), глубинное геологическое картирование масштаба 1:50000 (Пивоваров С.В. и др., 1984) и геологическое доизучение масштаба 1:200000. В результате этих работ, помимо решения чисто геологических задач, было проведено углубленное изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий территории Крыма, в частности, Гераклеийского плато, где расположен город Севастополь. В 1981-84 гг. по программе геологического доизучения Предгорного Крыма гидрогеологической съемкой масштаба 1:50000 покрывается территория планшета номенклатуры L-36-117-A (авторы отчета: Н. Рыбаков, С.Я. Рамский, А.В. Дублянский, П.Бы. Танзян) [30].

В начале 90-х годов прошлого века продолжалось геологическое доизучение и подготовка к изданию Государственной геологической карты масштаба 1:50000 (1992 г.).

В дальнейшем проводятся многочисленные специализированные гидрогеологические исследования, в частности, комплексное гидрогеологическое и инженерно-геологическое картографирование, мониторинг инженерных процессов, изучение режима подземных вод, поиски и разведка ресурсов подземных питьевых вод (Капинос Н.М., 2002 г. [19]; Чудина Л.Г., 1998 г. [46]). В 1999 г. начаты работы по поиску подземных вод и бурению

разведочно-эксплуатационных скважин в Автономной Республике Крым, в частности в г. Севастополь.

Материалы по запасам подземных вод на территории АР Крым были обобщены в 2001 г. Л.Г.Чудиновой [47].

Последние два десятилетия проводятся специализированные исследования по геолого-экологической оценке техногенного воздействия на окружающую среду и природные комплексы Крыма, осуществляется оценка техногенных факторов и динамики регионального загрязнения подземных вод. Были установлены общие токсические нагрузки на территорию, состав загрязняющих веществ в воздухе Севастополя, проведена оценка возможной вертикальной миграции загрязнителей, выполнено районирование территории по условиям проявления эколого-геологических процессов (Капинос, Н.М., 2002 г. [19], Новиков Ю.А., 1994 г.) [20].

Все материалы геологоразведочных работ на территории исследований были обобщены во время подготовки к изданию Геолкарты-200 нового поколения (2006 г.) [21]. В этой работе уточнено геологическое строение, стратиграфия, тектоническое и металлогеническое районирование Юго-Западного Крыма, приведены последние данные по гидрогеологии и эколого-геологической обстановке района работ, переизданы геологическая, гидрогеологическая и другие карты геологического содержания масштаба 1:200000. Именно эти материалы послужили основой геологической и гидрогеологической характеристики района работ, которые предоставлены ниже.

Глава 2. Создание численной гидродинамической модели области фильтрации водозаборного участка гидроузел №19

Ранее в главе 1 уже было отмечено, что район исследований приурочен к территории с высоким уровнем хозяйственного освоения, развитыми отраслями промышленного производства, присутствием многочисленных предприятий, что неизбежно сопровождается значительной степенью техногенной нагрузки.

В связи с этим дальнейшая эксплуатация водозабора требует надежного определения границ зоны санитарной охраны действующего водозабора, который длительное время работает на неутверждённых запасах подземных вод. Наилучшим образом учесть сложное строение области фильтрации и особенностей структуры фильтрационных потоков позволяет методика численного моделирования, ориентированная на решение прогнозных гидродинамических задач в нестационарной постановке.

Начальным этапом работы является создание численной модели на основе различных картографических материалов.

2.1 Картографическая основа для анализа гидрогеологических условий на территории г. Севастополя

Инструменты геоинформационной системы ArcGis позволяют объединить в общей системе географических координат разнородные слои электронного представления картографических материалов: разномасштабные топографические (включая электронные) карты; разномасштабные космические снимки сверхвысокого разрешения; разновременные многозональные космические снимки Landsat 8; цифровую модель рельефа (SRTM 30) по данным радарной космической съемки.

Этапы работы с картографической основой для района г. Севастополя.

Поиск участка геологоразведочных работ выполнен с использованием поисковых возможностей *INTERNET*-сервиса *Google.maps.ru*.

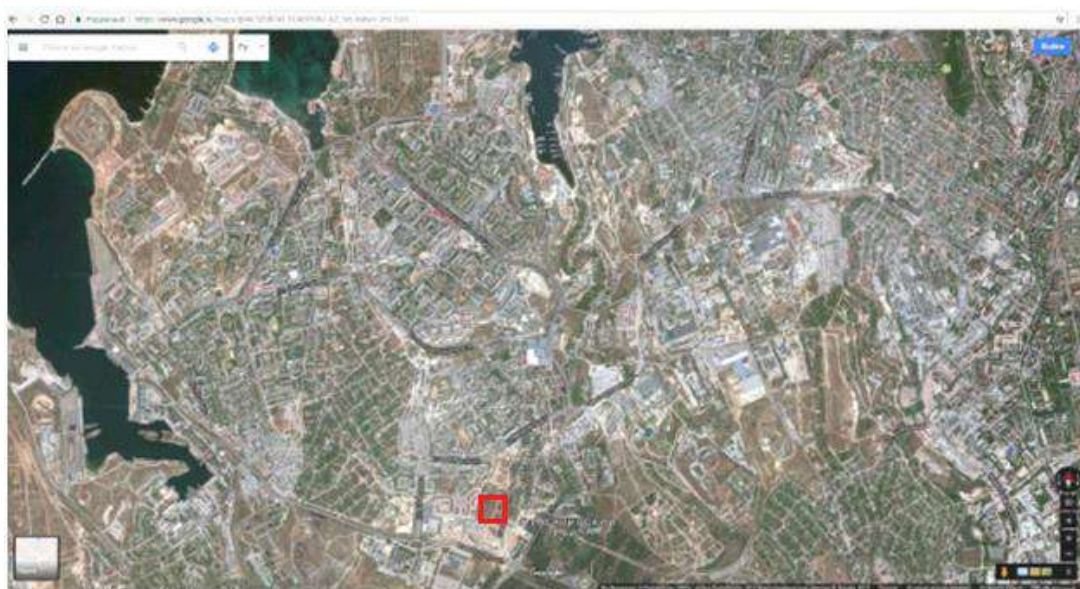


Рисунок 8 – Обзорный космоснимок территории Гагаринского района г. Севастополя в северной части Фиолентовского шоссе [1]



Рисунок 9 – Участок геологоразведочных работ на территории квартала, ограниченного Камышовским и Фиолентовским шоссе и улиц Шевченко и Маринеско [1]

Картографическая основа для анализа координатно-привязанной информации получена с использованием возможностей программы SASPlanet, которая позволяет получать разномасштабный и разнородный картографический материал, зарегистрированный в единой системе координат.

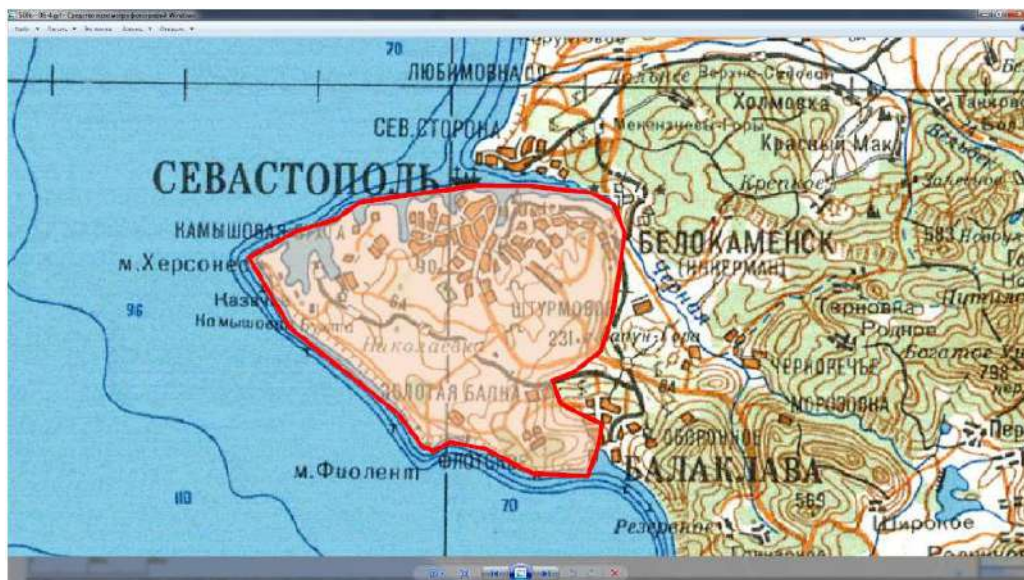


Рисунок 10 – Территория формирования запасов подземных вод

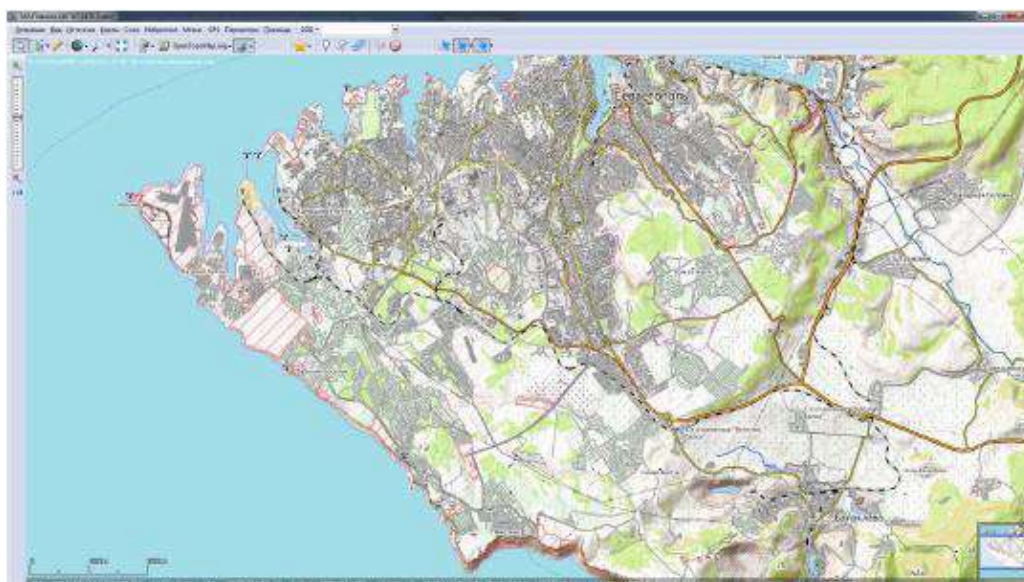


Рисунок 11 – Район работ на карте OpenТопоМар в масштабе z14

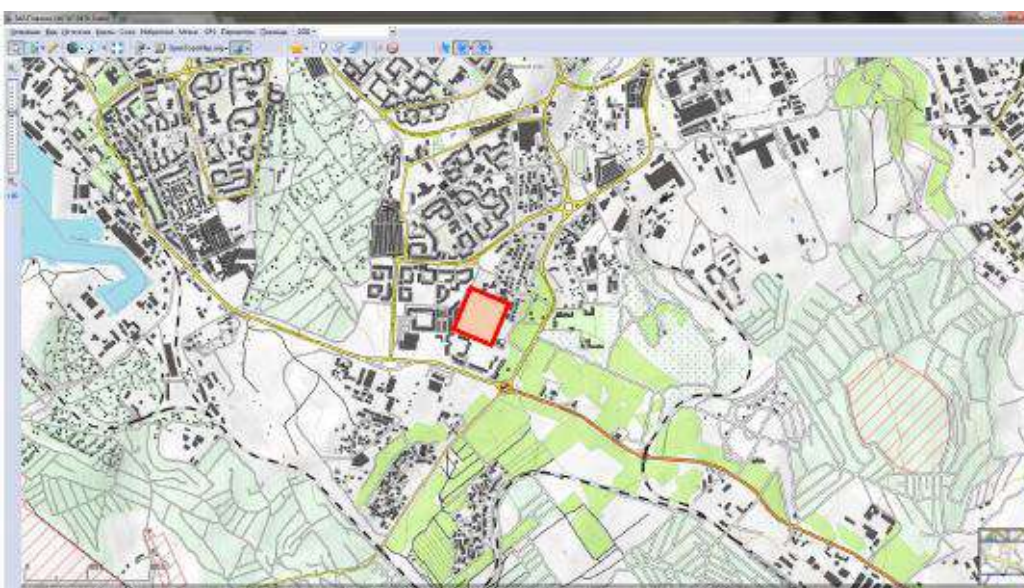


Рисунок 12 – Участок работ на карте OpenТопоМар в масштабе z16

Совмещение отдельных электронных слоев картографических фрагментов в единой системе географических координат (*Popular_Visulisation_CRS_Merckator*) выполнено средствами геоинформационной системы *ArcGis*.



Рисунок 13 – Обзорный космоснимок территории Гагаринского района г. Севастополя масштаба z12 в рабочем окне ПК *ArcGis*

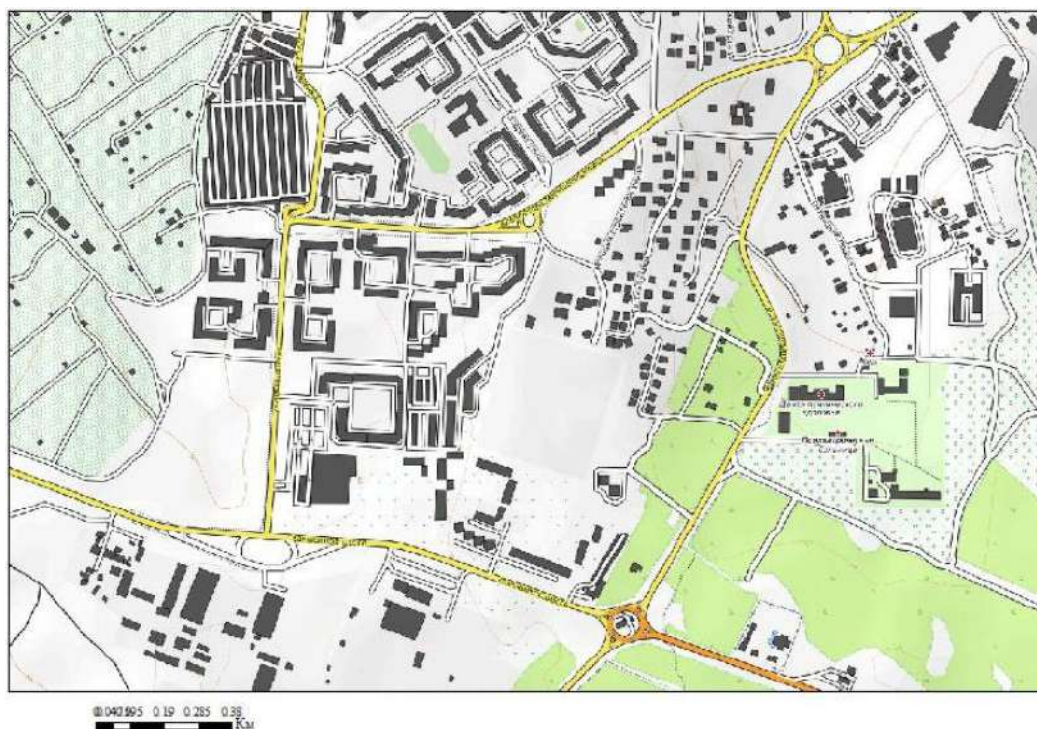


Рисунок 14 – Приемлемый уровень детали карты ОрепТороМар масштаба z17 на участке работ

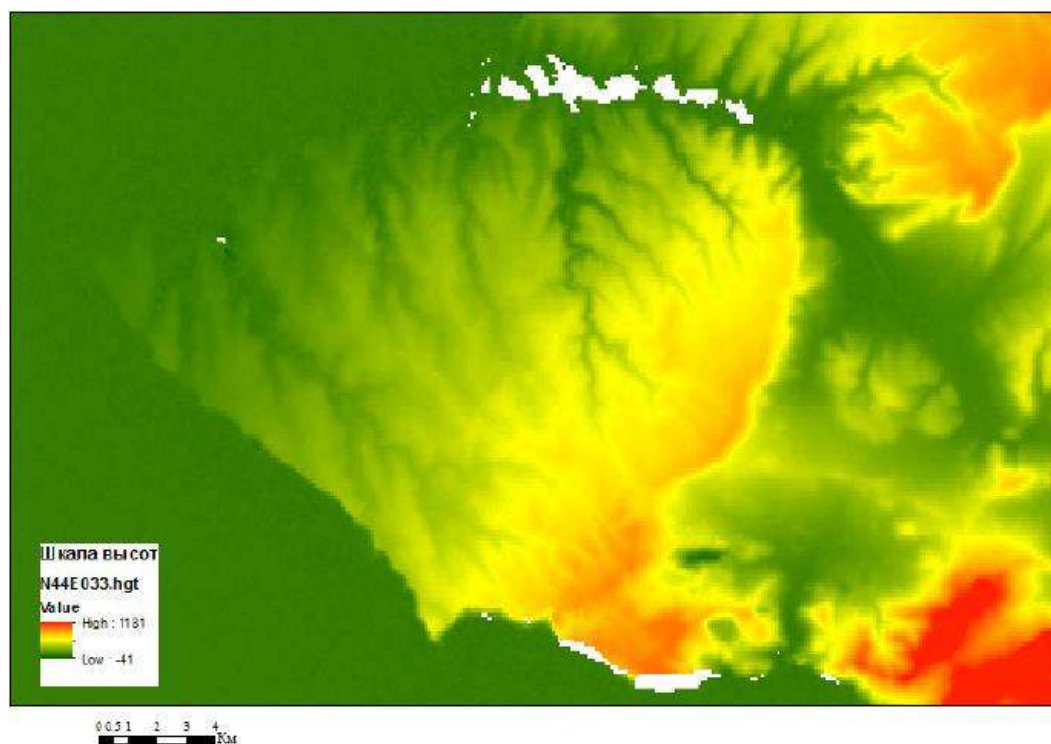


Рисунок 15 – Часть фрагмента растрового изображения (N44E033.hgt) цифровой модели рельефа SRTM 30 в цветной шкале высотных отметок

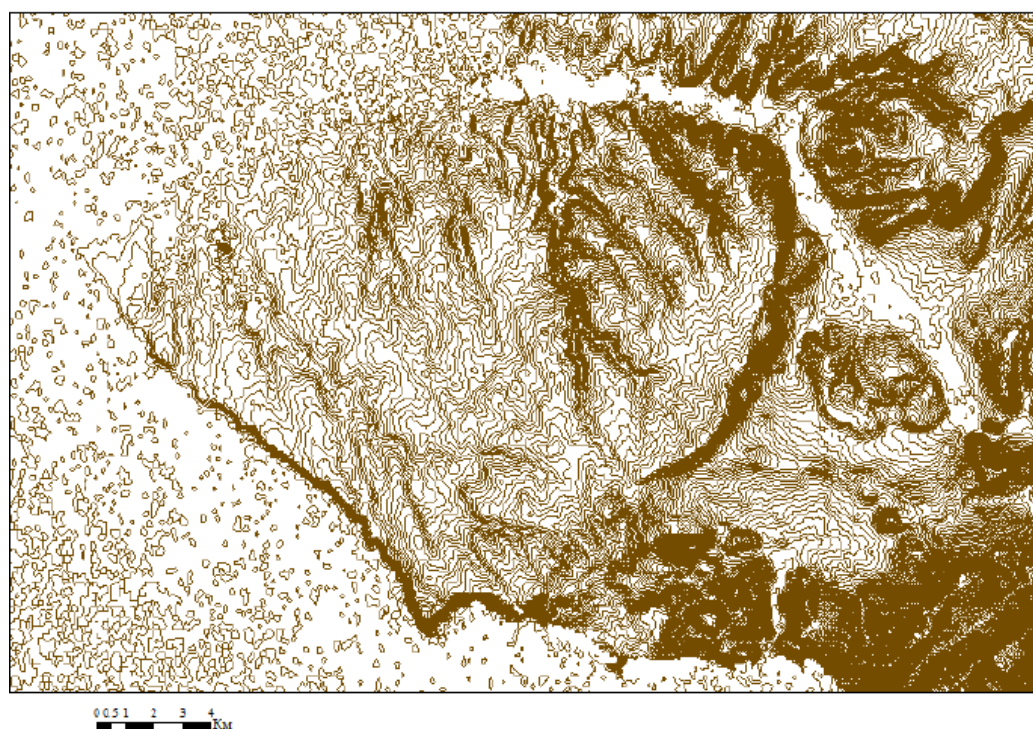


Рисунок 16 – Цифровая модель рельефа SRTM 30 для района работ в виде изолиний

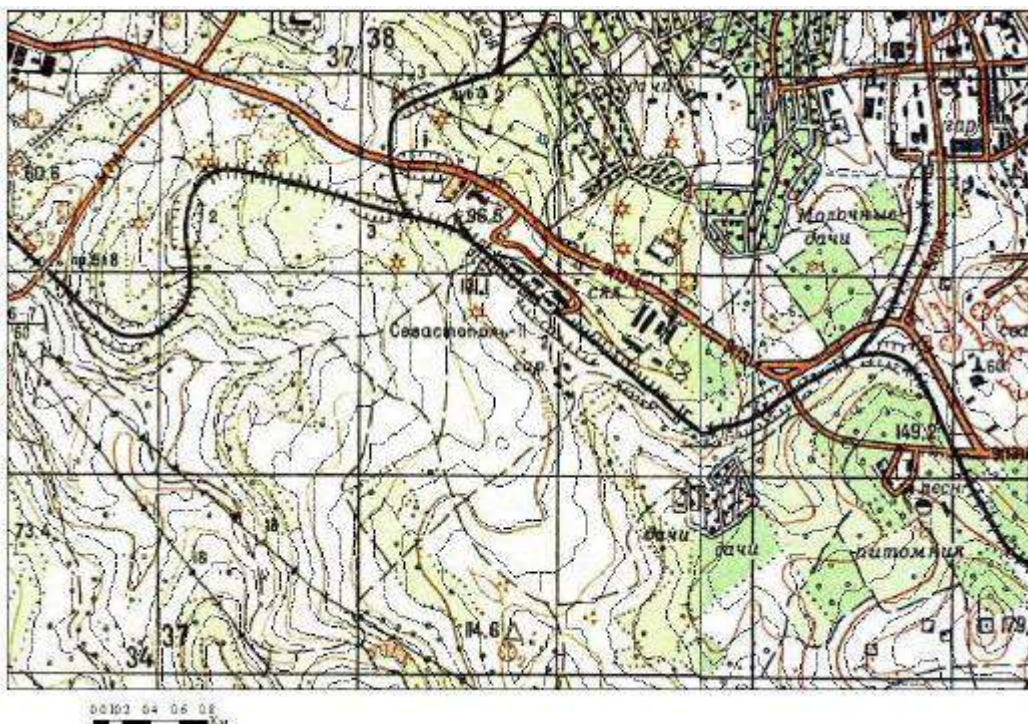


Рисунок 17 – Сопоставление рисовки изолиний рельефа топографической карты масштаба 1:500000 с изолиниями цифровой модели рельефа SRTM 30 с сечением через 5 м (пунктирные линии)

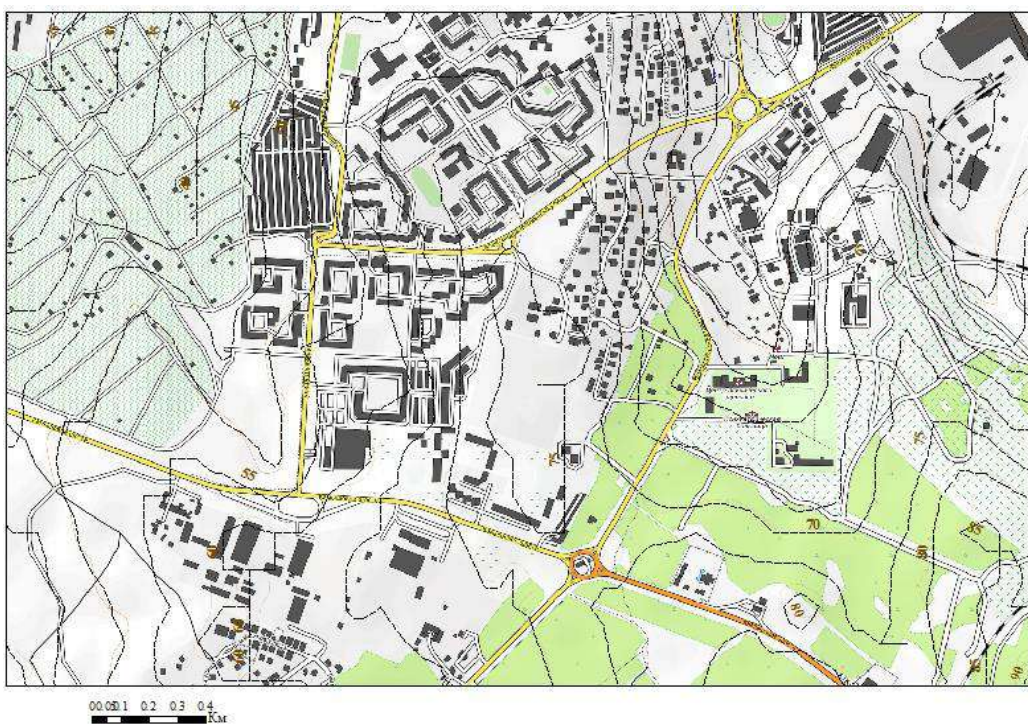


Рисунок 18 – Цифровая модель рельефа SRTM 30 для участка работ в виде изолиний



Рисунок 19 – Космический снимок Landsat 8 в комбинации каналов естественного цвета (2-3-4) в рабочем окне *ПК ArcGis*

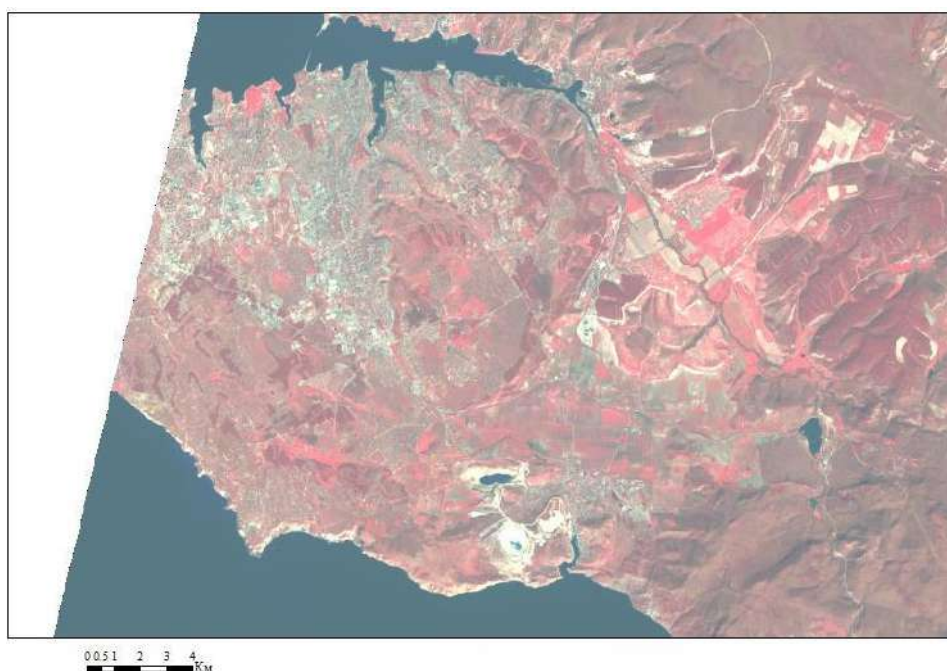


Рисунок 20 – Космический снимок Landsat 8 в комбинации каналов естественного цвета (5-4-3), может быть использован для дешифрирования техногенной нагрузки (оттенки холодных зеленоватых тонов)

2.2 Создание гидродинамической модели водозаборного участка на территории г. Севастополя

Для создания гидродинамической модели водозаборного участка использован программный комплекс GMS (Groundwater Modeling System). Загруженные ранее картографические материалы из доступных через сеть

INTERNET-ресурсов, загружаются в рабочее пространство программы моделирования для создания региональной численной модели области фильтрации.

Работа по созданию модели выполнена в несколько этапов. На первом этапе выполнена подготовка к созданию модели путем подключения модулей MODFLOW и MODPATH (рис. 21) и настроены единицы измерения модели в метрах.

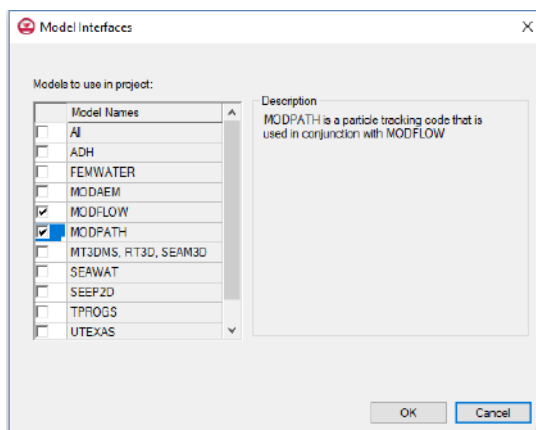


Рисунок 21 – Подключение модулей MODFLOW и MODPATH

Далее в программный комплекс подгружались исходные картографические материалы – топографическая карта OpenТопоМар (для последующей оцифровки границ области фильтрации) (рис. 22) и цифровая модель рельефа SRTM 30, которая необходима для переноса отметок рельефа на конечно-разностную сетку (рис. 23).

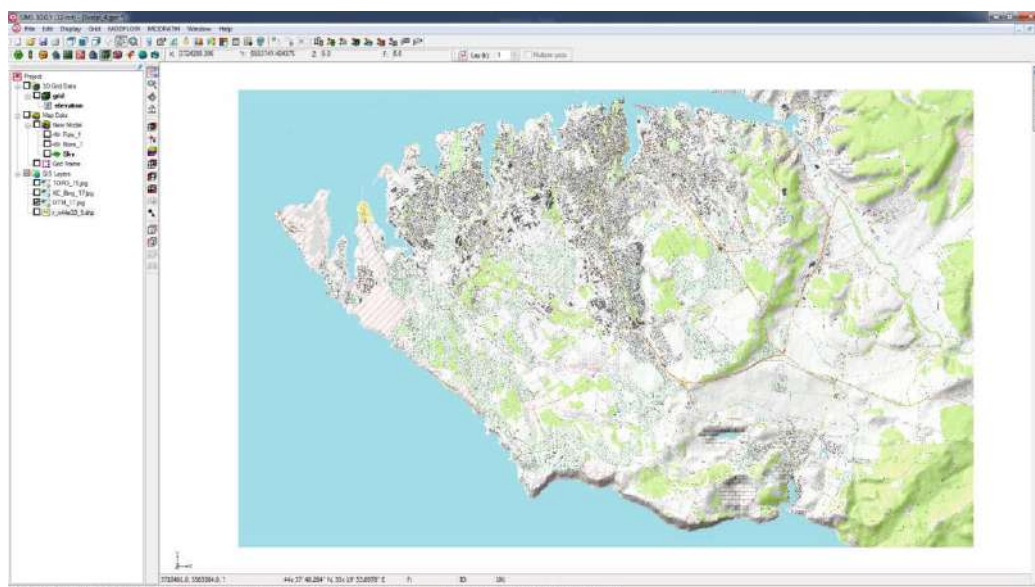


Рисунок 22 – Топографическая карта района работ масштаба z17 в рабочем окне ПК GMS

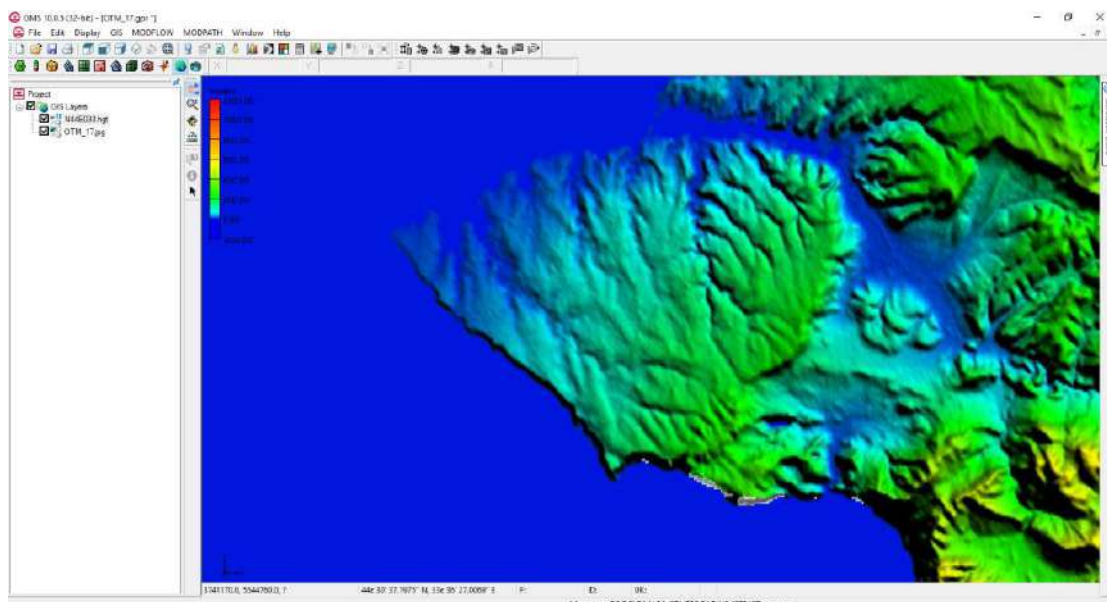


Рисунок 23 – Цифровая модель рельефа SRTM 30 (фрагмент растра N44E033.hgt)
На втором этапе создана концептуальная модель (рис. 24 и 25).

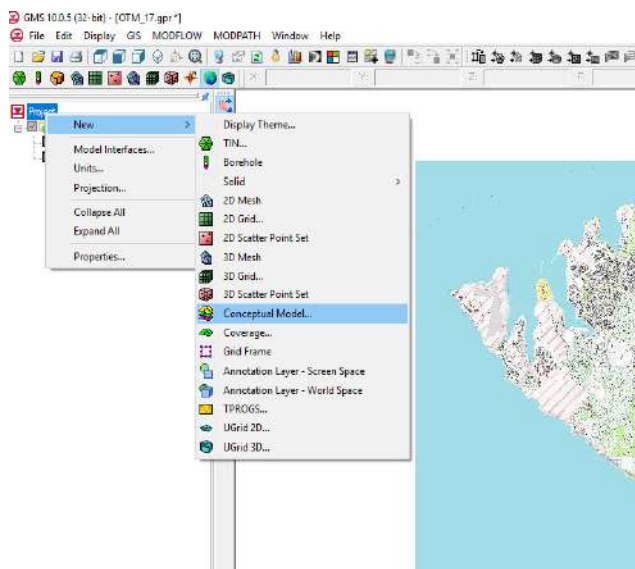


Рисунок 24 – Выбор команды создания концептуальной модели

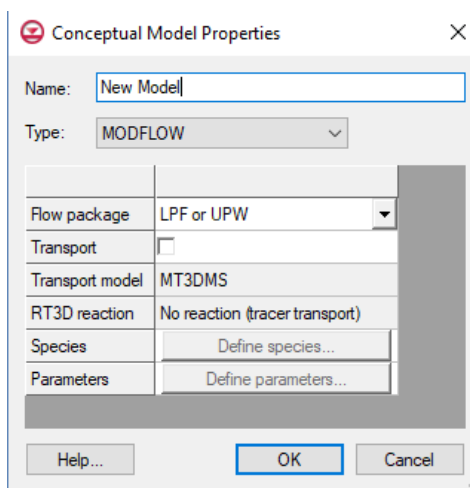


Рисунок 25 – Свойства концептуальной модели

Показанная на рисунке 22 картографическая основа использована для оцифровки границ области фильтрации, которые на севере и юге поведены по морскому побережью (рис. 26), а на востоке по водоразделу бассейнов поверхностного стока. Одним из таких бассейнов является водосбор р. Чёрной (рис. 27). В результате по границам полуострова отрисован замкнутый полигон, которому присвоено свойство границ области фильтрации.

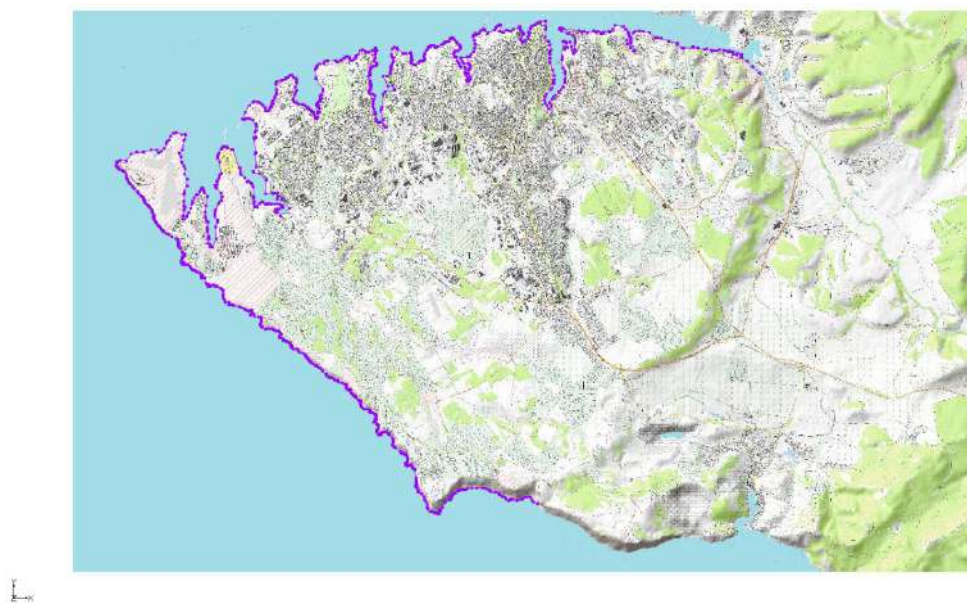


Рисунок 26 – Результат оцифровки границы морского побережья на фоне базовой карты

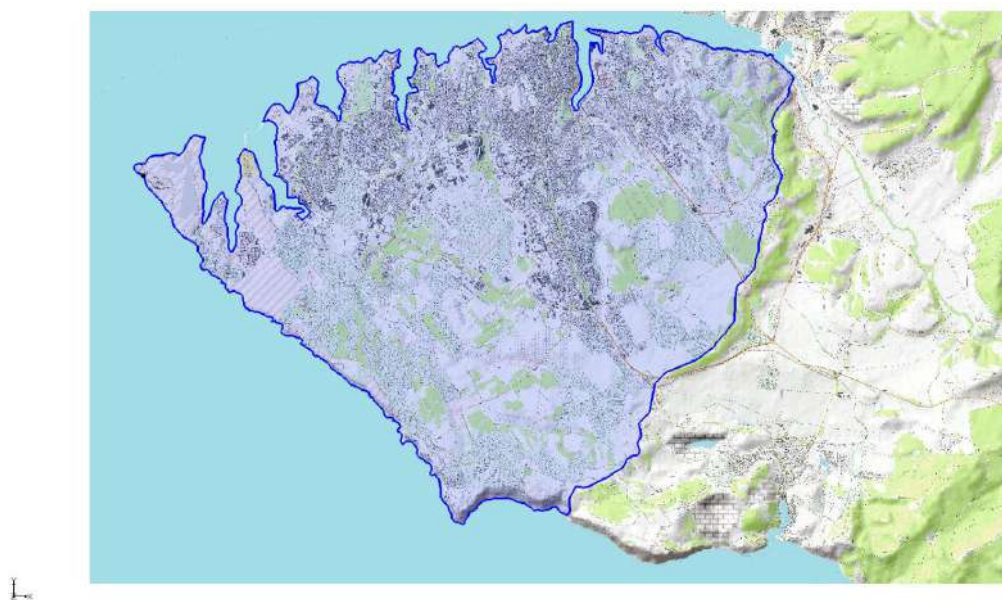


Рисунок 27 – Результат оцифровки границ области фильтрации региональной гидродинамической модели

После чего на фоне топографической карты оцифровано положение трех эксплуатационных гидрогеологических скважин на водозаборном участке (рис. 28).



Рисунок 28 – Результат оцифровки гидрогеологических скважин

Скважины оцифрованы также на фоне космоснимка (рис. 29). Заметны существенные расхождения в местоположении местных предметов по сравнению с картой.



Рисунок 29 – Результат оцифровки гидрогеологических скважин на фоне космического снимка

После создания прямоугольной конечно-разностной сетки (рис. 30) полигон использован для формирования границ численной модели по контуру береговой линии (рис. 31 и 32).



Рисунок 30 – Результат создания равномерной конечно-разностной сетки размерностью 125 столбцов и 96 строк на фоне карты *OpenTopoMap*

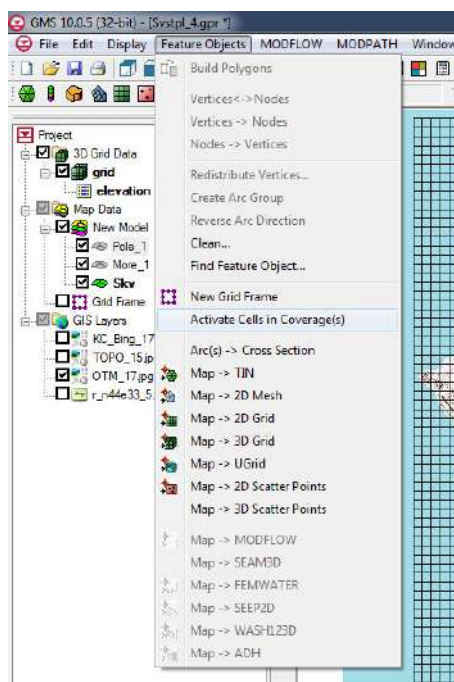


Рисунок 31 – Выбор команды ограничения размеров конечно-разностной сетки границами полигона области фильтрации

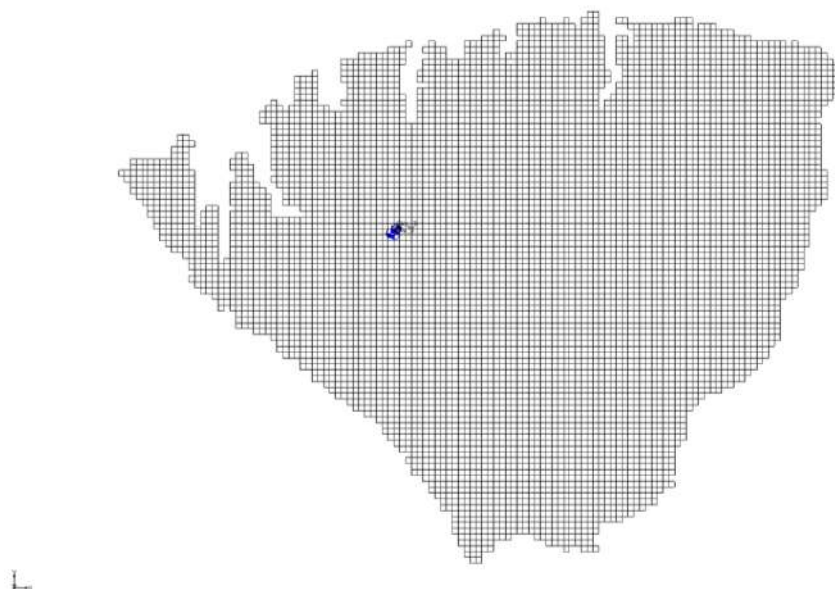


Рисунок 32 – Активные ячейки конечно-разностной сетки в границах области фильтрации (местоположение гидрогеологических скважин показано на фоне сетки)

Полученная численная модель области фильтрации показана в двумерном (рис. 33) и объемном представлении (рис. 34). Местоположение водозаборного участка гидроузла №19 отмечено стрелкой.

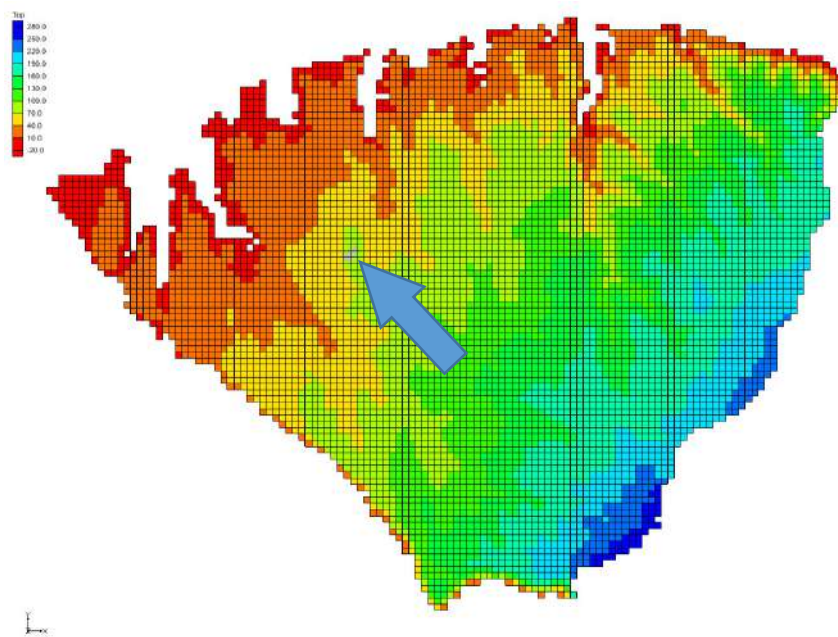


Рисунок 33 – Численная модель области фильтрации в двухмерном представлении

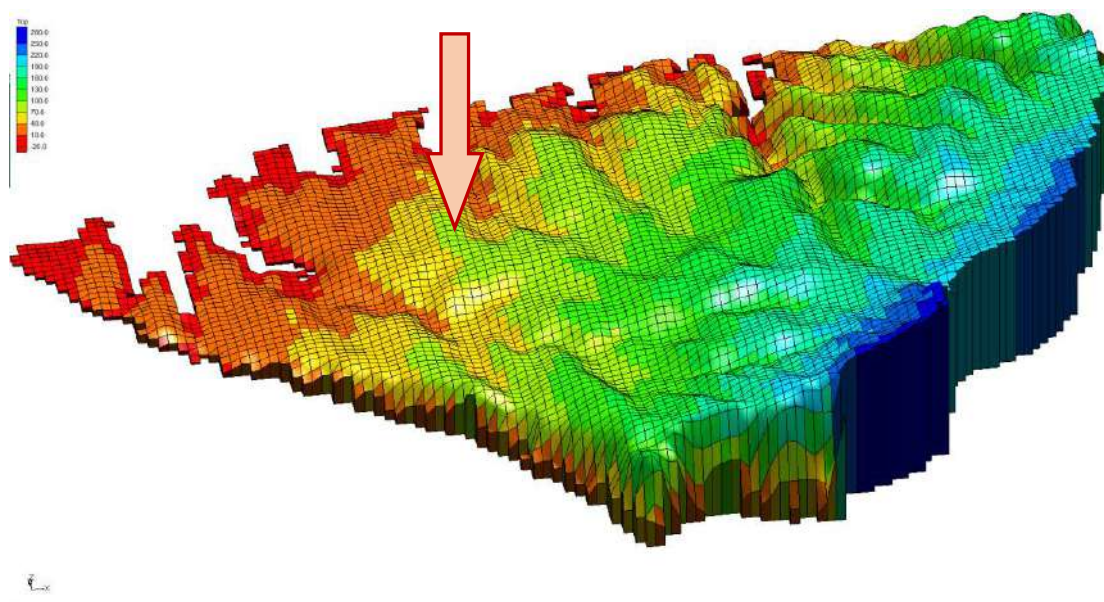


Рисунок 34 – Численная модель области фильтрации в объемном представлении

Модель наполняется параметрами водоносного горизонта: коэффициентами фильтрации, пьезопроводности, гравитационной водоотдачи и интенсивности инфильтрационного питания (атмосферные осадки). С помощью модуля MODFLOW получаем решение эпигнозной и прогнозной геофильтрационных задач. Решение эпигнозной задачи в стационарной постановке получено в виде поля напоров, характеризующегося равномерным распределением по площади (рис. 35).

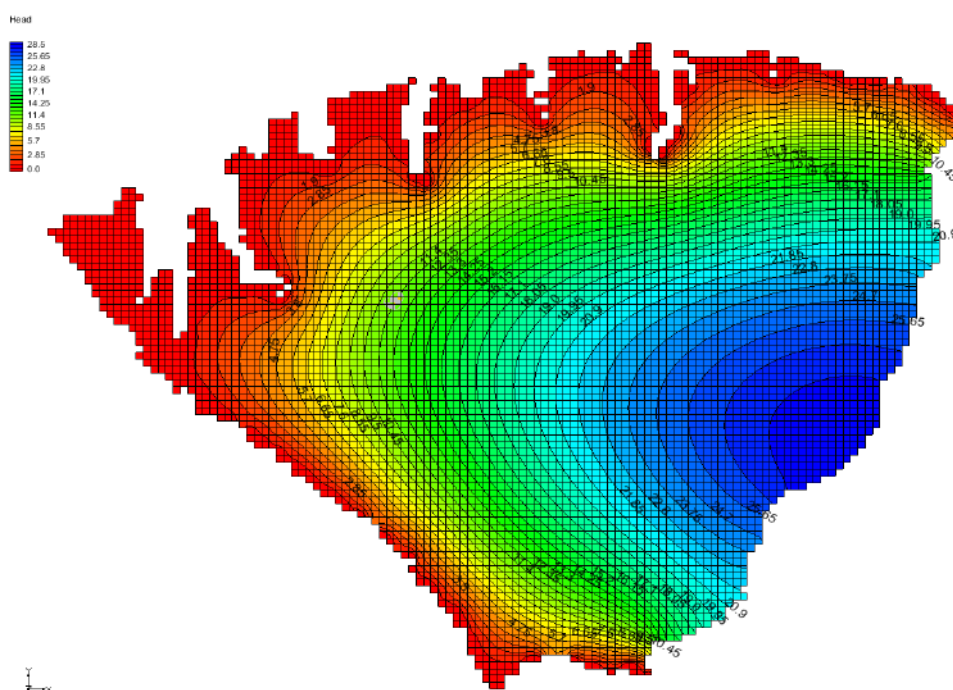


Рисунок 35 – Результат решения стационарной эпигнозной задачи в естественных условиях без работы водозабора (напор, м)

Под влиянием работы эксплуатационных скважин, происходит искажение поля напоров, появляется депрессионная воронка (рис. 36).

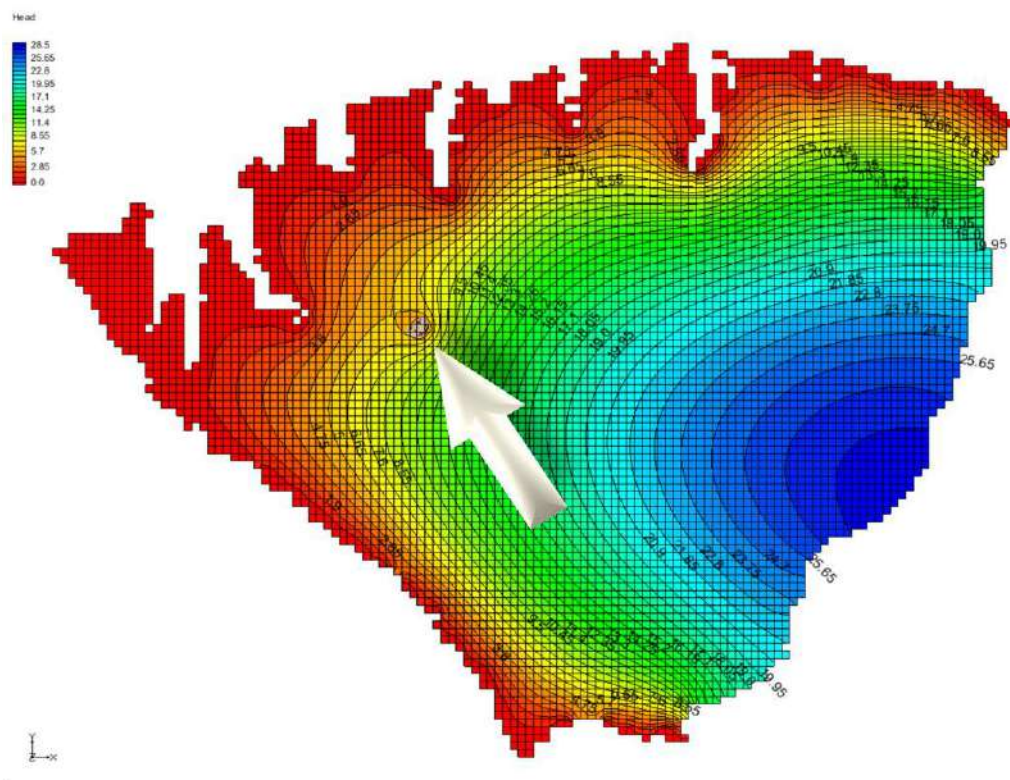


Рисунок 36 — Результат решения нестационарной прогнозной задачи в нарушенных условиях с учетом работы водозабора производительностью $1500 \text{ м}^3/\text{сут}$ (напор, м)

Глава 3. Анализ структуры фильтрационных потоков и обоснование зоны санитарной охраны водозабора гидроузла №19

Водозаборные скважины на территории гидроузла №19 расположены на охраняемой территории. Вокруг скважин организована зона санитарной охраны в составе трех поясов. Границы I пояса или зоны строгого режима огорожены и благоустроены. Какие-либо источники интенсивного загрязнения в ближайшем окружении от эксплуатационных скважин отсутствуют. Поверхность ЗСО спланирована, организован отвод ливневых вод.

Границы пояса строгих ограничений (рис. 37) совпадают с площадью водозаборного участка, радиус их окружности, вычисленный аналитическим методом, составляет 16,5 метра, что не соответствует нормативным требованиям (для напорных горизонтов радиус должен составлять 30 метров). Все остальные нормативные требования, предъявляемые к организации зоны строгого режима, выполняются.



Рисунок 37 – Зона санитарной охраны: пояс строгого режима (I)

Размер II-го пояса ЗСО составляет 331 метр. Пояс охватывает территорию городской застройки, одиночные постройки коттеджного поселка «Водограй», участок лесопосадки (рис. 38).



Рисунок 38 — Зона санитарной охраны: II-пояс по результатам аналитических расчетов

Радиус ЗСО III-го пояса составляет 1582 метра во все стороны от водозаборных скважин. Эта зона включает в себя часть территории коттеджных поселков, а также свободные от застроек территории, автодорогу, лесопосадки (рис. 39). Бесхозных, не затампонированных скважин в границах третьего пояса ЗСО не выявлено, открытые горные работы не ведутся. Потенциальные источники химического загрязнения, в том числе свалки, поля фильтрации и ассенизации, кладбища, скотомогильники, силосные траншеи, животноводческие и птицеводческие предприятия, и другие источники химического загрязнения в радиусе 1582 м отсутствуют.

Однако так как водозаборный участок окружен городской застройкой, включающей промышленные предприятия, нормативные требования к ограничению хозяйственной деятельности II и III поясов частично не выполняются.



Рисунок 39 – Зона санитарной охраны: III-пояс по результатам аналитических расчетов

Направление и пространственная форма линий тока фильтрационных потоков образует структуру, которая не только определяет скоростные характеристики движения подземных вод, но и позволяет оценивать траектории перемещения, как частиц самой жидкости, так и растворенных в ней веществ. Эти особенности фильтрационных потоков учитываются при аналитических расчетах границ зон санитарной охраны, но обычно в упрощенном виде. Типовые расчетные схемы, как правило, не учитывают пространственной формы движения фильтрационных потоков и строятся из предположения движения фронта потенциального загрязнителя по пласту без учета сложной формы линий тока.

Результаты численного моделирования дают возможность оценить размеры границ зоны санитарной охраны водозабора с учётом структуры фильтрационных потоков. На водозаборном участке они направлены от питающей границы (водосборная площадь) с поверхности к фильтрам эксплуатационных скважин, расположенных на глубинах нескольких десятков метров.

С помощью модуля MODPATH были построены линии тока (фильтрационные потоки) для эксплуатационной скважины водозабора (рис. 40 и 41).

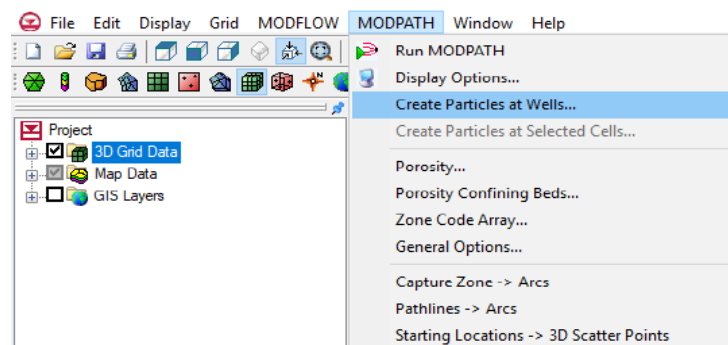


Рисунок 40 – Выбор команды построения линий тока для скважины водозабора

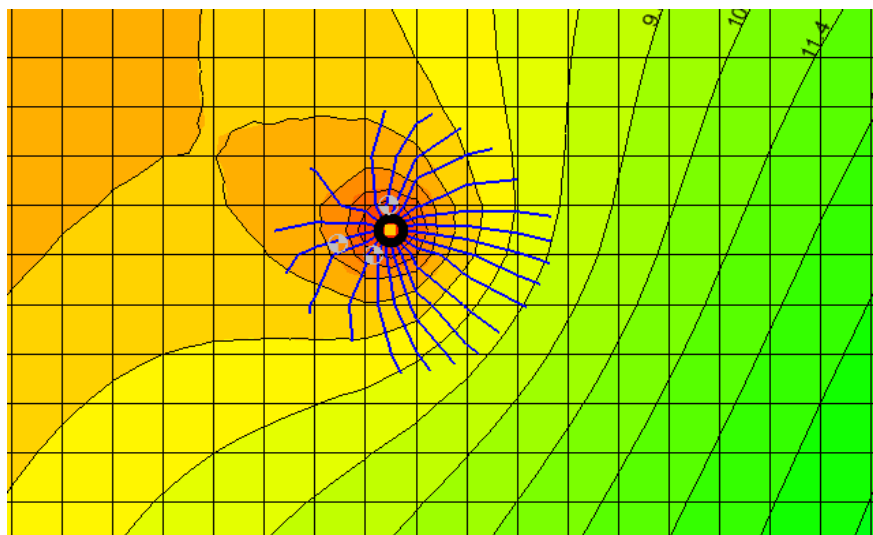


Рисунок 41 – Линии тока под влиянием работы водозабора на расчетный срок 10 000 суток

По результатам численного моделирования можно сделать вывод о том, что границы второго пояса зоны санитарной охраны не выходят за пределы территории водозаборного участка (рис. 42). Соответственно исключено влияние внешних источников микробного загрязнения подземных вод.

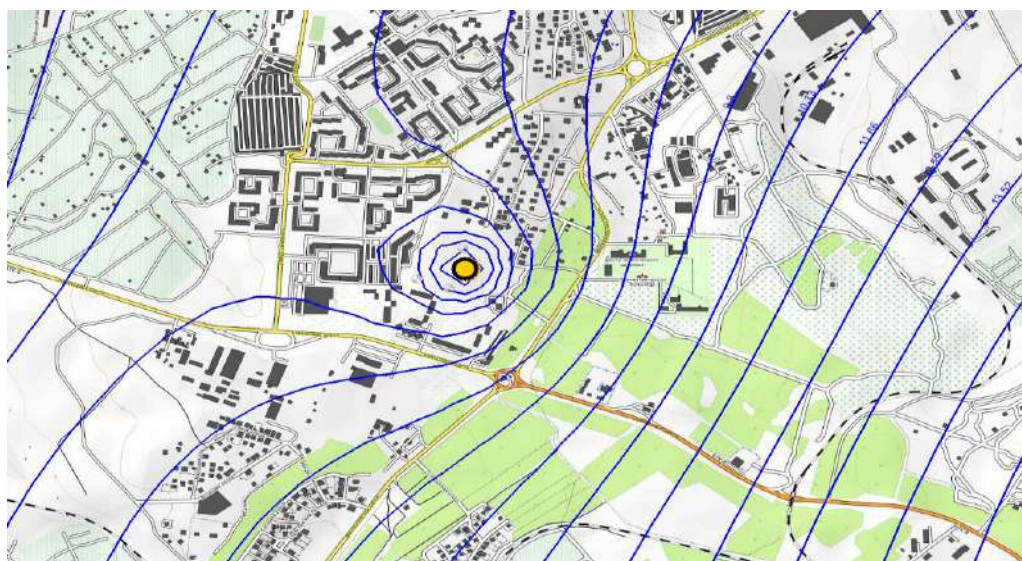


Рисунок 42 – Размер водозахватной зоны на фоне топографической карты под влиянием работы водозабора в течение 200 суток

Линии тока и размер водозахватной зоны под влиянием работы водозабора на расчетный срок 10 000 суток на фоне топографической карты представлены на рисунках 43 и 44.

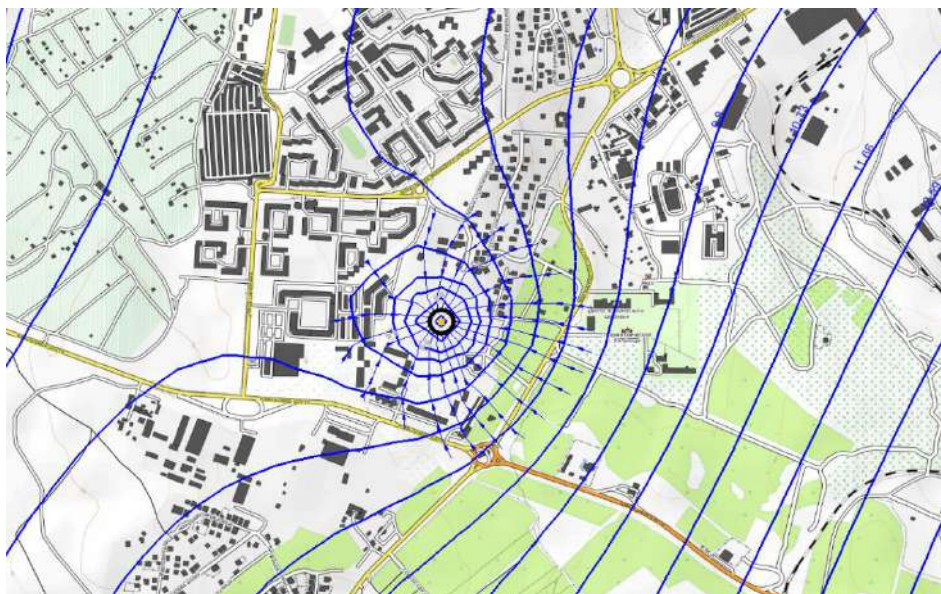


Рисунок 43 – Линии тока на фоне топографической карты под влиянием работы водозабора в течение 10 000 суток. Максимальная длина линии тока вверх по потоку составляет 595 м, вниз по потоку – 379 м. Расстояние между стрелками соответствует фильтрации в течение 2 000 суток.

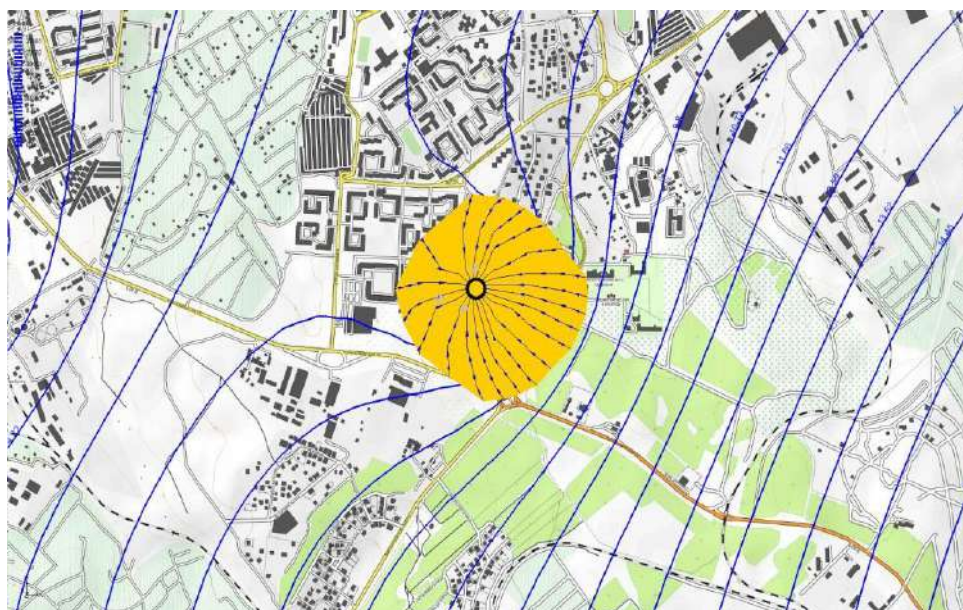


Рисунок 44 – Размер водозахватной зоны на фоне топографической карты под влиянием работы водозабора в течение 10 000 суток. Расстояние между стрелками соответствует фильтрации в течение 2 000 суток

Для оценки пространственного расположения потенциальных источников загрязнения подземных вод область захвата фильтрационного потока скважиной была размещена на фоне космического снимка (рис. 45).

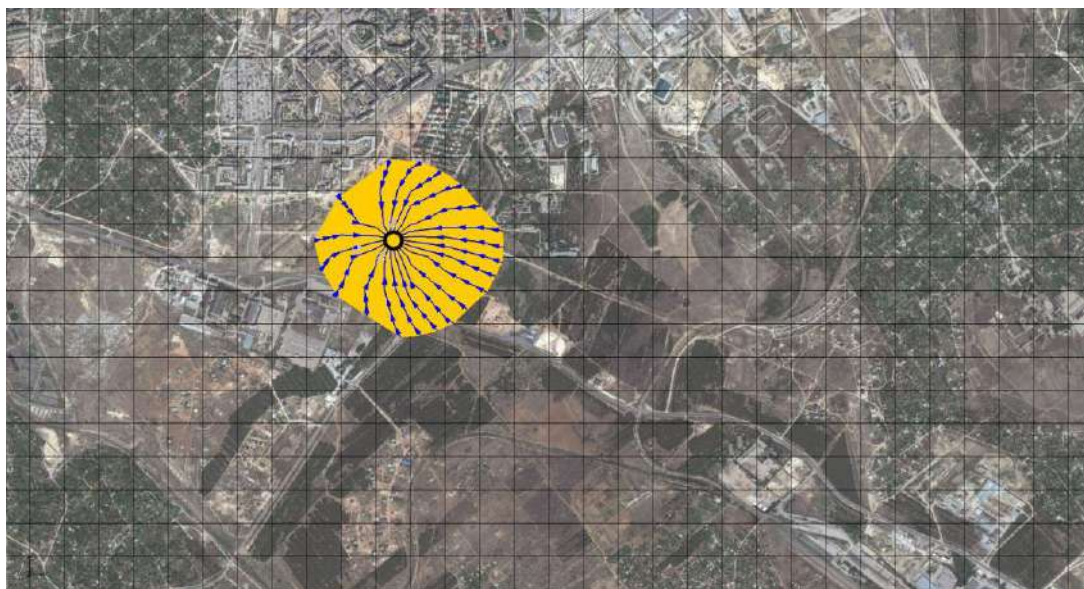


Рисунок 45 — Размер области захвата фильтрационного потока скважиной на фоне космоснимка под влиянием работы водозабора в течение 10 000 суток. Расстояние между стрелками соответствует фильтрации в течение 2 000 суток.

Максимальный размер захвата фильтрационного потока скважиной на фоне топографической карты, космоснимка и в пространственном представлении показаны на рисунках 46 – 49.

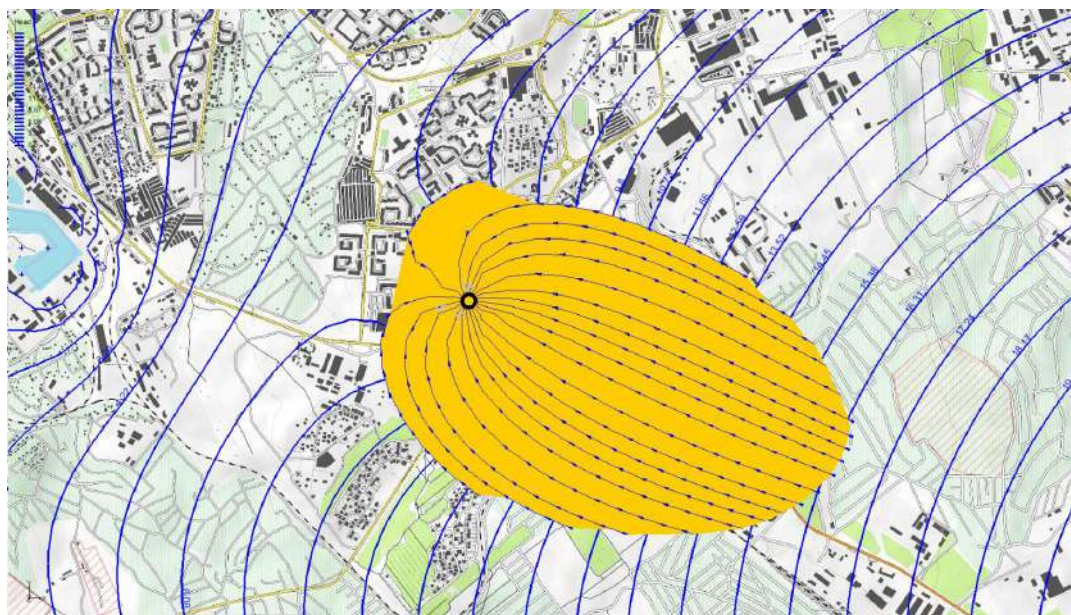


Рисунок 46 — Предельный размер водозахватной зоны на фоне топографической карты под влиянием работы водозабора в течение 130 763 суток или 358 лет. Максимальная длина линии тока вверх по потоку составляет приблизительно 3 013 м, вниз по потоку – 650 м. Расстояние между стрелками соответствует фильтрации в течение 10 000 суток.

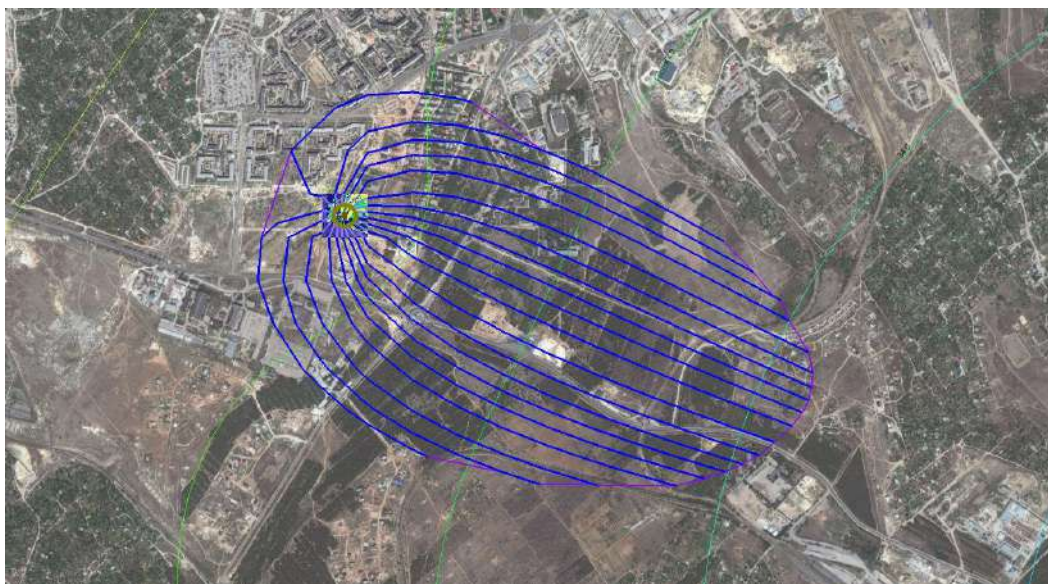


Рисунок 47 – Предельный размер водозахватной зоны на фоне космоснимка под влиянием работы водозабора в течение 130 763 суток или 358 лет. Расстояние между стрелками соответствует фильтрации в течение 10 000 суток.

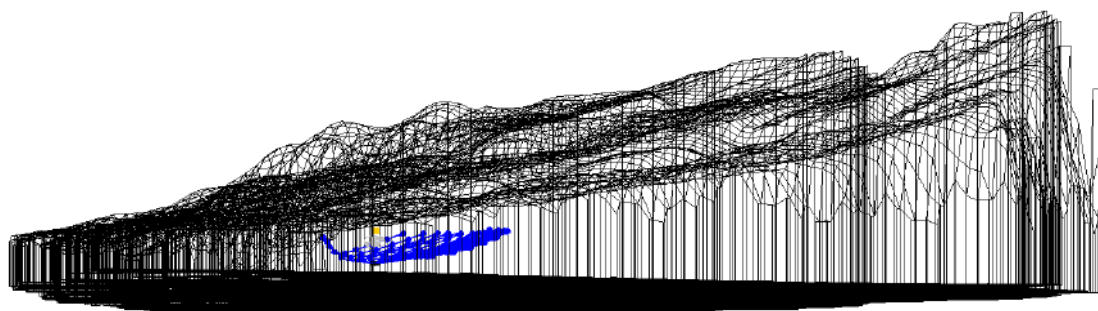


Рисунок 48 – Предельный размер захвата фильтрационного потока скважиной в пространственном представлении. Расстояние между стрелками соответствует фильтрации в течение 20 000 суток.

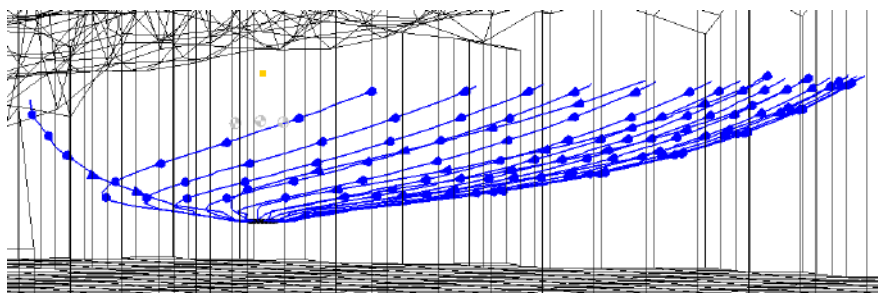


Рисунок 49 – Предельный размер захвата фильтрационного потока скважиной в пространственном представлении

3.1 Общие выводы по обоснованию зоны санитарной охраны

1. Размеры ЗСО выделенные на модели сопоставлены с результатами расчета размеров ЗСО при подсчете запасов подземных вод. Можно сделать

вывод о возможности использования двух конкурирующих методов расчета ЗСО: аналитическом и с использованием численного моделирования. Преимуществом аналитического метода является относительная простота методики расчета в рамках типовой расчетной схемы, а метода моделирования – возможность более точного учета особенностей строения водовмещающей толщи и работы эксплуатационных скважин.

3. Размеры II-го пояса ЗСО на численной модели не выходят за границы одной расчетной ячейки и совпадают с границами I-го пояса.

4. Результаты численного моделирования показывают заметное сокращение размеров III-го пояса ЗСО по сравнению с аналитическими расчетами за счет более точного учета вертикальной составляющей фильтрационного потока.

5. Существует вероятность инвазии морских вод.

Глава 4. Характеристика качества подземных вод

4. 1 Гидрохимическое опробование на территории водозаборного участка

В 2017 году на территории водозаборного участка гидроузел №19 уже было выполнено гидрохимическое опробование и лабораторные исследования, заключающиеся в определении химического состава подземных вод.

Для определения условий формирования и характеристики качества подземных вод сарматского водоносного горизонта использовались результаты гидрохимического опробования по скважине №2.

Для определения условий формирования и характеристики качества подземных вод исследуемого водоносного горизонта в среднемиоценовых отложениях использовались результаты гидрохимического опробования по скважинам №1-3.

Аналитические исследования проб воды по общему химическому анализу выполнены в аккредитованной гидрохимической лаборатории ФБУЗ "ЦГиЭ в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе".

Перечень определяемых показателей приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты анализа химического состава подземных вод сарматского водоносного горизонта [24]

Показатели	03.07.2017 Глубина отбора 71 м	06.07.2017 Глубина отбора 70 м	08.07.2017 Глубина отбора 72 м
Кальций, мг/дм ³	82,2	82,2	82,2
Магний, мг/дм ³	15,8	15,8	15,8
Калий+Натрий, мг/дм ³	-	-	-
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	-	-	-
Хлориды, мг/дм ³	80,0	80,0	80,0
Сульфаты, мг/дм ³	13,5	13,5	13,5
Нитраты, мг/дм ³	30,6	30,6	30,6
Окисляемость перманганатная, мг O ₂ /дм ³	0,5	0,5	0,5
Железо общее, мг/дм ³	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1
Аммоний, мг/дм ³	-	-	-
Марганец, мг/дм ³	-	-	-
Углекислота свободная, мг/дм ³	-	-	-
pH	7,3	7,3	7,3

Продолжение таблицы 1

Показатели	03.07.2017 Глубина отбора 71 м	06.07.2017 Глубина отбора 70 м	08.07.2017 Глубина отбора 72 м
Жесткость общая, мг-экв/дм ³	5,4	5,4	5,4
Сухой остаток, мг/дм ³	390,0	390,0	390,0
Общая минерализация, мг/дм ³	-	-	-
Нитриты, мг/дм ³	0,49	0,49	0,49
Аммиак, мг/дм ³	не более 0,1	не более 0,1	не более 0,1
Полифосфаты, мг/дм ³	не более 0,1	не более 0,1	не более 0,1
Фториды, мг/дм ³	0,14	0,14	0,14
АПАВ, мг/дм ³	не более 0,1	не более 0,1	не более 0,1
ОМЧ, КОЕ/1мл	4,0	4,0	4,0
БГКП, КОЕ БГКП/ 1 дм ³	450,0	450,0	450,0
ТКБ, КОЕ/100 мл	50,0	50,0	50,0
Колифаги, КОЕ/100 мл	отсутствуют	отсутствуют	отсутствуют

По сравнительной оценке качества воды установлено, что подземные воды сарматского водоносного горизонта, характеризуются с увеличением по глубине различным химическим составом.

Согласно приведенным материалам тип воды хлоридно-гидрокарбонатный смешанного катионного состава. Состав подземных вод и минерализация подвержены сезонным колебаниям показателей, не превышающим допустимые нормы.

Таблица 2 – Результаты анализа химического состава подземных вод среднемиоценового водоносного горизонта [24]

Показатели	06.07.2017 Глубина отбора 75 м	09.07.2017 Глубина отбора 71,5 м	11.07.2017 Глубина отбора 71,5 м
Кальций, мг/дм ³	80,2	80,2	80,2
Магний, мг/дм ³	6,1	6,1	6,1
Калий+Натрий, мг/дм ³	-	-	-
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	-	-	-
Хлориды, мг/дм ³	34,0	34,0	34,0
Сульфаты, мг/дм ³	13,5	13,5	13,5
Нитраты, мг/дм ³	15,6	15,6	15,6
Окисляемость перманганатная, мг О ₂ /дм ³	0,84	0,84	0,84
Железо общее, мг/дм ³	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1
Аммоний, мг/дм ³	-	-	-
Марганец, мг/дм ³	-	-	-

Продолжение таблицы 2

Показатели	06.07.2017 Глубина отбора 75 м	09.07.2017 Глубина отбора 71,5 м	11.07.2017 Глубина отбора 71,5 м
Углекислота свободная, мг/дм ³	-	-	-
рН	7,3	7,3	7,3
Жесткость общая, мг-экв/дм ³	4,5	4,5	4,5
Сухой остаток, мг/дм ³	431,0	431,0	431,0
Общая минерализация, мг/дм ³	-	-	-
Нитриты, мг/дм ³	0,049	0,049	0,049
Аммиак, мг/дм ³	не более 0,1	не более 0,1	не более 0,1
Полифосфаты, мг/дм ³	не более 0,1	не более 0,1	не более 0,1
Фториды, мг/дм ³	0,13	0,13	0,13
АПАВ, мг/дм ³	не более 0,1	не более 0,1	не более 0,1
ОМЧ, КОЕ/1мл	отсутствует	отсутствует	отсутствует
БГКП, КОЕ БГКП/ 1 дм ³	отсутствует	отсутствует	отсутствует
ТКБ, КОЕ/100 мл	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Колифаги, КОЕ/100 мл	отсутствует	отсутствует	отсутствует

По сравнительной оценке качества воды установлено, что подземные воды среднемиоценового водоносного горизонта аналогично характеризуются различным химическим составом.

Согласно приведенным материалам тип воды хлоридно-гидрокарбонатная смешанного катионного состава. Состав подземных вод и минерализация подвержены сезонным колебаниям показателей, не превышающим допустимые нормы [24].

4.2 Гидрохимическое опробование в скважине «Софья Перовская», г. Севастополь

Во время прохождения производственной практики в городе Севастополе летом 2018 я наблюдала работу водозаборной скважины «Софья Перовская» (рис. 50).



Рисунок 50 – Павильон водозаборной скважины «Софья Перовская»

Так как в ходе прохождения практики было установлено, что формирование запасов на действующем водозаборе гидроузел №19 типично для месторождений подземных вод Крымского полуострова в его прибрежной части, для сравнения химического состава подземных вод с данной скважины были отобраны пробы (рис. 51).



Рисунок 51 – Отбор проб со скважины «Софья Перовская»

Лабораторные исследования проб воды по общему химическому анализу выполнены в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской лаборатории (ПНИЛ) гидрогеохимии Томского политехнического университета НОЦ «Вода». Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты анализа химического состава подземных вод, скважина «Софья Перовская», г. Севастополь

Показатели	05.06.2018
Кальций, мг/дм ³	128 ± 14
Магний, мг/дм ³	1,2
Калий, мг/дм ³	< 5 (2)
Натрий, мг/дм ³	126 ± 14
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	264 ± 40
Хлориды, мг/дм ³	342 ± 31
Сульфаты, мг/дм ³	36,5 ± 7,3
Нитраты, мг/дм ³	6,9 ± 0,8
Железо общее, мг/дм ³	0,1
Аммоний, мг/дм ³	< 0,05
Углекислота свободная, мг/дм ³	8,8
рН	7,48 ± 0,2
Жесткость общая, мг-экв/дм ³	6,62 ± 0,6
Нитриты, мг/дм ³	< 0,02
Фосфаты, мг/дм ³	< 0,05

Согласно данным, приведенным в таблице 3, воды скважины «Софья Перовская» являются хлоридно-гидрокарбонатными кальциево-натриевыми, нейтральными, пресными.

Таким образом, можно подтвердить вывод о типичности формирования запасов подземных вод на территории Крымского полуострова в его прибрежной части.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM72	Деевой Юлии Алексеевне

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оценка стоимости лабораторных и камеральных работ, а также человеческих ресурсов по отбору и анализу проб воды из скважин водозаборного участка гидроузла №19.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> – Налоговый кодекс Российской Федерации; – Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»; – Приказ ФСИН России от 13.11.2008 N 624 «Об утверждении новой системы оплаты труда гражданского персонала федеральных бюджетных и казенных учреждений (с изменениями на 6 марта 2018 года)»; – Федеральный закон от 19.06.2000 N 82 «О минимальном размере оплаты труда» (с изменениями на 25 декабря 2018 года); – Приказ №5994 ТПУ от 25.05.2016 г.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<ul style="list-style-type: none"> – Накладные расходы - 15%; – Расходы на командировки - 10% от основной и дополнительной заработной платы магистранта; – Налог на добавленную стоимость (НДС) - 20%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Потенциал результатов исследования для конкретизации гидрогеологической и геохимической информации.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и требований, а также результатов исследования.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	<ul style="list-style-type: none"> – Проведение предпроектного анализа; – Рассмотрение целевого рынка и проведение его сегментирования; – Анализ конкурентных технических решений; – Выполнение SWOT-анализа исследования; – Составление календарного плана-проекта; – Сметная стоимость работ.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение сравнительной оценки эффективности исследования путем расчета интегрального показателя ресурсоэффективности.

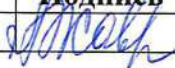
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования рынка;
2. Оценка конкурентоспособности технических решений;
3. Матрица-SWOT;
4. Иерархическая структура работ проекта;
5. Календарный план-график (диаграмма Ганта) и бюджет ВКР;
6. Оценка сравнительной ресурсной эффективности НТИ.

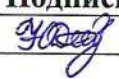
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

14.12.2017

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Жаворонок А.В.	—		26.02.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM72	Деева Ю.А.		14.12.17

Введение

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является подземный водозабор гидроузел №19, использующийся для водоснабжения нескольких районов города Севастополь.

Исследуемый в работе район приурочен к территории с высоким уровнем хозяйственного освоения и развитыми отраслями промышленного производства, что неизбежно сопровождается значительной степенью техногенной нагрузки. В связи с этим дальнейшая эксплуатация водозабора требует надежного определения границ зоны санитарной охраны. Наилучшим образом учесть сложное строение области фильтрации позволяет методика численного моделирования, ориентированная на решение прогнозных гидродинамических задач в нестационарной постановке.

Таким образом, цель данной работы заключается, во-первых, в выявлении пространственного расположения потенциальных источников загрязнения подземных вод на территории подземного водозабора гидроузел №19, во-вторых, в оценке возможного влияния существующих источников на качество подземных вод.

В ходе прохождения практики летом 2018 года были отобраны пробы с водосборной территории водозабора, которые впоследствии были переданы в научно-исследовательскую лабораторию гидрогеохимии НОЦ «Вода» Томского политехнического университета для проведения комплексного макрокомпонентного анализа состава вод.

В результате исследования было выполнено численное гидродинамическое моделирование условий водозаборного участка, в ходе которого не были выявлены потенциально опасные источники загрязнения подземного водозабора. Были даны рекомендации по увеличению частоты наблюдений за химическим составом подземных вод ввиду существующей вероятности инвазии морских вод, то есть возможности подтягивания некондиционных соленых вод при дальнейшей эксплуатации водозабора.

Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела является определение перспективности и успешности научного исследования, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Основной задачей этого раздела является выявление и разработка наиболее эффективных проектных решений.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Исследование в рамках данной работы представляет собой анализ двух лабораторий города Томска, в которых может быть проведен макрокомпонентный химический анализ состава вод.

Исходя из особенностей данного анализа, можно сделать вывод о круге лиц и компаний, которые потенциально могут быть заинтересованы в результатах исследования. Целевым рынком настоящей работы являются организации, осуществляющие экологический, гидрологический и геологический мониторинг и организации, осуществляющие водоподготовку и последующее водоснабжение территории. А также люди, имеющие образование в данных сферах, студенты, аспиранты, которые в последующем могут использовать полученную информацию для своих исследований.

Сегментировать рынок услуг можно по методам анализа компонентов. Результаты сегментирования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Карта сегментирования рынка услуг по двум лабораториям

Компоненты	Метод анализа воды							
	Потенциометрия	Титриметрия	Фотометрия	Ионная хроматография	Атомная эмиссия	Колориметрический	Расчетный	Турбидиметрический
pH								
CO ₂								
CO ₃ ⁻								
HCO ₃ ⁻								
SO ₄ ²⁻								
Cl ⁻								
Ca ²⁺								
Общая жесткость								
Mg ²⁺								
Fe _{общ}								
NO ₂								
NO ₃								
NH ₄								
PO ₄								
Na ⁺								
K ⁺								



НОЦ «Вода» НИ ТПУ



Гидрохимическая лаборатория «Х»

По данной карте можно увидеть, какие методы используют выбранные лаборатории, и в какую из них стоит обратиться, если существует необходимость проведения макрокомпонентного анализа строго определенными методами.

5.1.2 Анализ конкурентных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных решений позволяет провести оценку сравнительной эффективности работы научно-исследовательских лабораторий и определить направления для ее будущего повышения. Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Это помогает вносить коррективы в исследования.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Где $B_{к1}$ – лаборатория НОЦ «Вода» НИ ТПУ, осуществляющая комплексный анализ компонентного состава вод, $B_{к2}$ – лаборатория «Х», осуществляющая не полный комплексный анализ состава вод (отсутствие нескольких методов, нет автоматизации процесса и т.д.). Экспертная оценка основных технических критериев представлена в таблице 5.

Таблица 5 – 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. Помехоустойчивость	0,15	5	4	0,75	0,6
2. Энергоэкономичность	0,1	2	4	0,2	0,4
3. Надежность	0,03	5	5	0,15	0,15
4. Уровень шума	0,07	4	3	0,28	0,21
5. Безопасность	0,05	4	5	0,2	0,25
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,16	5	4	0,8	0,64
7. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,2	5	3	1	0,6
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность лаборатории	0,09	5	3	0,45	0,27
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	2	3	0,08	0,08
3. Цена	0,04	4	2	0,16	0,08
5. Финансирование научной разработки	0,01	5	4	0,05	0,04
5. Наличие сертификации	0,08	5	5	0,4	0,4
Итого:	1	51	45	4,52	3,72

В ходе данного анализа была выявлена уязвимость позиции гидрохимической лаборатории «Х» по сравнению с лабораторией НОЦ «Вода» НИ ТПУ, так как в ней проводится не полный комплексный анализ состава вод. Можно отметить отсутствие нескольких методов анализа (например, метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и др.), а также нет автоматизации процесса определения компонентов воды.

Таким образом, наиболее сильным конкурентом является научно-исследовательская лаборатория ТПУ «Вода». Многие организации и заинтересованные лица могут пользоваться их услугами. Ее основными достоинствами являются функциональная мощность и возможность подключения в сеть ЭВМ, а также надежность и помехоустойчивость. Однако в то же время лаборатория не является энергоэкономичной.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды исследования. Матрица составляется на основе анализа рынка и конкурентных технических решений.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон исследования, в выявлении возможностей и угроз для его реализации, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Матрица SWOT представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научного исследования	Слабые стороны научного исследования
	<p>С1.Проведение комплексного анализа компонентного состава вод.</p> <p>С2.Наличие обязательной сертификации.</p> <p>С3.Более низкая стоимость проведения анализа по сравнению с другими лабораториями.</p> <p>С4.Квалифицированный персонал.</p> <p>С5.Автоматизация процесса определения компонентов.</p> <p>С6.Наличие масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой.</p> <p>С7.Наличие бюджетного финансирования</p>	<p>Сл1.Низкая энергоэкономичность технологии.</p> <p>Сл2.Достаточно высокий уровень шума.</p> <p>Сл3.Низкий уровень проникновения на рынок.</p> <p>Сл4.Потребность в значительных объемах вычислительных ресурсов (мощностей компьютера).</p> <p>Сл5. Наличие множества аналогов научной разработки.</p>
Возможности:	<p>В1В2В4С3. Более выгодные цены и широкий спектр инновационных услуг заинтересуют больше клиентов, что приведет к повышению уровня проникновения на рынок.</p> <p>В3С4С6. Квалифицированный персонал и наличие дорогостоящего оборудования позволяют увеличить цены на услуги лаборатории.</p> <p>В6. Быстрое выполнение анализа по приемлемым ценам однозначно вызовет повышенный спрос.</p>	<p>В1В2В6Сл3Сл4Сл5. Создание уникальных разработок, а также последующее увеличение конкурентноспособности приводят к дополнительному повышению затрат.</p> <p>В2Сл3Сл5. Внедрение новых разработок требует значительного количества времени на их реализацию.</p> <p>В5Сл1Сл4. Потребность в больших мощностях компьютеров способствует низкой энергоэкономичности.</p>
Угрозы:	<p>У1С1С3С5. Повышенный спрос определенно будет вызван умеренной стоимостью высококачественных услуг на уникальном, современном оборудовании.</p> <p>У3У4С2С4. Своевременное финансовое обеспечение способствует повышению квалификации сотрудников путем различных курсов, что ведет к последующему более легкому прохождению аккредитации лаборатории.</p>	<p>У1У2У3Сл3. Задержки в финансировании приводят к уменьшению спроса на услуги лаборатории, а также ее конкурентноспособности во время активного развития других компаний.</p>
<p>В1. Увеличение конкурентноспособности лаборатории</p> <p>В2. Использование инновационных разработок НИ ТПУ</p> <p>В3. Повышение стоимости на проведение анализов вод</p> <p>В4. Повышение уровня проникновения на рынок</p> <p>В5. Увеличение энергоэкономичности технологий</p> <p>В6. Появление дополнительного спроса на услуги</p>		
<p>У1.Отсутствие спроса на услуги лаборатории</p> <p>У2.Развитая конкуренция</p> <p>У3.Несвоевременное финансовое обеспечение</p> <p>У4.Введение дополнительных государственных требований к аккредитации лаборатории</p>		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научного исследования внешним условиям окружающей среды. Это поможет выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Матрица проекта с соотношением параметров представлена в таблице 7. Третьим этапом работы является создание итоговой матрицы SWOT на основе анализа полученной интерактивной матрицы (табл. 6).

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта								
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	B1	-	-	+	-	-	+	0
	B2	0	-	0	+	0	-	+
	B3	0	-	-	+	-	+	-
	B4	-	0	+	0	-	+	0
	B5	-	-	-	-	+	-	-
	B6	-	-	+	-	+	0	-

Продолжение таблицы 7

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	-	+
	B2	-	-	+	0	+
	B3	0	-	+	-	0
	B4	-	-	+	-	-
	B5	+	0	-	+	-
	B6	+	+	+	+	0

Продолжение таблицы 7

Предложение таблицы 7								
Сильные стороны проекта								
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	У1	+	-	+	-	+	-	-
	У2	-	-	+	0	+	+	0
	У3	-	+	-	+	-	-	+
	У4	-	+	-	+	0	-	-

Продолжение таблицы 7

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	+	-	+
	У2	-	-	+	-	+
	У3	0	-	+	+	-
	У4	-	-	-	-	-

5.2 Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются

внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать, и влиять на общий результат научного проекта.

5.2.1 Цели и результаты проекта

Прежде чем перейти к определению целей необходимо перечислить заинтересованные стороны проекта (табл. 8).

Таблица 8 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидание заинтересованных сторон
Пользователь (государство, предприятия, университеты)	Получение необходимых достоверных данных о гидрогеологических условиях водозабора гидроузла №19 в виде численной гидродинамической модели
Разработчик	Получение прибыли за выполнение исследований
Научный руководитель, студент	Выполненная выпускная квалификационная работа

В таблице 9 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 9 – Цели и результат исследования

Цели исследования:	<ul style="list-style-type: none"> – Выявление пространственного расположения потенциальных источников загрязнения подземных вод на водозаборном участке гидроузла №19; – Оценка возможного влияния выявленных источников на качество добываемых вод.
Ожидаемые результаты проекта:	<ul style="list-style-type: none"> – Изучение гидрологических, геологических и гидрогеологических условий исследуемого участка; – Проведение опробования подземных вод на водосборной территории участка; – Создание численной гидродинамической модели; – Определение границ зоны санитарной охраны.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие результатов целям проекта.
Требования к результату проекта:	<ul style="list-style-type: none"> – Организация повышенной частоты наблюдений за химическим составом подземных вод; – Создание комплексной численной модели, готовой для дальнейшего использования сторонними организациями; – Соблюдение границы зоны санитарной охраны согласно требуемым нормативам.

5.2.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте (табл. 10).

Таблица 10 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, дн.
1	Кузеванов К.И., НИ ТПУ, доцент отделения геологии	Руководитель ВКР	Координация написания ВКР	28
2	Деева Ю.А., магистрант	Исполнитель ВКР	Написание ВКР	308
3	Иванова М.А., НИ ТПУ, лаборант	Технический исполнитель	Выполнение химического анализа проб воды	92
ИТОГО:				427

5.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта (табл. 11).

Таблица 11 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
1. Бюджет проекта	150 000 рублей
1.2. Источник финансирования	НИ ТПУ
2. Сроки проекта:	28.08.2017-30.05.2019
2.1. Дата утверждения плана управления проектом	17.11.2017
2.2. Дата завершения проекта	30.05.2019

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы: иерархическую структура работ проекта; план проекта; бюджет научного исследования.

5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта. На рисунке №52 представлен шаблон иерархической структуры.



Рисунок 52 – Иерархическая структура по ВКР

5.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта, строящийся в виде таблицы с разбивкой по месяцам за период времени выполнения проекта. Для построения графика необходимо определить трудоемкость выполнения работ.

5.3.3 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Среднее (ожидаемое) значение трудоемкости:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

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.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{q_i}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 12.

5.3.4 Разработка графика проведения проекта

Далее необходимо рассчитать продолжительность каждой из работ в рабочих днях T_p . Данная величина учитывает параллельность выполнения этих работ несколькими исполнителями. Длительность каждого этапа работ из всех рабочих дней могут быть переведены в календарные дни с помощью следующей формулы:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \text{ где } k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

Пример расчета для 1 этапа работ – выбора направления исследования:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 6}{5} = 4 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{q_i} = \frac{4}{1} = 4 \text{ дня}$$

Исследование было начато в 2018 году, следовательно коэффициенты календарности были рассчитаны для того года и этого. Так, при шестидневной рабочей неделе $k_{\text{кал}}$ равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,47$$

Так как количество выходных и праздничных дней в 2018 и 2019 годах составляло 118 дней, коэффициенты будут одинаковыми.

Тогда продолжительность выполнения работы в календарных днях составит:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 4 \times 1,47 = 5 \text{ дней}$$

Все результаты расчетов продолжительности работ в рабочих и календарных днях для каждого из этапов представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Временные рамки выполнения работы над ВКР

Название работы	Трудоемкость работ									Длительность работ в рабочих днях, Т _{рi}			Длительность работ в календарных днях, Т _{кi}		
	t _{min} , чел-дни			t _{max} , чел-дни			t _{ожi} , чел-дни								
	Руководитель	Лаборант	Магистрант	Руководитель	Лаборант	Магистрант	Руководитель	Лаборант	Магистрант	Руководитель	Лаборант	Магистрант	Руководитель	Лаборант	Магистрант
Выбор направления исследования	2			6			4			4			5		
Описание требований	4			11			7			7			10		
Изучение требований			9			14			11			11			16
Составление технического задания	3			4			3			3			5		
Изучение литературы			3			4			3			3			5
Моделирование района исследований на компьютере			8			22			14			14			20
Проведение полевых исследований			31			59			42			42			62
Проведение лабораторных исследований		53			75			62			62			92	
Анализ и обработка полученных результатов			73			93			81			81			120
Работа над разделом ВКР «Социальная ответственность»			15			30			21			21			31
Работа над разделом ВКР «Финансовый менеджмент»			8			22			14			14			20
Работа над иностранным разделом ВКР			3			9			5			5			8
Формулировка итоговых выводов	1			2			1			1			2		
Оформление			13			23			17			17			25

магистерской диссертации																
Проверка работы	3			5			4			4			6			
Итого:							19	62	208	19	62	208	28	92	308	

На основе полученных данных строим календарный график работы - диаграмму Ганта - тип столбчатых диаграмм (гистограмм), на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками. Работы на графике выделены разными цветами в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. В данном исследовании в качестве исполнителей выступают руководитель, магистрант и лаборант (табл. 13).

Таблица 13 – Календарный план-график выполнения НИ ВКР по теме

Код работ ы (из ИСП)	Вид работ	Испол нители	Т _к , дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
1	Выбор направления исследования	НР	5													
2	Описание требований	НР	10													
3	Изучение требований	М	16													
4	Составление технического задания	НР	5													
5	Изучение литературы	М	5													
6	Моделирование района исследований на компьютере	М	20													
7	Проведение полевых исследований	М	62													
8	Проведение лабораторных исследований	Л	92													
9	Анализ и обработка полученных результатов	М	120													
10	Работа над разделом ВКР «Социальная ответственность»	М	31													
11	Работа над разделом ВКР «Финансовый менеджмент»	М	20													
12	Работа над иностранным разделом ВКР	М	8													
13	Формулировка итоговых выводов	НР	2													
14	Оформление магистерской диссертации	М	25													
15	Проверка работы	НР	6													

	– Руководитель (НР)		– Магистрант (М)		– Лаборант (Л)
--	---------------------	--	------------------	--	----------------

5.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям.

5.4.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Расчет стоимости материальных затрат производится согласно действующим прейскурантам и договорным ценам научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» НИ ТПУ. В стоимость также включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5% от цены). В эту же статью включаются и затраты на оформление документации, например канцелярские принадлежности (табл. 14).

Таблица 14 – Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Наименование	Единица измерения	Количество	Сметная стоимость	
			Цена за ед., руб	Всего, руб
Посуда				
Пробирки центрифужные конические с завинчивающейся крышкой одноразовые стерильные, 50 мл	шт	3	10	30
Стакан лабораторный	шт	1	40	40
Колба коническая	шт	1	55	55
Бутылка пластиковая, 1,5 л	шт	3	10	30
Материалы для маркировки проб				
Изолента	шт	1	41,5	41,5
Ножницы	шт	1	70	70
Всего за материалы				266,5
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				10,66
Итого по статье C_m				277,16

5.4.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные со стоимостью специального оборудования, необходимого для проведения исследований по теме.

Оборудование для макрокомпонентного химического анализа состава вод согласно Постановлению Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы» [26], относится к третьей амортизационной группе со сроком полезного использования от 3-х до 5 лет.

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле:

$$1/n \times 100\%;$$

где n – срок службы оборудования.

Расчеты представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

Наименование	Цена за единицу с НДС (20 %), руб.	Срок службы	Норма амортизации	Амортизационные отчисления, руб
Анализатор жидкости «Флюорат-02-3М», Россия ООО «Люмэкс»	280 950	5	20 %	56 190
Спектрофотометр UNICO, UNICO 2100, США, United Products-Instruments	80 000	5	20%	16 000
Итого:				72 190

5.4.3 Основная заработная плата

В данный раздел включается основная заработная плата руководителя, лаборанта и магистранта, участвующих в выполнении работ по данной ВКР. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда [29]. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (доцент, к.г.-м.н) рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times Т_{\text{раб}},$$

где $З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \times М}{F_{\text{д}}},$$

где $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени (табл. 16).

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Лаборант	Магистр
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней	118	118	118
Действительный годовой фонд рабочего времени, $F_{\text{д}}$	247	247	247

Месячный должностной оклад работника $З_{\text{м}}$ определяется предприятием. Базовый оклад $З_{\text{б}}$ определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием ТПУ. Размер окладов ППС и НС ТПУ по Приказу №5994 ТПУ от 25.05.2016 г [29]. Таким образом:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \times (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}$$

Таблица 17 – Результаты расчета основной заработной платы

Исполнители	Зб,	kпр	kd	kp	Зм,	Здн,	Тр,	Зосн,
	руб.				руб	руб.	раб. дн.	руб.
Руководитель	2 630	0,30	0,20	1,30	1709,5	72	19	1367,6
Лаборант*	11 280				7332	308,7	62	19128
Магистр	1 906				1238,9	52,2	208	10860,6
Итого								31356,2

Согласно Приказу ФСИН России [28] лаборант относится с профессиональной квалификационной группе "Общепромышленные должности служащих второго уровня" с заработной платой 4 302 руб. Однако, согласно Федеральному закону [44] зарплата принята за 11 280 руб.

5.4.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и

общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

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

$$Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн},$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты ($k_{доп} = 0,1$);

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Например, для руководителя:

$$Z_{доп} = 3241 \times 0,12 = 388,9 \text{ рублей}$$

В таблице 18 приведен расчёт основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 18 – Заработная плата исполнителей ВКР, руб

Заработная плата	Руководитель	Лаборант	Магистрант
Основная зарплата	1367,6	19128	10860,6
Дополнительная зарплата	164,1	2295,4	1303,3
Зарплата исполнителя	1531,7	21423,4	12163,9
Итого по статье $C_{зп}$	35119		

5.4.5 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). По данным на 2019 год это 30% [44].

Таблица 19 – Отчисления на социальные нужды

	Руководитель	Лаборант	Магистрант	Итого по статье
Социальные отчисления	459,5	6427	3649,2	10535,7

5.4.6 Научные и производственные командировки

В рамках выполнения данного исследования магистрантом была осуществлена научная командировка с целью отбора проб подземных вод, а также знакомства с местностью. Расходы на командировку принимаются в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы дипломника.

Таким образом, расходы на командирование составили 1216,4 руб.

5.4.7 Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями

Химический анализ природных вод был выполнен в научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» НИ ТПУ.

Таблица 20 – Контрагентские расходы

Определяемые компоненты	Единица измерения	Кол-во	Стоимость анализа, руб	Метод анализа	Общие затраты	НДС (20%)	Цена с учётом НДС, руб
pH	проба	3	101	Потенциометрия	303	54.54	357.54
CO ₂	проба	3	45	Титриметрия	135	24.3	159.3
CO ₃ ⁻	проба	3	115	Титриметрия	345	62.1	407.1
HCO ₃ ⁻	проба	3	179	Титриметрия	537	96.66	633.66
SO ₄ ²⁻	проба	3	258	Фотометрия	774	139.32	913.32
Cl ⁻	проба	3	213	Титриметрия	639	115.02	754.02
Ca ²⁺	проба	3	182	Титриметрия	546	98.28	644.28
Общая жёсткость	проба	3	202	Титриметрия	606	109.08	715.08
Mg ²⁺	проба	3	112	Титриметрия	336	60.48	396.48
Fe _{общ}	проба	3	213	Фотометрия	639	115.02	754.02
NO ₂	проба	3	123	Фотометрия	369	66.42	435.42
NO ₃	проба	3	258	Потенциометрия	774	139.32	913.32
NH ₄	проба	3	134	Фотометрия	402	72.36	474.36
PO ₄	проба	3	157	Фотометрия	471	84.78	555.78
Na ⁺	проба	3	202	Потенциометрия	606	109.08	715.08
K ⁺	проба	3	224	Атомная эмиссия	672	120.96	792.96
Расчет и оформление анализа	проба	3	275	Кальк. ТПУ	825	148.5	973.5
Итого:					8979	1616,2	10595,2

5.4.8 Накладные расходы

Накладные расходы составляют 15% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении исследования.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

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

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,15 * (31356,2 + 3762,7) = 5267,6 \text{ руб.}$$

5.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку.

Таблица 21 – Группировка затрат по статьям исследовательской работы

№	Статьи							
	Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
1	277,16	72 190	31 356,2	3 762,7	10 535,7	1 216,4	5 267,6	72 190
2	500	35 000	50 000	5 000	14 500	-	10 000	115 000

1 – НОЦ «Вода» НИ ТПУ 2 – Лаборатория «Х»

В результате было получено, что бюджет затрат НИИ составит 72 190 руб. При этом затраты у конкурентов составляют 115 000 рублей, из чего можно сделать вывод что полученный продукт будет экономичней, чем у конкурентов.

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

5.5.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (табл. 22).

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Оценка разработки в баллах		Показатель ресурсоэффективности	
		Лаборатория НОЦ «Вода» ТПУ	Лаборатория «Х»	Лаборатория НОЦ «Вода» ТПУ	Лаборатория «Х»
1. Время выполнения работ	0,1	3	4	0,3	0,4
2. Цена	0,15	5	3	0,75	0,45
3. Помехоустойчивость	0,15	4	3	0,6	0,45
4. Энергоэкономичность	0,2	3	5	0,6	1
5. Надежность	0,25	5	4	1,25	1
6. Точность анализа	0,15	5	4	0,75	0,6
Итого:	1	25	23	4,25	3,9

$$I_T^p = 3 * 0,1 + 5 * 0,15 + 4 * 0,15 + 3 * 0,2 + 5 * 0,25 + 5 * 0,15 = 4,25$$

5.5.2 Ресурсосбережение

Впервые достаточно детально и развернуто были схематизированы, а затем отображены на численной модели гидрогеологические условия водозаборного участка гидроузла №19 в городе Севастополь на Крымском полуострове.

Размеры зоны санитарной охраны (ЗСО) ранее были посчитаны лишь аналитическим методом, однако результаты численного моделирования дают возможность оценить размеры границы ЗСО водозабора с учётом структуры фильтрационных потоков, и показывают, что на водозаборном участке существует вероятность инвазии морских вод, то есть возможности подтягивания некондиционных соленых вод при дальнейшей эксплуатации водозабора. В связи с этим необходимо рекомендовать повышенную частоту наблюдений за химическим составом подземных вод по наблюдательным скважинам соседних участков со стороны морского побережья.

5.5.3 Социальная эффективность

Размеры ЗСО, посчитанные аналитически, занимали большую территориальную площадь, в которую попадали промышленные предприятия, ведущими из которых являются предприятия металлообрабатывающих, судостроительных и машиностроительных отраслей, что неизбежно сопровождается значительной степенью техногенной нагрузки.

В результате сопоставления двух методов выявлено, что при выполнении численного моделирования размеры ЗСО гораздо меньше (за счет учета вертикальной направленности фильтрационных потоков). Также данный метод дает возможность более детального учета особенностей строения водовмещающей толщи и работы эксплуатационных скважин. Таким образом, в границы полученной зоны не попадают промышленные предприятия, санитарная обстановка территории расположения водозабора вполне благоприятна. Потенциально опасные источники загрязнения подземных вод не были выявлены. Водозабор является защищенным и может продолжать обеспечивать чистой питьевой водой население нескольких микрорайонов Гагаринского района.

Таблица 23 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие детальной численной модели	Создание численной гидродинамической модели, более точно учитывающей особенности строения водовмещающей толщи и работу эксплуатационных скважин
Обширные размеры зоны санитарной охраны, захватывающей территории со значительной степенью техногенной нагрузки	За счет учета вертикальной направленности фильтрационных потоков размеры ЗСО значительно сократились, вследствие чего санитарная обстановка исследуемой территории является вполне благоприятной
Неутвержденный срок эксплуатации водозабора гидроузел №19	В ходе исследования потенциально опасные источники загрязнения подземных вод выявлены не были, следовательно, водозабор будет являться источником чистой питьевой воды еще более 25 лет.

Вывод: в результате выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен анализ конкурентных решений по двум лабораториям города Томска: научно-исследовательской лаборатории НОЦ «Вода» и лаборатории «Х», с помощью которого была выбрана наиболее конкурентноспособная лаборатория – лаборатория НОЦ «Вода». Многие организации и заинтересованные лица могут пользоваться ее услугами.

Был построен календарный план-график, отражающий все временные рамки выполнения работы над ВКР. Таким образом, длительность работ руководителя в календарных днях составила 28 дней, лаборанта – 92 дня, магистранта – 308 дней. Общее количество дней на выполнение работы составило 427 дней. Бюджет научного исследования с учетом заработных плат участников проекта, накладных расходов, отчислений на социальные нужды и др. составил 72 190 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале равен 4,25, что говорит об эффективной реализации работ.

Таким образом, на основании полученных результатов данного раздела можно сделать вывод о том, что данная работа является экономически целесообразной и успешной.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM72	Деевой Юлии Алексеевне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Тема ВКР:

Гидрогеологические условия Гераклейского полуострова и обоснование зоны санитарной охраны водозабора гидроузла №19 (г. Севастополь)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования является подземный водозабор с тремя эксплуатационными скважинами на юго-западной окраине города Севастополя в Гагаринском районе вблизи бухты Черного моря «Камышовая».</p> <p>Область применения – хозяйственно-питьевое водоснабжение нескольких микрорайонов города Севастополь.</p> <p>Камеральная обработка результатов и моделирование условий водозаборного участка осуществляется в кабинете с ЭВМ.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.4.011-89 [1] – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [2] – ГОСТ 12.0.003-2014 [3] – ГОСТ 12.1.005-88 [4] – СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 [5] – СанПин 2.2.4.548-96 [6] – ГОСТ 12.1.004-91 [7] – СП 60.13330.2016 [8] – СП 52.13330.2016 [9] – ГОСТ Р 12.1.019-2009 [11] – ГОСТ 12.1.038-82 [12] – НПБ 105-03 [13] – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14]
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Технологический процесс характеризуется наличием следующих <u>вредных</u> факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная освещенность рабочего места; • Повышенный уровень шума; • Отклонение показателей микроклимата в помещении. <p>Ведение технологического процесса может сопровождаться и <u>опасными</u> факторами, к ним относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Поражение электрическим током; • Пожароопасность.

	квалификационной работы негативного влияния на окружающую среду не происходит.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: – Пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	<i>14.12.2017</i>
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД ШБИП ТПУ	Будницкая Ю.Ю.	к.т.н	<i>Ю.Ю. Будницкая</i>	<i>24.05.19</i>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM72	Деева Ю.А.	<i>Ю.А. Деева</i>	<i>14.12.17</i>

Введение

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является подземный водозабор гидроузел №19, использующийся для водоснабжения нескольких микрорайонов города Севастополь.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью непрерывного контроля эксплуатационных параметров действующего водозабора и непосредственно связана с обеспечением бесперебойного режима водоснабжения жилых микрорайонов города.

Исследуемый в работе район приурочен к территории с высоким уровнем хозяйственного освоения и развитыми отраслями промышленного производства, что неизбежно сопровождается значительной степенью техногенной нагрузки. В связи с этим дальнейшая эксплуатация водозабора требует надежного определения границ зоны санитарной охраны. Наилучшим образом учесть сложное строение области фильтрации позволяет методика численного моделирования, ориентированная на решение прогнозных гидродинамических задач в нестационарной постановке.

Таким образом, цель данной выпускной квалификационной работы заключается, во-первых, в оценке геометрических размеров второго и третьего поясов зоны санитарной охраны водозабора, во-вторых, в выявлении пространственного расположения потенциальных источников загрязнения подземных вод на территории подземного водозабора гидроузел №19, в-третьих, в оценке возможного влияния существующих источников на качество подземных вод.

Работа по созданию численной гидродинамической модели выполнялась в программном комплексе Groundwater Modeling System (GMS). На основе исходных картографических материалов (электронной топографической карты OpenToroMap и цифровой модели рельефа SRTM 30) была создана численная модель, которая впоследствии была наполнена параметрами водоносного горизонта и показана в объемном представлении.

В результате исследования получено модельное распределение напоров подземных вод, как в естественных условиях, так и под влиянием работы водозаборных скважин на расчетный срок 10000 суток. Показано, что крупные источники потенциального загрязнения подземных вод в границе зоны санитарной охраны не попадают. Разработаны рекомендации по совершенствованию системы режимных наблюдений, которые заключаются в увеличении частоты наблюдений за химическим составом подземных вод ввиду существующей вероятности инвазии морских вод, то есть возможности подтягивания некондиционных соленых вод при дальнейшей эксплуатации водозабора.

Глава 6. Социальная ответственность

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 [35] естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Оконные проемы в помещениях, где эксплуатируются ПК (ПЭВМ), должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Площадь рабочего места на одного пользователя ПК должна составлять не менее 6 м².

Помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе с ПК.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, должна проводиться ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на персональных компьютерах. Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПК.

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с мониторами, должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м. Экран монитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм. Конструкция рабочего стола должна соответствовать СанПиН [35].

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно статье 212 ТК РФ [43], возлагаются на работодателя, который обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий и оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить

соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте, режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель должен извещать работников об условиях охраны труда на рабочих местах, о возможном риске для здоровья, о средствах индивидуальной защиты и компенсациях.

В организации режим труда и отдыха носит следующий характер:

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

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

6.2 Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы при выполнении данной работы в помещении описаны в таблице 24 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [6].

Таблица 24 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ	Нормативные документы
	Обработка данных	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [36]
2. Превышение уровня шума	+	ГОСТ 12.1.003-2014 [6], СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [39]
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [34], СП 52.13330.2016 [41]
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	ГОСТ 12.1.019-2017 [9], ГОСТ 12.1.030-82 [10]
5. Пожар	+	ГОСТ 12.1.004-91 [7]

6.3 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по снижению их воздействия

6.3.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности воздуха, а также температуры окружающей его поверхностей. Особое влияние на микроклимат оказывают источники теплоты, находящиеся в рабочем помещении. Такими источниками могут служить персональные ЭВМ, освещение, отопительная система. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, работоспособность, здоровье и самочувствие.

С целью максимально улучшить работоспособность персонала, работающего в помещениях, установлены оптимальные и допустимые нормы производственного микроклимата, приведенные в ГОСТ 12.1.005-88 [8] и СанПин 2.2.4.548-96 [44]. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону с учетом избытков теплоты, сложности выполняемой работы и сезона года, а допустимые, в свою очередь, устанавливают отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

По интенсивности общих энергозатрат организма в процессе труда работа с ПЭВМ относится к категории работ Ib.

Таблица 25 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в помещении

Сезон года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/сек
Холодный	1б	21-23	60-40	0,2
Теплый	1б	22-24	60-40	0,3

Для того чтобы обеспечить постоянную температуру в холодный сезон года в рабочем помещении, необходимо предусмотреть систему отопления, проектируемую в соответствии со СП 60.13330.2016 [42]. Перепады температуры воздуха, а также изменения температуры воздуха в течение смены

при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы величин, указанных в таблице 2.

Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха. Для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха с дистиллированной или кипяченой питьевой водой.

6.3.2 Превышение уровня шума

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет за собой также снижение остроты слуха и зрения, повышение кровяного давления и тугоухость работника вплоть до его полной глухоты [6].

Источниками шума в помещении при камеральной обработке данных являются работающие ПЭВМ, принтеры для печати, проезжающий по улице транспорт.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [39]. Таким образом, допустимый уровень шума составляет 50 дБА.

Для снижения уровня шума в рабочем помещении с ЭВМ применяются менее шумные агрегаты, а также используются звукопоглощающие материалы с максимальным коэффициентом звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки помещений.

6.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Организация рационального освещения рабочих мест является одним из основных вопросов охраны труда. Основные параметры освещения приведены в СП 52.13330.2016 [41].

Рабочее место инженера при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным освещением. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление.

При работе на ЭВМ применяется одностороннее боковое естественное освещение. Все поле зрения освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера примерно одинаковы, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости. Поскольку одного естественного освещения недостаточно, в рабочем помещении организовано совмещённое освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяется не только в тёмное, но и в светлое время суток. Для искусственного освещения помещения используются светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД-2-80. Светильники располагаются в виде прерывистых линий сбоку от рабочих мест.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СП 52.13330.2016 [41]. Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещении проводится чистка стекол оконных проемов и светильников с периодичностью два раза в год и своевременная замена перегоревших ламп.

Таблица 26 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений [41]

Помеще ния	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественн ое освещение		Совмещенн ое освещение		Искусственное освещение				
		КЕО e_k , %		КЕО e_k , %						
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	Освещенность, лк		Показатель дискомфорт а, М, не более	Коэффициен т пульсации освещенност и, К _п , %, не более	
						при комбинированн ом освещении	при общем освещени и			
						всего	от общего			
Помеще ния для работы с ЭВМ	Г – 0,8 Экран монитор а: В – 1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200	15 -	10 -

6.4 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия для их устранения

6.4.1 Электрический ток

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением, что приводит к травмам, и даже гибели.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация обслуживания действующего оборудования, проведение ремонтных, монтажных и профилактических работ.

Помещение, где проводится обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [27] относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25°C, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций).

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности - это ГОСТ Р 12.1.019-2009 [9] и ГОСТ 12.1.038-82 [10].

Для предотвращения электротравм следует соблюдать требования, предъявляемые к обеспечению электробезопасности работающих на ПЭВМ:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;
- корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
- для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный пункт с автоматами и общим рубильником.

В целях профилактики переутомляемости и перенапряжения при работе необходимо строгое соблюдение регламентируемых перерывов (3 раза за рабочий день), во время которых рекомендуется выполнять комплексные физические упражнения.

К средствам защиты от поражения электрическим током относятся:

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
- устройства дистанционного управления;
- предохранительные устройства;
- молниеотводы и разрядники;
- знаки безопасности [11].

При поражении электрическим током одним из ключевых моментов при оказании первой помощи является немедленное выключение электрического тока. Для этого нужно отключить ток (поворот рубильника, выключателя, пробки), отвести электрические провод от пострадавшего, затем соединить между собой два токоведущих провода.

6.4.2 Пожарная безопасность

В соответствии с правилами определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, регламентируемые НПБ 105 – 03 [22], рабочий кабинет с ПЭВМ относится к категории «В», так как в помещении присутствуют твердые горючие вещества и материалы. К горючим материалам относятся шкафы, столы, стулья и документация.

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

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В помещении расположен «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Для предотвращения пожара в рабочем помещении приняты следующие меры:

- корпуса рубильников и розеток размещены на несгораемых основах;
- помещение оборудовано средствами пожаротушения;
- установлены датчики системы сигнализации о наличии в воздухе опасного количества паров газа, метанола и других легковоспламеняющихся жидкостей, которые автоматически включают вытяжные вентиляторы и выдают световой и звуковой сигналы на пульт оперативного дежурного;
- курение в помещении строго запрещено.

6.5 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность - состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды

и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

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

При выполнении данной выпускной квалификационной работы не оказывается никакого вредного воздействия на окружающую среду.

6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате источника, а именно опасного природного явления, катастрофы и т.п., которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, а также нарушение условий жизнедеятельности людей. В условиях рабочего помещения при работе на ПЭВМ возможно возникновение пожара.

Пожар — это неконтролируемое горение очага, наносящее материальный ущерб, а также вызывающее несчастные случаи и причинение вреда здоровью человека. Причиной пожара могут стать: неисправность оборудования, электропроводки, несоблюдение норм и правил пожарной безопасности.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [7] пожарная безопасность зданий должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Системы пожарной безопасности необходимы для предотвращения воздействия на людей опасных факторов пожара, в том числе их вторичных проявлений. Также в зданиях должны быть предусмотрены технические средства (лестничные клетки, противопожарные стены, лифты, наружные пожарные лестницы, аварийные люки и т.п.), имеющие устойчивость при пожаре и огнестойкость

конструкций не менее времени, необходимого для спасения людей при пожаре, и расчетного времени тушения пожара.

Порядок действий при возникновении пожара:

1. При начинающемся пожаре немедленно вызовите службу пожарной охраны по номеру 01 со стационарного телефона или 101 – с мобильного или попросите кого-то сделать это за вас.

2. Попробуйте погасить начинающийся пожар огнетушителем или засыпьте песком. Никогда не тушите водой горящую проводку и приборы, подключённые к электросети. Это чрезвычайно опасно.

3. Если понимаете, что вам не справиться с огнём, срочно покиньте помещение. Постарайтесь вывести из здания находящихся внутри людей или хотя бы предупредить их о пожаре. Не рискуйте собой из-за ценных вещей и другого имущества.

4. Выбирайте как можно более безопасный путь эвакуации. Не пользуйтесь лифтами во время пожара. Спускайтесь только по лестницам.

5. На стенах в университете вы сможете найти план эвакуации. В случае необходимости воспользуйтесь им.

6. Не бегите наугад. Перед тем как открыть закрытую дверь в горящем здании, потрогайте её обратной стороной ладони. Если почувствуете рукой тепло, не открывайте дверь: за ней огонь.

7. Если пламя отрезет путь к выходу:

7.1 Уйдите в самое отдалённое от огня помещение, плотно закройте за собой все двери. Откройте окно (не делайте этого, если в комнате уже что-то горит) и постарайтесь привлечь внимание людей криками о помощи. Заметив вас, они вызовут пожарных.

7.2 При возможности заткните щели между полом и дверью мокрой тканью, отключите электроэнергию и перекройте газ.

7.3 Если помещение заполнится дымом, дышите через влажную ткань. Проверьте, плотно ли закрыты двери, и высуньтесь в открытое окно. Если

доступа к нему нет или через окно валит поток дыма, держитесь как можно ближе к полу.

8. Если огонь охватил комнату, попробуйте выбраться из окна, используя подручные средства в качестве верёвок. В крайнем случае, выпрыгните на улицу, но помните: спасатели не рекомендуют прыгать с высоты, превышающей два этажа [7].

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

Вывод

В ходе выполнения раздела «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы, включающие нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны, график работы и отдыха. Выявлены вредные и опасные факторы воздействия на работающего в помещении на ПЭВМ человека: отклонение показателей микроклимата, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны, электрический ток, пожароопасность и мероприятия по их предотвращению.

Также был разработан пункт о безопасности при возникновении ЧС, а именно при возникновении пожара. Помимо вышеперечисленного было выявлено, что работа над данной выпускной квалификационной работой не оказывает никакого вредного воздействия на экологическую обстановку.

Заключение

Таким образом, размеры, выделенные на модели, были сопоставлены с результатами расчета размеров зоны санитарной охраны при подсчете запасов подземных вод.

Можно сделать вывод о возможности использования двух конкурирующих методов расчета ЗСО: аналитическом и с использованием численного моделирования. Преимуществом аналитического метода является относительная простота методики расчета в рамках типовой расчетной схемы, а метода моделирования – возможность более точного учета особенностей строения водовмещающей толщи и работы эксплуатационных скважин.

Стоит сказать о нескольких ключевых выводах по проделанной работе: результаты численного моделирования показывают заметное сокращение размеров III-го пояса ЗСО по сравнению с аналитическими расчётами за счёт более точного учёта вертикальной составляющей фильтрационного потока.

Размеры II-го пояса ЗСО на численной модели не выходят за пределы территории водозаборного участка и совпадают с границами I-го пояса.

По данным космических снимков было показано, что крупные источники потенциального загрязнения подземных вод в границу зоны санитарной охраны не попадают. Сопоставление прогнозных расчётов с инженерной нагрузкой городской территории по данным космоснимков показывает отсутствие в границах ЗСО объектов, препятствующих эксплуатации водозабора

Разработаны рекомендации по совершенствованию системы режимных наблюдений, которые заключаются в увеличении частоты наблюдений за химическим составом подземных вод по наблюдательным скважинам соседних участков со стороны морского побережья ввиду существующей вероятности инвазии морских вод, то есть возможности подтягивания некондиционных соленых вод при дальнейшей эксплуатации водозабора.

Список публикаций студента

- Деева Ю. А. Обоснование границ зоны санитарной охраны водозабора с использованием математического моделирования (Фиолентовское шоссе, г. Севастополь) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири, Томск, 2-7 Апреля 2018. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – Т. 1 – [С. 486-487].
- Деева Ю.А. Схематизация гидрогеологических условий водозаборного участка «Гидроузел №19» для целей численного моделирования (г. Севастополь) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина, Томск, 8-12 апреля 2019 г. Принята к печати.

Список использованных источников

1. Бабушкин С. Д., Гаев А. Я., Гацков В. Г., Миронов С. В., Штерн В. А. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения. – Пермь: Пермь. ун-т., 2003. – 264 с.
2. Бочевер Ф. М. Теория и практические методы гидрогеологических расчетов эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра, 1968. – 325 с.
3. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в естественных условиях / В. М. Шестопапов, в. И. Лялько, Н.С.Огняник и др. – Киев: Научная мысль, 1989. – 288 с.
4. Гавич Н. и др. Сборник задач по общей гидрогеологии. – Львов, 1964. – 352 с.
5. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Крымская, лист L-36-XXXIV, XXXV. Пояснительная записка. Киев, 1973. – 90 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2014 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
7. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
8. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
11. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ.) Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
12. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. Дата введения 1971-01-01. - М.: Стандартинформ, 2006. - 77 с.

13. ГОСТ 17.8.1.02–88. Охрана природы. Ландшафты. Классификация. Дата введения 01.07.1989. М.: Госстандарт СССР, 1988. – 5 с.
14. ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.
15. ГОСТ 25151-82 Водоснабжение. Термины и определения.
16. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
17. Государственная геологическая карта Украины. Масштаб 1:200 000. Крымская серия. (L-36-XXVIII, Евпатория, L-36-XXXIV, Севастополь). Объяснительная записка / отв. исп. Б. П. Чайковский. – Киев, 2006. – 175 с.
18. Государственный водный кадастр. Т. II. Украинская ССР. – Ленинград, 1985.
19. Капинос Н.М. Специализированные гидрогеолого-экологические исследования промышленно-городской агломерации н. Севастополя и прилегающих территорий. – Симферополь: геолфонд КП «Южэкогеоцентр», 2002.
20. Картографические данные Google. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.ru/maps/> (дата обращения 15.01.2019)
21. Новиков Ю. А. Типизация эколого-геологических изменений геологической среды Крыма (применительно к масштабу 1:200 000). Симферополь:, 1994.
22. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
23. Отчет о геолого-гидрогеологических исследованиях «Геолого-экономическая оценка участка ОАО «ЦАРЬ ХЛЕБ» участка Альминского месторождения питьевых подземных вод (скважина №5605) для ОАО «ЦАРЬ ХЛЕБ» в г. Севастополе» (Подсчет запасов по состоянию на 1.11.2012 г.) (2012 г.)
24. Отчет по оценке и утверждению эксплуатационных запасов участка подземных вод на территории гидроузла №19

25. Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1969. – 328 с.
26. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»
27. Правила устройства электроустановок ПУЭ.
28. Приказ ФСИН России от 13.11.2008 N 624 Об утверждении новой системы оплаты труда гражданского персонала федеральных бюджетных и казенных учреждений (с изменениями на 6 марта 2018 года)
29. Приказ №5994 ТПУ от 25.05.2016 г
30. Рыбаков В. Н., Рамский С. Я., Дублянский А. В., Танзян П. Бы. Отчет о геологическом доизучении Предгорного Крыма [письмо L-36-117-А, Б-а (2-4) б, г; L-36-118-А-а,б геологической съемке письмо L-36-117-Б (Р-3) и гидрогеологической съемки письмо L-36-117-А, масштаб 1:500000]; 1981-84 гг Фонды Крымской КГРЭ.
31. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества
32. СанПиН 2.1.4.2580-10 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы
33. СанПиН 2.1.5.980-00 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
34. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
36. СанПин 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

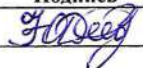
37. Севастополь. [Электронный ресурс]. – URL: <http://livecrimea.net/> (дата обращения 15.01.19)
38. Севастополь. [Электронный ресурс]. – URL: <http://krymology.info/index.php/> (дата обращения 18.01.2019)
39. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
40. СП 33-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 72 с.
41. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
42. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
43. Трудовой кодекс РФ статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.
44. Федеральному закону от 19.06.2000 N 82-ФЗ О минимальном размере оплаты труда (с изменениями на 25 декабря 2018 года)
45. Характеристика города Севастополь. [Электронный ресурс]. – URL: <http://92.mchs.gov.ru/document/611179> (дата обращения 19.01.2019)
46. Чудина Л. Г. Изучение режима подземных вод Равнинного, Предгорного Крыма и Керченского полуострова, оценка их состояния в Автономной республике Крым за 1996-1997 гг. – Симферополь: геолфонд КП «Южэкогеоцентр», 1998.
47. Чудина Л. Г. Отчет о государственном учете запасов подземных вод на территории Автономной Республики Крым (по состоянию на 01.01.2001 г.). – Симферополь: геолфонд КП «Южэкогеоцентр», 2001.
48. Чудина Л. Г., Морозов В. И., Сергиевская Н.Б. Гидрогеологические исследования на скважине № 5732 в юго-западной части г. Севастополя с целью подсчета запасов подземных вод среднемиоценовых отложений. Подсчет запасов по состоянию на 1.09.2004 г. Казенное предприятие «Южэкогеоцентр», Крымская комплексная гидрогеологическая экспедиция, Симферополь, 2004.

49. User manual software package GMS


Приложение А
(обязательное)

**NUMERICAL GEOFILTRATION MODELING IN THE GMS (GROUNDWATER
MODELING SYSTEM) SOFTWARE COMPLEX**

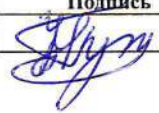
Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM72	Деева Юлия Алексеевна		24.05.2019

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кузеванов К.И.	к.г.-м.н., доцент		24.05.2019

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гутарева Н.Ю.	к.п.н.		24.05.2019

1. What is GMS?

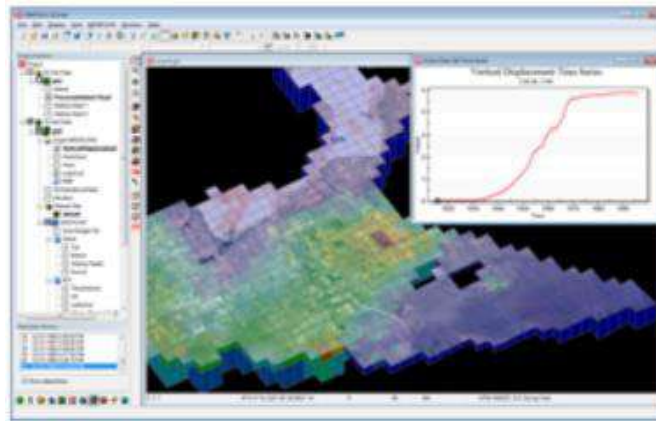


Figure 1 – SUB package vertical displacement plot

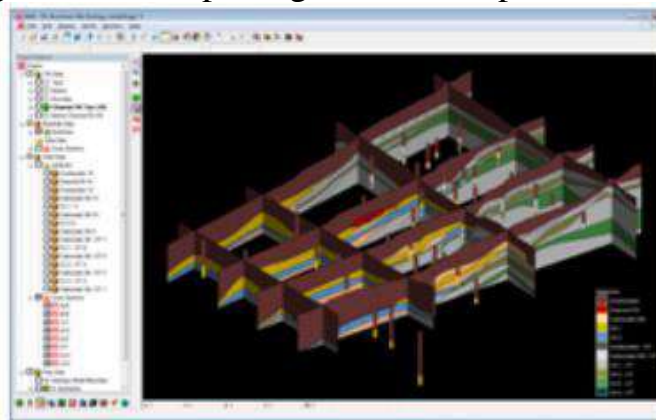


Figure 2 – Solid cross sections and boreholes

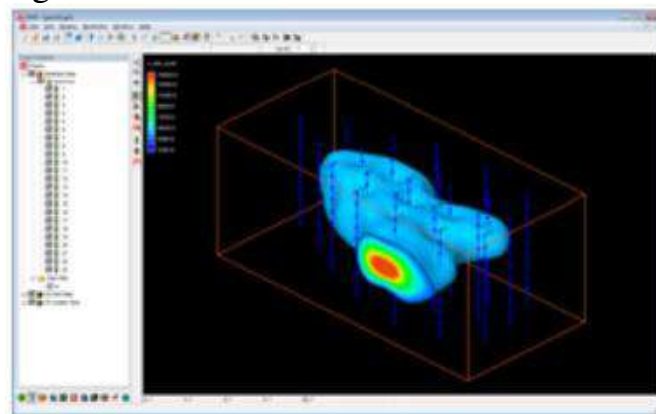


Figure 3 – Isosurface on a 3D grid and borehole sample data

The Groundwater Modeling System (GMS) is a comprehensive graphical user environment for performing groundwater simulations. The entire GMS system consists of a graphical user interface (the GMS program) and a number of the analysis codes (MODFLOW, MT3DMS, etc.). The GMS interface is developed by Aquaveo, LLC in Provo, Utah.

GMS was designed as a comprehensive modeling environment. Several types of the models are supported and facilities are provided to share information between different models and data types. The tools are provided for the site characterization, model conceptualization, mesh and grid generation, geostatistics, and post-processing.

Modules

The interface for GMS is divided into eleven modules. A module is provided for each of the basic data types supported by GMS. As you switch from one module to another module, the Dynamic Tool Palette and the Menus change. This allows you to focus only on the tools and commands related to the data type you wish to use in the modeling process. Switching from one module to another can be done instantaneously to facilitate the simultaneous use of several data types when necessary. The following modules are supported in GMS:

- TIN Module;
- Borehole Module;
- Solid Module;
- 2D Mesh Module;
- 2D Grid Module;
- 2D Scatter Point Module;
- 3D Mesh Module;
- 3D Grid Module;
- 3D Scatter Point Module;
- Map Module;
- GIS Module;
- UGrid Module;

Numerical Models

The numerical models are programs that are separate from GMS that are used to run an analysis on a model. The models can be built in GMS, and then run through

the numerical model program. GMS can then read in and display the results of the analysis.

With the most numerical models, GMS has the option of using a Model Wrapper to run the model and display real-time results during the model simulation.

The following numerical models are currently supported in GMS.

Model Name	GMS Module
<ul style="list-style-type: none"> • MODFLOW • MODPATH • MT3DMS • RT3D • ART3D • SEAM3D • UTCHEM • PEST • SEAWAT (starting v8.0) 	3D Grid
<ul style="list-style-type: none"> • MODAEM • UTEXAS 	Map Module
<ul style="list-style-type: none"> • SEEP2D 	2D Mesh
<ul style="list-style-type: none"> • FEMWATER 	3D Mesh
<ul style="list-style-type: none"> • T-PROGS 	Boreholes

2. The GMS Screen

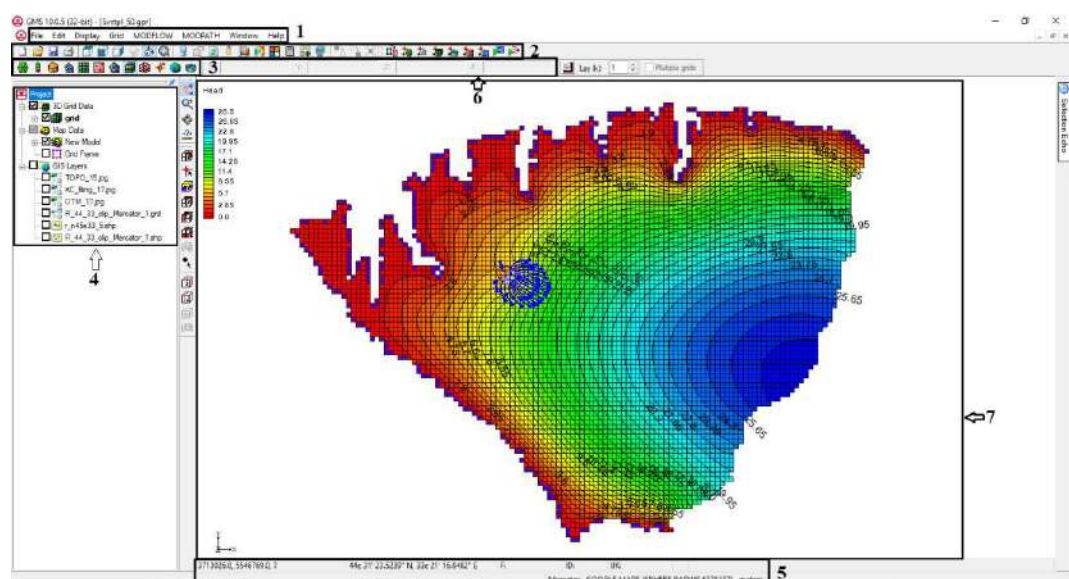


Figure 4 – The GMS Screen

The GMS screen is divided into seven main sections:

Menu Bar (1)

Each module has its own set of menus. The first three menus (File, Edit, Display) are the same for every module. The remaining menus are dependent on the selected module.

Tool Palette (2)

Several Tool Palettes can be displayed in the GMS interface. The default tool palettes include the *Macros Palette*, the *Static Tool Palette*, the *Dynamic Tool Palette*, the *Mini-Grid Plot Palette*, and the *Module Palette*.

Status Bar (3)

The *Status Bar* is used to display the cursor coordinates, the IJK indices of the cell beneath the cursor, the dataset value beneath the cursor, data associated to selected items, and other information.

Project Explorer (4)

The *Project Explorer* is located at the left side of the GMS window by default, but it can be moved to anywhere on the window since it is a dockable toolbar. The *Project Explorer* contains a hierarchical representation of the data associated with a modeling project. The *Project Explorer* can also be resized simply by clicking on the window borders and dragging them to a new location.

Many commands on the data in GMS can be executed by right-clicks in the *Project Explorer*. For general commands or to create new data objects you can right-click on the empty space in the *Project Explorer* and the following pop-up menu is available. The visibility of items in the *Graphics Window* can also be controlled by the selecting the toggle next to each item in the *Project Explorer*.

Time Step Window (5)

The *Time Step Window* is located below the *Project Explorer* by default, but it can be moved to anywhere on the window since it is a "dockable" toolbar. The *Time Step Window* only appears when a transient dataset is selected in the Project Explorer. Time steps can be viewed in date/time format or relative time format by selecting the toggle below the *Time Step Window*. The *Time Step Window* can be resized simply by clicking on the window borders and dragging them to a new location.

Edit Window (6)

These fields are used to edit the coordinates of selected items (vertices, nodes, scatter points, etc.). The coordinates are changed by typing in new values and hitting the *ENTER* or *TAB* key. The scalar data value (F:) associated with the selected object can also be edited.

Graphics Window (7)

The primary graphical input and output for GMS takes place in the *Graphics Window*. The action taken when you interact with the *Graphics Window* depends on which tool is selected.

Every object that can be selected in the *Graphics Window* now has a corresponding right-click menu available. These menus contain commands that allow the user to manipulate the data or display of the selected items.

2.1 Project Explorer

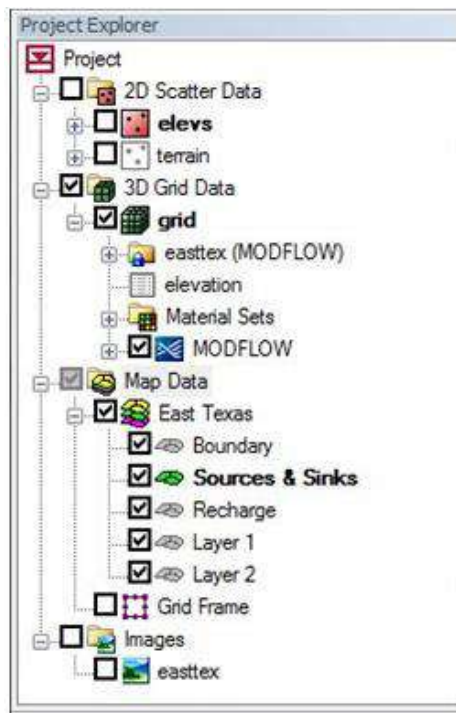


Figure 5 – The Project Explorer window

The Project Explorer is located at the left side of the GMS window by default. The Project Explorer contains a hierarchical representation of the data associated with a modeling project.

All of the modules have the root items corresponding to them. Each root item may be right-clicked on to accomplish certain actions. Data for each module is grouped into folders. The modules and items can also be expanded and collapsed to show sub folders. Each item may also be turned on or off by clicking the check box next to the item. Many items in the project explorer can be dragged to different locations to be used with different modules. Items may also be duplicated.

Many commands on the data in GMS can be executed by right-click menus in the Project Explorer. For general commands or to create new data objects you can right-click on the empty space in the Project Explorer and the following pop-up menu is available. Right-click commands can also be used to export or transform items. The visibility of items in the Graphics Window can also be controlled by selecting the toggle next to each item in the Project Explorer.

3. File Menu

The *File* menu is one of the standard menus and is available in all of the modules. The commands in the *File* menu are used for file input and output for the basic GMS file types, for printing, and to exit the program. The following commands are contained in the *File* menu:

- New

Deletes all data associated with all data types and all modules. It resets the status of the program to the default state that is set when the program is first launched. This command should be selected when an entirely new modeling problem is started.

- Open

This command is most often used to read in project files or other GMS native files. However, the Open command is also used to import data or other files generated outside of GMS. Projects can either be opened into the current window which replaces the existing project, or the project can be opened into a new instance of GMS. This setting is selected in the *Preferences* dialog that is accessed by the *Edit | Preferences* command.

- Import From Database

Allows users to access data stored in a database and import it.

- Import From Web

Allows users to import an image from the world-wide-web.

- Save

Used to save GMS projects. A project contains all of the files associated with a modeling project. When a GMS project is saved, all files associated with the data currently in memory are saved. This includes any model simulations which are open. By default the model simulation will be saved to the same location as the project. However, in the *Save* dialog the path for the model simulation can be specified.

- Save As

Used to designate the path for saving a GMS project. It can also be used to Export data.

- Edit File

The prompts for the name of a file and opens the file in a program of your choice. This command is used to edit model input files or to view output files. The output files that are part of a Solution can also be viewed by double-clicking on the text file in the Project Explorer.

- Settings...

This command can be used to change the default settings (display options, units etc) applied to all new projects. For example, if the user wants new projects to have particular settings, the user can set those up in GMS and then use the Settings command to save the *Current settings* as the defaults to be used in the future. A user can also stop using defaults that were set previously and restore the defaults to the *Factory defaults*. There is only one set of the default settings.

- Page Setup

Launches the *Page Setup* dialog. The *Page Setup* dialog contains 3 tabs: Margins, Options, and Paper Size. The *Options* tab allows the user to specify the printing scale. The *Paper Size* tab allows the user to select the paper size and source.

Also, the orientation, portrait or landscape, can be selected. The *Margin* tab allows the user to change the Margins. On the right side of each tab is a print preview.

- **Print**

The printed copies of the current GMS image are generated with this command. This launches the standard Windows *Printing* dialog.

- **Demo Mode**

Toggles on and off Demo Mode. Since some users may not require all of the features provided in GMS, the modules and model interfaces can be licensed individually. The icons for the unlicensed modules or the menus for model interfaces are dimmed and cannot be accessed. Even though you may have only licensed a portion of the GMS interface, the Demo Mode command provides a way of evaluating modules you may wish to consider licensing in the future. This is particularly useful when using the GMS tutorials.

When the Demo Mode command is selected, all the modules of the program will be enabled. The only exceptions are that the *Print* and *Save* options will be disabled. To return to normal operating mode, select the Normal Mode command.

- **Register**

Brings up the *Register* dialog which allows users to register the software.

- **Recent File List**

Near the bottom of the *File* menu is a list of recently opened projects. You can have as many as 5 different files in the recent file list.

- **Exit**

Terminates the program.

4. MODFLOW

GMS includes a comprehensive graphical interface to the groundwater model MODFLOW. MODFLOW is a 3D, cell-centered, finite difference, saturated the flow model developed by the United States Geological Survey (McDonald & Harbaugh, 1988). MODFLOW can perform both steady state and transient analyses and has a wide variety of the boundary conditions and input options.

GMS supports MODFLOW as a pre- and post-processor. The input data for MODFLOW are generated by GMS and saved to a set of files. These files are read by MODFLOW when MODFLOW is launched from the *GMS* menu. The output from MODFLOW is then imported to GMS for post-processing.

A special version of MODFLOW is distributed with GMS. This version of MODFLOW is the same as the version distributed by the USGS except for a few minor changes primarily related to file the input including reading the input data from HDF5 files. These changes are clearly marked in the code.

MODFLOW Versions

GMS supports (or will soon) all standard MODFLOW versions:

- MODFLOW-88 (import only)
- MODFLOW-96 (import only)
- MODFLOW-2000
- MODFLOW-2005
- MODFLOW-NWT
- MODFLOW-LGR
- MODFLOW-USG (under development)

Pre-Processing

- Importing MODFLOW Files
- Building a MODFLOW Model
- Saving a MODFLOW Simulation
- Parameters
- Stochastic Modeling with MODFLOW
- Interpolate to MODFLOW Layers
- Packages Supported in GMS
- Unsupported MODFLOW Features

Post-Processing

- ·MODFLOW Display Options
- ·MODFLOW Post Processing Viewing Options

- Reading a MODFLOW Simulation

4.1 A conceptual Model Approach

A MODFLOW model can be created in GMS using one of two methods: assigning and editing values directly to the cells of a grid (the grid approach), or by constructing a high level representation of the model using the feature objects in the Map module and allowing GMS to automatically assign the values to the cells (the conceptual model approach). Except for simple problems, the conceptual model approach is typically the most effective.

Definition

In GMS, the term conceptual model is used in two different ways. In the generic sense, a conceptual model is a simplified representation of the site to be modeled including the model domain, boundary conditions, and material zones. GMS also has a conceptual model object that can be defined in the Map module. The conceptual model object can contain coverages.

A conceptual model object can be defined in the Map module using feature objects, such as points, arcs, and polygons. The conceptual model is constructed independently of the numerical grid. Once the conceptual model object is defined, a grid can be automatically generated to fit the conceptual model. The boundary conditions and model parameters are computed and assigned to the proper cells. The MODFLOW data are converted from the conceptual model to the cells of the grid. This approach to modeling fully automates the majority of the data entry and eliminates the need for most or all of the tedious cell-by-cell editing traditionally associated with MODFLOW modeling. Once the conceptual model is constructed and converted to a grid, the package dialogs and interactive editing tools in the *MODFLOW* menu can be used to edit or review the data if desired.

A complete conceptual model object consists of several coverages. One coverage is typically used to define the sources and sinks such as wells, rivers, lakes, and drains. Another coverage (or the same coverage) is used to define the recharge zones. Other coverages can be used to define the zones of hydraulic conductivity

within each layer. Any number of coverages may be used, or all these attributes may exist in the same coverage.

In addition to the feature data, a conceptual model may include other data (scatter points, boreholes, solids) to define the layer elevations. A specialized set of tools for manipulating layer elevation data is provided in GMS.

Steps in Developing a Conceptual Model

Several steps are involved in setting up a MODFLOW conceptual model and converting the conceptual model to a numerical model. The basic steps are as follows:

1. Create a MODFLOW conceptual model in the Map Module.
2. Decide how many coverages you will need and what attributes you want with each. It is typical to use three coverages, each with a different purpose. One coverage is used for sources and sinks, like wells, specified head boundaries etc. Another coverage is used for recharge, and another is used for hydraulic conductivity. However, it is not required to use coverages in this manner, and the attributes associated with a coverage are user defined, so you can define a coverage with any combination of attributes. Thus, if your recharge zones were the same as your hydraulic conductivity zones, you might use just one coverage for both.
3. Create the sources and sinks. The most effective way to do this is with the aid of a background Image. A digital image representing a scanned map or an aerial photo of the site can be imported and displayed in the background using the image tools. Once the image is displayed, feature objects defining the model boundary, rivers, lakes, flow barriers, and specified head boundaries can be created on top of the background image.
4. Create the areal features, such as recharge zones and evapotranspiration zones.
5. Create the layer features, such as hydraulic conductivity zones.
6. Use the *Grid Frame* command to place an outline of the numerical grid on the conceptual model. The frame is placed so that it just surrounds the conceptual

model. The frame can be rotated if necessary if the major axis of the model is at an angle.

7. Use the *Feature Objects | Map -> 3D Grid* command to automatically generate a grid. The location of the grid is controlled by the Grid Frame and the density of the grid is automatically adjusted around user-specified points (typically wells).

8. Define the active region of the grid using the Activate Cells in Coverage command. This automatically activates all of the cells within the boundary of the conceptual model and inactivates all cells outside the boundary.

9. Initialize the MODFLOW data by selecting the *New Simulation* command in the *MODFLOW* menu. Select the type of mode (steady state vs. transient) and define stress periods if necessary. Define a set of starting heads. Go to the LPF/BCF/HUF Package dialog and define the layer type for each of the layers in the grid.

10. Select the *Map -> MODFLOW* command to automatically assign the MODFLOW boundary conditions, stresses, and material properties to the appropriate cells in the grid.

11. Use the specialized interpolation tools to define the layer elevations.

In many cases, it is useful to repeat some, but not all, of these steps. For example, suppose after running a simulation it is determined that one of the boundaries of the model corresponding to a groundwater divide is not properly located. The boundary can be moved by simply selecting and dragging the vertices and nodes of the arc(s) defining the boundary. Once the boundary is moved, step 6 should be repeated to redefine the active/inactive regions and then step 8 is repeated to reassign the model data to the cells.

Advantages of the Conceptual Model Approach

There are numerous benefits to the conceptual model approach. First of all, the model can be defined independently of the grid resolution. The modeler does not need to waste valuable time computing the appropriate conductance to assign to a river cell based on the length of the river reach within the cell. This type of

computation is performed automatically. Furthermore, transient parameters such as pumping rates for wells can also be assigned independently of model discretization. Transient parameters are entered as a curve of the stress vs. time. When the conceptual model is converted to the numerical model, the transient values of the stresses are automatically assigned to the appropriate stress periods. Since the conceptual model is defined independently of the spatial and temporal discretization of the numerical model, the conceptual model can be quickly and easily changed and a new numerical model can be generated in seconds. This allows the modeler to evaluate numerous alternative conceptual models in the space of time normally required to evaluate one, resulting in a more accurate and efficient modeling process.

A further advantage of storing attributes with feature objects is that the method of applying the boundary conditions to the grid cells reduces some of the instability that is inherent in finite difference models such as MODFLOW and MT3DMS. When the user enters individual values for heads and elevations, entering cell values one cell at a time can be tedious. It is also difficult to determine the correct elevation along a river segment at each cell that it crosses. The temptation is to select small groups of cells in series and apply the same values to all of the cells in the group. This results in an extreme stair-step condition that can slow or even prevent convergence of the numerical solver. By using GMS to interpolate values at locations along a linear boundary condition such as a river, the user insures that there will be no abrupt changes from cell to cell-thus minimizing the stair-step effect. It also produces a model with boundary conditions that more accurately represent real world conditions [1].

5. MODPATH

MODPATH is a particle tracking code that is used in conjunction with MODFLOW. After running a MODFLOW simulation, the user can designate the location of a set of particles. The particles are then tracked through time assuming they are transported by advection using the flow field computed by MODFLOW. Particles can be tracked either forward in time or backward in time. Particle tracking

analyses are particularly useful for delineating capture zones or areas of influence for wells.

A complete description of MODPATH is beyond the scope of this help file, however, because of the user-friendly interface in GMS, an intimate knowledge of MODPATH is not required to effectively do particle tracking in GMS.

MODPATH was developed by the U.S. Geological Survey. Version 5.0 of MODPATH is supported in GMS. The version of MODPATH distributed with GMS is the original public domain version distributed by the USGS, with minor modifications to accommodate GMS.

5.1 MODPATH Display Options

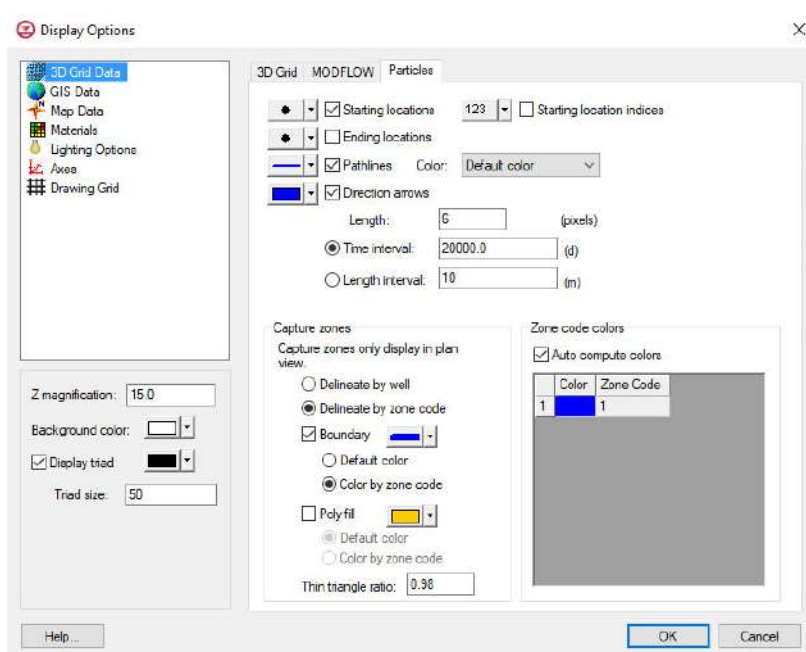


Figure 6 – The Display Options dialog showing the Particle tab in the 3D Grid Data item

A set of the display options unique to the MODPATH input data and MODPATH solutions is provided in GMS. These options are accessed through the *Display Options* command in the *MODPATH* menu. This command is only available if a MODFLOW simulation exists. This command brings up the *Particles* tab of the *3D Grid Display Options* dialog. The following table describes the display options available for the MODPATH model [49].

Display Option	Description
Starting locations	The starting locations for the particles can be turned on and off. The symbol style, color and size can also be adjusted.
Starting location indices	The starting locations indices for the particles can be turned on and off. The font style, color and size can also be adjusted.
Ending locations	The ending locations for the particles can be turned on and off. The symbol style, color and size can also be adjusted.
Pathlines	The pathlines can be toggled on and off, and the pathline style and color can be adjusted. The pathline color can be set to the default color, or the color corresponding to the starting, ending, or cell zone codes of the pathlines. The "Cell zone code" option causes the pathline to change color as it passes through cells with different zone codes.
Direction arrows	Direction arrows can be displayed along the pathlines. The size of the arrow heads can be set by specifying the Length in pixels. The arrows are displayed along the pathline at an interval corresponding to the Length specified.
Zone codes	Colors can be associated with zone codes. If the Auto compute colors option is selected, GMS will automatically pick colors to go with each unique zone code. Otherwise, you can specify the color you want to associate with each zone code. These colors are used if the Pathline Color option is set to Starting zone code or Ending zone code.
Capture zones	<p>GMS groups pathlines together into capture zones. A polygon representing the outer boundary of the pathlines is found and can be outlined, or filled. The following options are available relating to the capture zones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delineate by well <p>With this option, all the pathlines originating from a cell containing a well will be grouped together into one capture zone. All wells with the same name are included in the same capture zone.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delineate by zone code <p>With this option, all pathlines originating from the same zone code are grouped together into capture zones. This option could be used to create a single capture zone for several wells that have different names. The cells containing the wells would need to be assigned the same zone code. This option</p>

	<p>could also be used to find the "capture zone" for a zone of cells where the cells all have the same zone code.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thin triangle ratio <p>GMS triangulates the pathlines in a capture zone to determine the capture zone boundary. Depending on the length and shape of the pathlines, it may be necessary to adjust the Thin triangle ratio to get a good looking capture zone. Increasing the value causes more area around the edges to be included. Decreasing the value causes less area around the edges to be included.</p>
--	---