

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

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Кафедра информационных систем и технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Построение изолиний методом маршрутирующих квадратов на основе геологических данных. УДК 004.738.1:528.9:551.501.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВЗБ	Русакович Надежда Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ИСТ	Дорофеев В.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Спицын В.В.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Невский Е.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИСТ	Мальчуков А.Н.	к.т.н.		

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

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Кафедра информационных систем и технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Мальчуков А.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8ВЗБ	Русакович Надежде Андреевне

Тема работы:

Построение изолиний методом марширующих квадратов на основе геологических данных.

Утверждена приказом директора (дата, номер)	07.02.2017 г., № 789/с
---	------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.17
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Реализация построения изолиний методом марширующих квадратов на основе геологических данных. Объектно-ориентированный язык программирования JavaScript.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Изучение существующих методов построения изолиний. Исследование и реализация комплексной методологии построения изолиний. Проектирование и реализация приложения для построения изолиний на основе геологических данных в соответствии с разработанной методологией.

	Перспективы интеграции разработанного приложения в высшее учебное заведение.
Перечень графического материала	Результаты работы программ, презентация в Microsoft PowerPoint 2010.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	7.09.2016
---	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ИСТ	Дорофеев В.А.			7.09.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВЗБ	Русакович Надежда Андреевна		7.09.2016

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

Институт кибернетики
 Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Уровень образования Бакалавриат
 Кафедра Информационных систем и технологий
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года
 Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.11.2016	Анализ предметной области, выбор алгоритма для реализации	10
24.11.2016	Исследование выбранного метода	10
15.12.2017	Реализация выбранного метода	30
10.03.2017	Проведение численных экспериментов на тестовых данных	10
12.04.2017	Оформление пояснительной записки	20
23.05.2017	Социальная ответственность	10
29.05.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель каф. ИСТ	Дорофеев В.А.			07.09.2016

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИСТ	Мальчуков Андрей Николаевич	к.т.н., доцент		07.09.2016

**ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОСНОВНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ 09.03.01
«ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА», ИК ТПУ, ПРОФИЛЬ
«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области информатики и вычислительной техники.
P2	Применять глубокие специальные знания в области информатики и вычислительной техники для решения междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием аналитических методов и сложных моделей.
P4	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P5	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P6	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, при решении инновационных инженерных задач.
P10	Демонстрировать личную ответственность и ответственность за работу возглавляемого коллектива, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения инновационной инженерной деятельности. Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению, непрерывному самосовершенствованию в инженерной деятельности, способность к педагогической деятельности.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 70 с., 25 рис., 16 источников.

Ключевые слова: марширующие квадраты, изолинии, геологические данные, характеристическая функция, квадратная сетка, электронные карты.

Объектом исследования является задача построения изолиний.

Цель работы – исследование и программная реализация метода марширующих квадратов.

В процессе исследования были изучены и проанализированы существующие методики построения изолиний.

В результате исследования был реализован алгоритм для построения изолиний на информационно-картографической системе.

Область применения: возможно использование в топографии, картографии, геодезии. Наиболее распространенным примером использования карт с изолиниями является визуализация погодных карт.

В будущем планируется программная реализация более сложного метода марширующих кубов для построения изоповерхности трехмерного скалярного поля.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Изолинии: Условное обозначение на карте, чертеже, схеме или графике, представляющее собой линию, в каждой точке которой измеряемая величина сохраняет одинаковое значение.

Дирекционный угол: Горизонтальный угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0° до 360° , между северным направлением осевого меридиана зоны прямоугольных координат и направлением на ориентир.

Стратоизогипсы: Изолинии абсолютной или относительной отметок поверхности любых геологических тел (пласта, интрузивного тела и т. д.).

Марширующие квадраты: алгоритм в компьютерной графике, который генерирует изолинии на двумерном скалярном поле.

Оглавление

Введение	11
1 Аналитический обзор.....	13
1.1. Методы построения изолиний.....	13
1.1.1. Метод инвариантных линий.....	13
1.1.2. Метод многогранника.....	15
1.1.3. Метод профилей.....	15
1.1.4. Метод статистического окна.....	17
1.1.5. Метод схождения.....	17
2. Метод марширующих квадратов.....	19
3. Проектирование приложения.....	22
3.1. Выбор средств реализации.....	22
3.1.1. HTML.....	22
3.1.2. CSS.....	22
3.1.3. JavaScript.....	22
3.2. Принципы реализации приложения.....	23
3.2.1. Файловая система.....	23
3.2.2. Построение изолиний.....	23
3.2.3. Кроссбраузерность.....	25
4. Программная реализация.....	26
4.1. Интерфейс.....	32
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	37
5.1. Анализ конкурентных технических решений.....	37
5.2. Структура работы в рамках научного исследования.....	39

5.3. Определение трудоемкости выполнения работ	41
5.4. Разработка графика проведения научного исследования	42
5.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	45
5.5.1. Расчет материальных затрат НТИ	45
5.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	46
5.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы	46
5.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды	48
5.5.5. Расчет затрат на научные и производственные командировки	48
5.5.6. Контрагентные расходы	49
5.5.7. Накладные расходы	49
5.6. Формирование бюджета затрат проекта	49
6. Социальная Ответственность	53
6.2. Авторское право	53
6.3. Искажение данных	55
6.4. Возможные последствия	57
6.5. Предотвращение конфликтов	59
Заключение	61
Опубликованные работы	62
Список использованных источников	63
Приложение А	65

Введение

В последнее время широкое распространение получили информационно картографические системы, в основе которых лежит работа с электронными картами. Электронные карты могут выполнять различные задачи, но одной из важных задач при работе с электронными картами является построение изолиний и изоконтуров, разделяющих области с различными характеристиками.

Электронные карты с изолиниями применяются в различных областях. Одной из областей применения карт с изолиниями является разделение областей с различной высотой над уровнем моря. Также карты с изолиниями используются при указании в водоемах областей с различным коэффициентом солености. Наиболее распространенным примером использования карт с изолиниями является визуализация погодных карт.

Выбранная тема диплома «Построение изолиний методом марширующих квадратов на основе геологических данных» является продолжением и расширением темы электронных карт и представляет собой узкоспециализированное программное средство для построения изолиний. Актуальность данной темы заключается в том, что данное приложение может быть использовано в различных областях, например, при построении изолиний высот над уровнем моря. Также данное приложение может быть использовано при определении областей с определенным типом грунта и т.д.

Целью работы является исследование и программная реализация метода марширующих квадратов.

Объектом исследования является задача построения изолиний на информационно-картографической системе. Предметом исследования является метод марширующих квадратов.

Для достижения цели необходимо решить задачи:

- Исследование существующих алгоритмов по построению изолиний, разделяющих области с различными характеристиками;

- Реализация выбранного алгоритма.

1 Аналитический обзор

1.1. Методы построения изолиний

Суть построения изолиний заключается в разделении областей с различными характеристиками. Изолинии являются решением уравнения $F(X, Y) = \text{CONST}$ на области задания $Z = F(X, Y)$. Проекции линий пересечения двух функций $Z_1 = F(X, Y)$, $Z_2 = \Phi(X, Y)$ на области их задания являются решениями уравнения $\Phi(X, Y) = F(X, Y)$. Данный алгоритм позволяет строить изолинии для функций двух переменных $Z = F(X, Y)$, заданных в узлах прямоугольной неравномерной сетки. После доопределения функции на ребрах ячеек с помощью линейной интерполяции, линии уровня будут ломаными, которые будут проходить через пересечения отрезков функции, заданных на ребрах ячеек, с плоскостью $Z = \text{CONST}$ [1].

Представим классификацию методов построения изолиний и приведем в пример некоторые из известных методик.

1.1.1. Метод инвариантных линий

Метод инвариантных линий и скатов является самым простым методом построения структурных карт или карт с изолиниями. Наиболее успешное применение данного метода – это изображение структурной поверхности горного хребта или долины. Для применения данного метода необходимо определить сечения стратоизогипс, или другими словами, линий равных относительных и абсолютных отметок поверхности [2]. После их определения необходимо проанализировать высотные отметки и выделить инвариантные линии. В итоге должен получиться, так называемый, скелет изображаемой поверхности. Инвариантные линии соответствуют возвышенным местам или наиболее пониженным участкам долины, оврага и другим вытянутым формам рельефа на поверхности структуры. Затем необходимо наметить линии скатов и склонов будущей поверхности. На следующем шаге путем линейной интерполяции на линиях скатов отмечаются точки, соответствующие

абсолютным отметкам стратоизогипс [3]. Затем одноименные отметки соединяются.

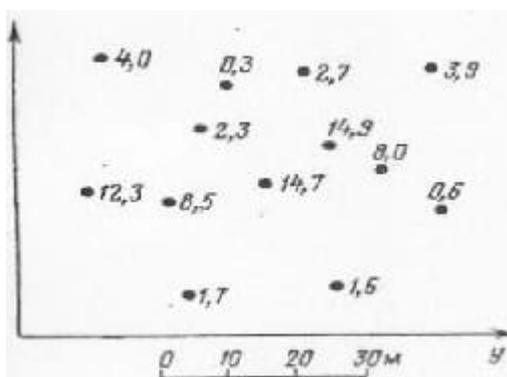


Рисунок 1 – Определение координат

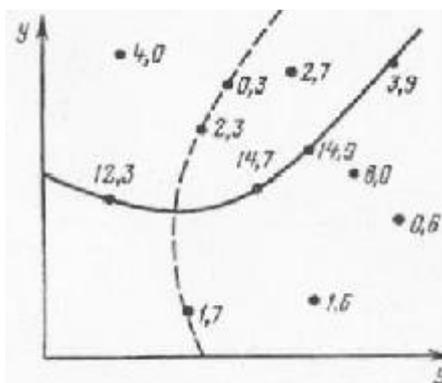


Рисунок 2 – Построение инвариантных линий

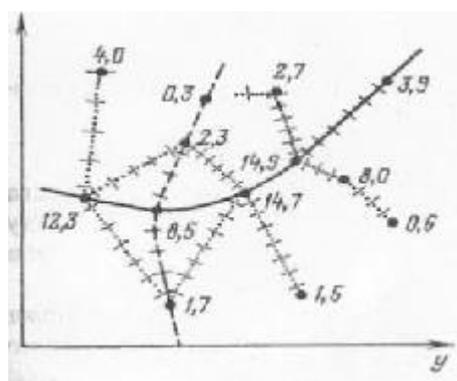


Рисунок 3 – Отметка стратоизогипс

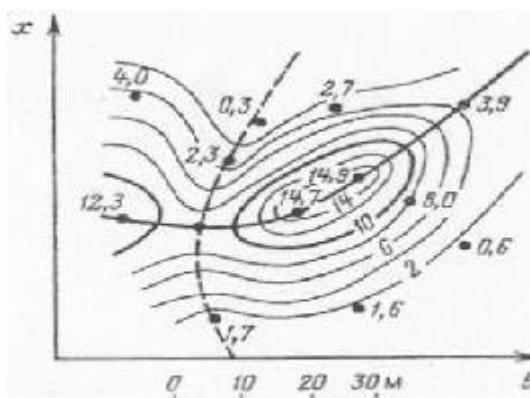


Рисунок 4 – Построение оставшихся изолиний

1.1.2. Метод многогранника

Если затруднительно наметить инвариантные линии или если в отдельных точках поверхности замерены ее элементы залегания, то применяется метод многогранника. На план наносят по координатам точки, в которых определены элементы залегания поверхности.

По дирекционному углу через каждую точку проводят проекции линии падения. Задавшись сечением, на линиях наносят ступенчатые отметки, через которые проводят изолинии по нормали к линии падения [4].

Поверхность представляется многоугольником, при рассмотрении каждой грани многоугольника будем рассматривать треугольник с вершинами с числовыми отметками. На следующем шаге необходимо провести интерполирование между близлежащими точками. Затем, плавной кривой соединяются точки с одинаковыми отметками.

1.1.3. Метод профилей

Метод профилей применяется при наличии нескольких профилей или сечений изучаемой поверхности, расположенных параллельно или нет. По координатам исходных точек проекции профиля наносятся на план проекции, затем на профили наносится сетка высот. Точки пересечения линий высотной сетки с профилем поверхности изображаемого показателя проектируются

сначала на основании профиля, а затем переносят на план, подписывая около них отметки. Точки с одинаковыми отметками соединяют плавной кривой [5].

При построении карты изолиний методом профилей необходимо наличие минимум трех геологических профильных разреза местности, на которой необходимо построить изолинии. Дальнейшее использование данной информации зависит от целей и задач работы. На данных разрезах выделяется поверхность, по которой будет построена карта изолиний [6].

Для построения структурной карты методом профилей необходимо на плане местности, на котором отображается расположение пробуренных скважин, необходимо нанести линии расположения профилей. Затем на линии профилей наносятся абсолютные отметки маркирующего горизонта [7]. Для выполнения этого шага необходимо от края разреза отложить расстояния, которые соответствуют точкам пересечения маркирующего горизонта и пересекаемых его горизонтов.

Затем необходимо построить линии изогипс выбранной геологической поверхности.

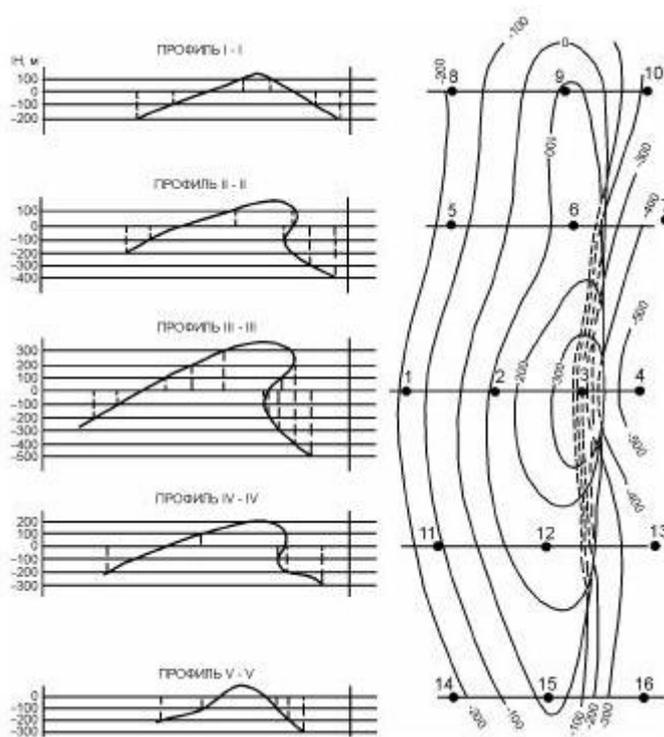


Рисунок 5 – Метод профилей

1.1.4. Метод статистического окна

Метод статистического окна применяется при большом числе точек с числовыми отметками показателя на плане. Заключается в построении изолиний поверхности по средним групповым отметкам. На план участка с точками наносят квадратную сетку со сторонами a и b . В каждой ячейке сетки определяют среднее арифметическое значение отметок всех попавших в нее точек и подписывают это среднее в центре статистического окна. Окно перемещают на половину своего размера сначала по одной оси, а затем по другой, или на полный его размер [8].

Если точки группируются в одной какой-либо части ячейки, то среднее подписывают в их геометрическом центре. Пограничные точки учитывают в обоих соседних окнах. Затем, задавшись сечением, по отметкам средних строят изолинии. В результате получают сглаженную поверхность, характеризующую основные изменения изображаемого показателя.

Этот метод широко используется при построении изолиний по данным массовых замеров, определений, проб изучаемых свойств залежей, характеризующихся своей изменчивостью.

1.1.5. Метод схождения

Метод схождения применим в случаях недостатка информации по скважинам для построения карты изолиний. Также при построении карт разделения областей более глубокозалегающего горизонта используют структурную карту вышележащего горизонта [9].

Для использования данного метода необходимо, чтобы исследуемая площадь была вскрыта определенным количеством глубоких скважин, которые должны быть расположены равномерно по площади. Также необходимо наличие структурной карты по одному из горизонтов верхней части осадочного числа. Данная карта должна иметь, обоснованную большим количеством фактического материала, точность.

Данный метод необходим для изучения характера изменения вертикальных мощностей между геологическими поверхностями. Одна из поверхностей называется опорной, по ней необходимо иметь подробную структурную карту. Вторая поверхность называется картируемой, по ней необходимо построить карту изолиний. Следовательно, перед построением структурной карты методом схождения необходимо построить карту вертикальных мощностей или изохор. Также необходимо по возможности соблюдать некоторое правило, при котором сечение изохор должно соответствовать сечению изогипс карты верхней поверхности. Также можно изменить сечение изохор, если величина изменения толщин между скважинами высока или слишком мала. Но данное изменение может усложнить построение карты изолиний по нижней граничной геологической поверхности.

На следующем шаге необходимо карту изохор и карту верхней граничной геологической поверхности совместить. Затем необходимо найти значения абсолютных отметок поверхности Б, путем вычитания в точках, в которых пересекаются изохоры и стратоизогипсы поверхности А. В итоге могут получиться как отрицательные, так и положительные значения глубин поверхности Б. Это зависит от положения геологических поверхностей относительно уровня моря [10]. На рисунке 6 представлена структурная карта, на которой представлены соответственно стратоизогипсы поверхности А, изохоры и стратоизогипсы поверхности Б.

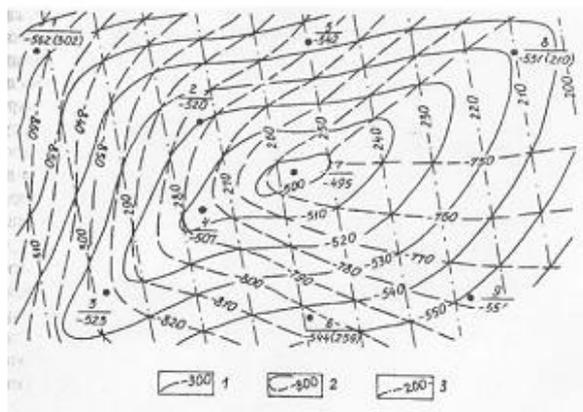


Рисунок 6 – Структурная карта, построенная методом схождения

2. Метод марширующих квадратов

В переводе с английского Marching Squares – «движущиеся квадраты». Данный алгоритм в компьютерной графике генерирует изолинии на двухмерном скалярном поле.

Метод марширующих квадратов применяется в медицине в рентгенограммах, при разработке визуальных метафор для невизуальной информации, при визуализации результатов научных экспериментов, при визуальной аналитике, в топографии, картографии, геодезии. Наиболее распространенным примером использования карт с изолиниями является визуализация погодных карт [11].

Данный алгоритм является упрощением алгоритма марширующих кубов для двухмерного случая.

Входными данными для метода марширующих квадратов является квадратная сетка, вершинам которой приписан знак характеристической функции области. Все известные координаты помещаются в вершины квадратной сетки [12]. После данного построения карта будет разделена на подобласти, ячейки сетки, представляющие собой квадраты с четырьмя вершинами, каждой из которой приписан один из знаков характеристической функции.

Рассмотрим пример, в котором будет только два знака характеристической функции. Ребра ячеек сетки необходимо разделить пополам, так как соединяться будут именно они. Исходя из того, что существует ячейка с 4 вершинами и двумя знаками характеристической функции, всего существует $2^4=16$ различных вариантов распределения знаков, которые с учетом симметрии и поворотов могут быть сведены к 5 вариантам, изображенным на рисунке.

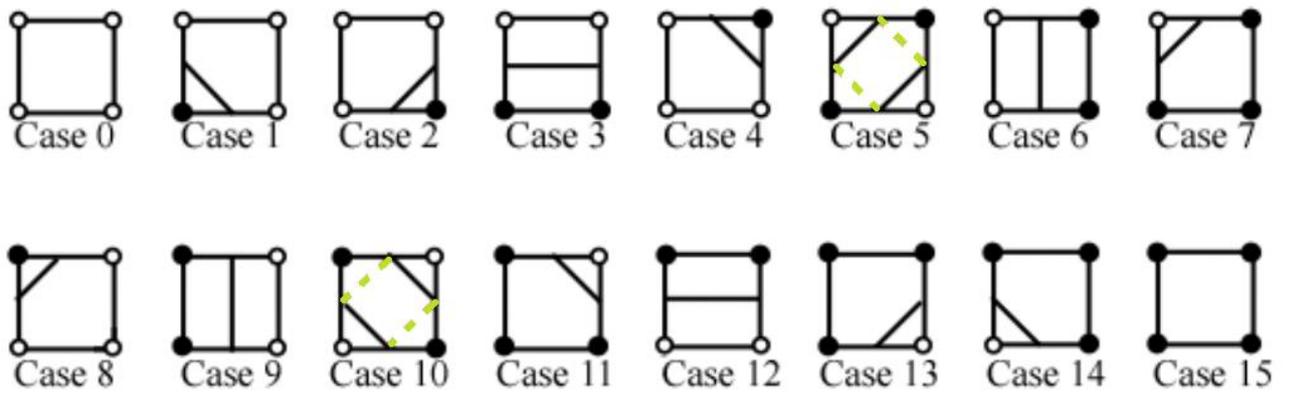


Рисунок 7 – 16 вариантов распределения знаков

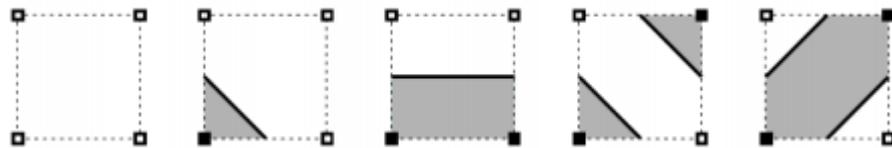


Рисунок 8 – 5 вариантов распределения знаков

В некоторых случаях, таких как 5 и 10 может возникнуть неоднозначность принадлежности к той или иной области. При данной неоднозначности невозможно определить какие из точек объединить в изолинию. Для определения формы изолинии просматривается значение в центре ячейки [13]. Существует также вероятность того, что невозможно узнать значение в центре ячейки, в этом случае решение присвоения значения может повлиять на связность изолинии.

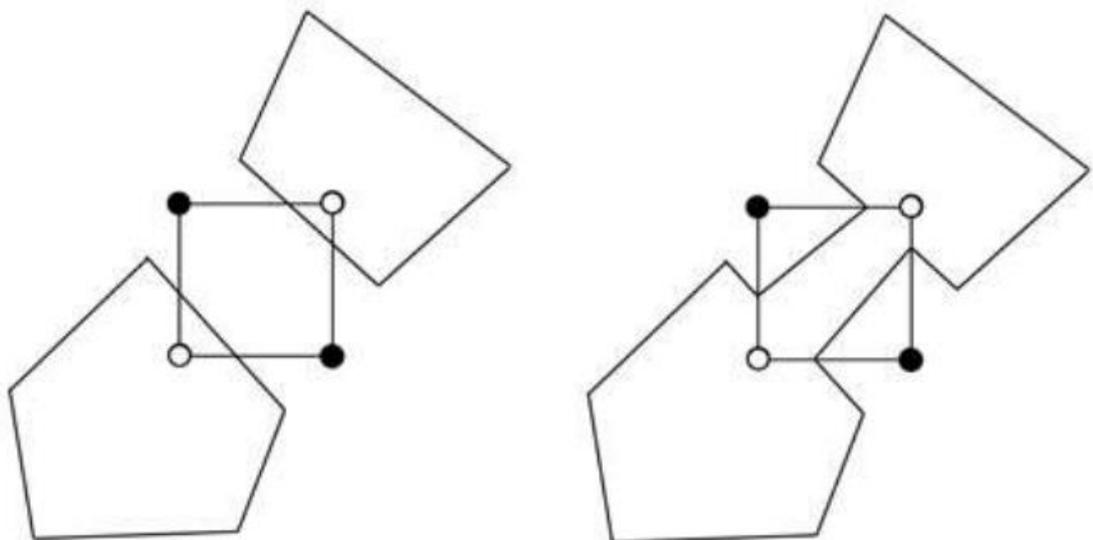


Рисунок 9 – Неоднозначность выбора пары точек

Для каждой точки на ребре можно провести соответствующую тангенциальную прямую. В зависимости от пересечения прямых можно определить ту пару точек, которые нужно соединить.

Происходит объединение всех контуров. В итоге была получена квадратная сетка с разделенными областями.

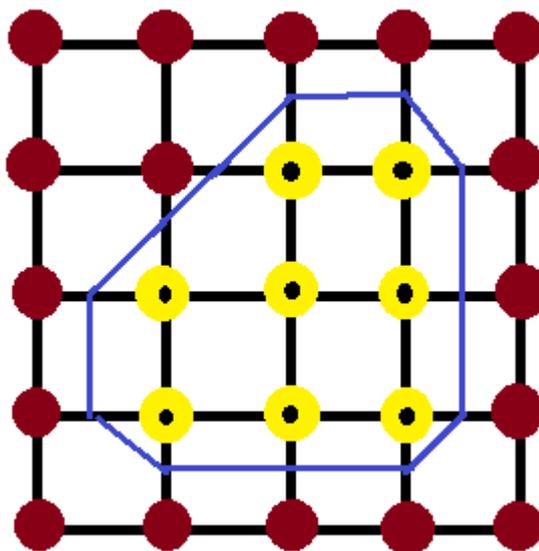


Рисунок 10 – Квадратная сетка с разделенными областями

3. Проектирование и программная реализация

3.1. Выбор средств реализации

3.1.1. HTML

Для создания страниц в Интернете служит язык гипертекстовой разметки (HTML – HyperText Markup Language). Существуют общие правила записи HTML-документов и общие понятия, используемые при создании сайтов [14].

Интернет страница на языке HTML состоит из элементов дескрипторов, также называемых «тегами». Для открытия интернет страниц используются браузеры. Браузер интерпретирует HTML-страницу в вид удобный пользователю.

3.1.2. CSS

Каскадные таблицы стилей или CSS (англ. Cascading Style Sheets), написаны с помощью языка разметки HTML и являются средством описания внешнего вида страницы [15].

3.1.3. JavaScript

JavaScript – прототипно-ориентированный сценарный язык программирования. Используется как встраиваемый язык для программного доступа к объектам приложений. Наиболее широкое применение находит в браузерах как язык сценариев для придания интерактивности веб-страницам [16].

JavaScript является основным элементом управления элементов HTML5 Canvas. Язык JavaScript обеспечивает получение контекста изображения с холста, его обработку и дальнейшее использование. Также JavaScript поддерживает специальные события для элементов и их обработку.

3.2. Принципы реализации приложения

3.2.1. Файловая система

Файловая система – система хранения и упорядочивания файлов на физическом носителе.

Также для удобства организации и дальнейшего использования приложения необходимо помещать отдельные функции работы приложения в отдельные файлы. В главном каталоге должна располагаться главная страница приложения и основные функции. Для соединения соответствующих точек и построения изолиний, JavaScript скриптов стоит предусмотреть отдельные каталоги.

При реализации приложения для построения изолиний методом марширующих квадратов стоит предусмотреть файлы для хранения геологических данных, по которым и строятся изолинии. Также необходимо предусмотреть файл для перебора данных, так как в методе марширующих квадратов производится перебор и проверка всех ячеек квадратной сетки для определения границ областей с различными характеристиками и построения между ними изолинии.

3.2.2. Построение изолиний

Суть данной работы заключается в построении изолиний методом марширующих квадратов. Данный метод заключается в том, что входными данными являются координаты с определенными характеристиками, например, в каждой координатной точке известна высота над уровнем моря или температура воздуха.

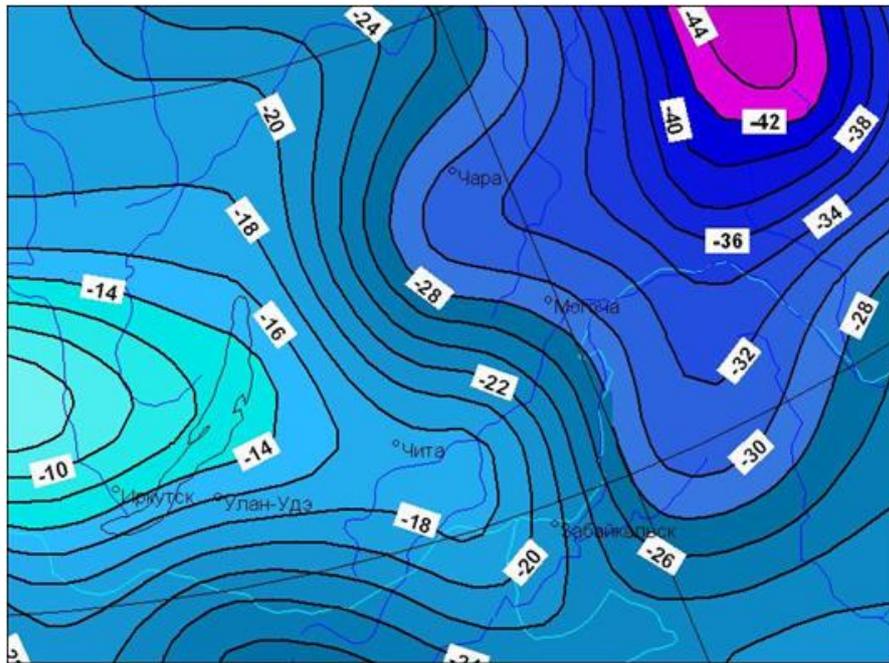


Рисунок 11 – Изолинии температур

На карту помещаются координаты и квадратная сетка. Все известные координаты перемещаются в вершины квадратной сетки. После данного построения карта будет разделена на подобласти, ячейки сетки, представляющие собой квадраты с четырьмя вершинами, которая имеет свое значение высоты над уровнем моря. В зависимости от расположения знаков середины каждого ребра подобласти соединяются. При рассмотрении варианта с двумя знаками характеристической функции, всего существует 16 различных вариантов распределения знаков, которые с учетом симметрии и поворотов могут быть сведены к пяти вариантам. Затем происходит объединение всех контуров.

При построении изолиний необходимо следить, чтобы координаты геологических данных и реальные координаты карты совпадали. Также при построении изолиний необходимо учитывать, что точность построения изолинии будет зависеть от шага сетки, при увеличении шага сетки будет увеличиваться и погрешность построения.

3.2.3. Кроссбраузерность

Кроссбраузерность – свойство веб-приложения отображаться и работать во всех популярных браузерах идентично. Под идентичностью понимается способность отображать материал с одинаковой степенью читабельности.

Кроссбраузерность является важным аспектом при реализации веб-приложения, она влияет на удобство использования сайта. Приложение было протестировано в браузерах Internet Explorer, Google Chrome, Opera, Yandex, Safari, Firefox и проблем с кроссбраузерностью не было выявлено.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8В3Б	Русакович Надежда Андреевна

Институт	ИК	Кафедра	ИСТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

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

<p>1. Анализ конкурентных технических решений</p> <p>2. Организация и планирование работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Структура работы в рамках научного исследования; - Определение трудоемкости выполнения работ; - Разработка графика проведения научного исследования. Бюджет НИИ: - Расчет материальных затрат; - Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ; - Расчет основной заработной платы исполнителей темы; - Расчет отчислений во внебюджетные фонды; - Расчет затрат на научные и производственные командировки; - Расчет контрагентных расходов; - Расчет накладных расходов; - Цена разработки НИИР. 	<p>1. В данном пункте проведена экспертная оценка основных технических характеристик конкурентных технических решений.</p> <p>2. Важным этапом реализации проекта является организация самого процесса и рациональное планирование работ для каждого исполнителя, принимающего участие в проекте. На данном этапе составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и продолжительность, рассчитываются трудозатраты на выполнение проекта. Результатом планирования работ является таблица с полным перечнем, исполнителями и продолжительностью работ, а также таблица трудозатрат. Для наглядности представлен линейный график работ, построенный на основании приведенных таблиц.</p> <p>3. Целью данного пункта является расчет величины расходов на выполнение проекта. Определение общих затрат производится путем суммирования расходов по следующим статьям:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Материальные затраты НИИ; <p>Затраты по данной статье отсутствуют.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ; <p>Затраты по данной статье отсутствуют.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основная заработная плата исполнителей темы; <p>В данном пункте произведен расчет заработной платы как самого исполнителя,</p>
--	--

	<p>так и научного руководителя.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Дополнительная заработная плата исполнителей темы; <p>Затраты по данной статье отсутствуют.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); <p>В этом пункте произведен расчет отчислений за единичный социальный налог, который в себя включает отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование и составляет 30% от всей заработной платы</p> <ul style="list-style-type: none"> • Затраты на научные и производственные командировки; <p>Затраты по данной статье отсутствуют.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Контрагентные расходы; <p>Затраты по данной статье отсутствуют.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Накладные расходы. <p>В данном пункте отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 16% от суммы всех предыдущих расходов.</p>
--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Спицын В.В.	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВЗБ	Русакович Надежда Андреевна		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной работе рассматривается разработка, которая представляет собой браузерное приложение. Созданное приложение содержит в себе функции реализующие алгоритм для построения изолиний на Google карте. Данный алгоритм использует в качестве входных данных Google карту, координаты с определенными характеристиками, например, в каждой координатной точке известна высота над уровнем моря. Главная особенность разработки состоит в том, что построение областей на карте производится с большой точностью, что позволяет использовать её в широком кругу задач. В частности, возможно использование в топографии, картографии, геодезии. Наиболее распространенным примером использования карт с изолиниями является визуализация погодных карт.

Данное приложение предназначено для интеграции и визуализации метаданных и пространственных данных о гидрогеохимической обстановке юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. Данный район включает Алтайский край, Новосибирскую, Томскую и Омскую области с общей площадью более 800 тысяч квадратных километров. Разработанный модуль внедряется в АО Томскгеомониторинг.

Целью данного раздела является анализ и описание проведенных научных исследований с финансово-экономической стороны, а также оценка полных денежных затрат, потраченных на реализацию проекта. В разделе дается экономическая оценка результатов внедрения данной работы, что в свою очередь, позволяет оценить целесообразность выполненной работы с экономической точки зрения.

4.1. Анализ конкурентных технических решений

В качестве конкурентов разработки целесообразно рассмотреть конкурентные технические решения, представляющие собой приложения, с помощью которых строятся изолинии. Помимо данной платформы в этой сфере

создано мало разработок. В качестве конкурентных продуктов, если рассматривать только построение изолиний, были только программы, выполненные в качестве одностраничных веб-приложений:

- MapInfo – географическая информационная система (ГИС), предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных.

- ArcGIS – семейство геоинформационных программных продуктов. Применяются для земельных кадастров, в задачах землеустройства, учёта объектов недвижимости, систем инженерных коммуникаций, геодезии и недропользования и других областях.

Экспертная оценка основных технических характеристик данных продуктов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б ₁	Б ₂	К _ф	К ₁	К ₂
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Возможность использования в различных браузерах	0,13	4	4	5	0,52	0,52	0,65
Интерфейс	0,14	5	5	5	0,7	0,7	0,7
Отсутствие рекламы	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,42
Скорость работы	0,12	5	4	5	0,6	0,48	0,6
Функциональность	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
Удобство и простота эксплуатации	0,11	5	5	5	0,55	0,55	0,55
Потребность в ресурсах памяти	0,13	5	3	2	0,65	0,39	0,26

Адаптивность к разрешению окна браузера	0,13	5	3	4	0,65	0,39	0,52
Итого	1	38	32	34	4,77	3,99	4,2
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,5	4	3	4	2	1,5	2
Поддержка продукта	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
Уровень проникновения на рынок	0,15	1	2	3	0,15	0,3	0,45
Цена продукта	0,1	5	3	1	0,5	0,3	0,1
Финансирование научной разработки	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
Итого	1	17	15	15	3,6	3,05	3,5

Из анализа можно сделать вывод, что продукты конкурентов хоть и обладают хорошей функциональностью, но некоторые важные функции не совсем реализованы. Также обильное присутствие рекламы зачастую отпугивает пользователей, а перегруженный интерфейс не дает возможности быстро сориентироваться. Представленный в работе проект имеет простой и понятный интерфейс и предлагает все базовые возможности для построения изолиний.

4.2. Структура работы в рамках научного исследования

Важным этапом реализации проекта является организация самого процесса и рациональное планирование работ для каждого исполнителя, принимающего участие в проекте.

На данном этапе составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и продолжительность, рассчитываются трудозатраты на выполнение проекта. Результатом планирования работ

является таблица с полным перечнем, исполнителями и продолжительностью работ (таблица 2), а также таблица трудозатрат (таблица 3). Для наглядности представлен линейный график работ, построенный на основании приведенных таблиц.

Исполнителями данного проекта являются:

- НР – научный руководитель;
- И – исполнитель.

Таблица 2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ этапа	Содержание работ	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Определение целей и задач	НР	НР – 100%
2	Составление и утверждение технического задания	НР, И	НР – 90% И – 10%
3	Разработка календарного плана	НР, И	НР – 80% И – 20%
4	Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	НР – 10% И – 90%
5	Обсуждение литературы	НР, И	НР – 50% И – 50%
6	Анализ существующих решений, выявление их преимуществ и недостатков	НР, И	НР – 10% И – 90%
7	Проектирование информационной системы	НР, И	НР – 5% И – 95%
8	Программная реализация метода маршрутирующих	И	И – 100%

	квадратов на основе геологических данных		
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
10	Оформление графического материала	И	И – 100%
11	Подведение итогов	НР, И	НР – 10% И – 90%

4.3. Определение трудоемкости выполнения работ

Расчет продолжительности этапов работ проводится с помощью опытно-статистического метода экспертным способом. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ используется формула (1).

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (1)$$

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

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Для того чтобы построить линейный график, нужно рассчитать длительность этапов в рабочих днях и перевести ее в календарные дни. Продолжительность выполнения каждого этапа рассчитывается по формуле (2).

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

4.4. Разработка графика проведения научного исследования

Продолжительность этапа в календарных днях рассчитывается по формуле (3).

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях и рассчитываемый по формуле (4).

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году ($T_{кал} = 365$);

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году ($T_{вых} = 52$);

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году ($T_{пр} = 10$).

Коэффициент календарности равен:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205 \quad (5)$$

В таблице 3 представлена продолжительность этапов и их трудоемкость по исполнителям.

Таблица 3 – Трудозатраты на выполнение проекта

Название работы	Трудоемкость работ, чел-дни			Длительность работ			
				T_{pi}		T_{ki}	
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И

Определение целей и задач	1	2	1,4	1,4	0	1,68	0
Составление и утверждение технического задания	2	9	4,8	4,32	0,48	5,78	0,58
Разработка календарного плана	1	2	1,4	1,12	0,28	1,35	0,34
Подбор и изучение материалов по теме	3	12	6,6	0,66	5,94	0,79	7,16
Обсуждение литературы	4	6	4,8	2,4	2,4	2,89	2,89
Анализ существующих решений, выявление их преимуществ и недостатков	2	5	3,2	0,32	2,88	0,39	3,47
Проектирование информационной системы	5	15	9	0,45	8,55	0,54	10,3
Программная реализация метода марширующих квадратов на основе геологических данных	7	20	12,2	0	12,2	0	14,7
Оформление расчетно-пояснительной записки	5	7	5,8	0	5,8	0	6,99
Оформление графического материала	3	5	3,8	0	3,8	0	4,58
Подведение итогов	5	7	5,8	0,58	5,22	0,7	6,29
Итого:			58,8	11,25	47,55	14,12	57,3

Зная величины трудоемкости этапов для каждого исполнителя T_{ki} можно построить календарный план-график. График строится для максимального по

длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 4 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _{кп} , кал. дн	Продолжительность выполнения работ												
			март			апрель			май						
			1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Определение целей и задач	НР	1,68													
Составление и утверждение технического задания	НР	5,78													
	И	0,58													
Разработка календарного плана	НР	1,35													
	И	0,34													
Подбор и изучение материалов по теме	НР	0,79													
	И	7,16													
Обсуждение литературы	НР	2,89													
	И	2,89													
Анализ существующих решений, выявление их преимуществ и недостатков	НР	0,39													
	И	3,47													
Проектирование информационной системы	НР	0,54													
	И	10,3													
Программная реализация метода маршрутирующих квадратов на основе геологических данных	И	14,7													
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6,99													

4.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по данной теме.

Затраты по данной статье расходов отсутствуют.

4.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{ЗП} = З_{осн} + З_{доп} \quad (6)$$

Где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от $З_{осн}$).

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

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p \quad (7)$$

Где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (8)$$

Где

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

При отпуске в 48 раб. Дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (9)$$

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

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

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Среднедневная тарифная заработная плата ($Z_{\text{ТС}}$) для шестидневной рабочей недели рассчитывается по формуле (6).

$$Z_{\text{ТС}} = Z_{\text{м}} / 24,83 \quad (10)$$

В таблице 5 представлены расчеты затрат на полную заработную плату:

Таблица 5 - Расчет заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневн ая ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коеф фицие нт	Фонд з/платы, руб.
-------------	---------------------	--	--------------------------------	---------------------	--------------------------

Научный руководитель	23 264,86	859,95	14,12	1,699	20 630,09
Исполнитель	12 684,03	468,85	57,3	1,699	45 643,81
Итого:			71,42		66273,9

4.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Затраты на единичный социальный налог (ЕСН), который включают в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту. ЕСН рассчитывается по следующей формуле (7).

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (11)$$

Следовательно, ЕСН по данному проекту будет составлять:

Таблица 6 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Коэффициент	Отчисления во внебюджетные фонды
Научный руководитель	20 630,09	0	0,3	6 189,03
Исполнитель	45 643,81	0	0,3	13 693,14
Итого:				19 882,17

4.5.5. Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом

действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

Затраты по данной статье расходов отсутствуют.

4.5.6. Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками).

Расчет величины этой группы расходов зависит от планируемого объема работ и определяется из условий договоров с контрагентами или субподрядчиками.

В работе затраты по данной статье расходов отсутствуют.

4.5.7. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}} \quad (12)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (16%).

Величина накладных расходов будет равна

$$Z_{\text{накл}} = (66273,9 + 19882,17) \cdot 0,16 = 13784,97 \quad (13)$$

4.6. Формирование бюджета затрат 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 научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	0	Пункт 5.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	0	Пункт 5.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	66 273,9	Пункт 5.4.3.
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	0	Пункт 5.4.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	19 882,17	Пункт 5.4.4.
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	Пункт 5.4.5.
7. Контрагентные расходы	0	Пункт 5.4.6
8. Накладные расходы	13 784,97	Пункт 5.4.7.
Итого:	99 941,04	

Таким образом, затраты на разработку составили 99 941,04 руб.

Затраты на выполнение ВКР частично компенсировались за счет средств ТПУ (накладные расходы и т.п.).

Опубликованные работы

Русакович Н. А. Реализация метода марширующих квадратов на языке С# / Н. А. Русакович, А. Ю. Дёмин ; науч. рук. А. Ю. Дёмин // Технологии Microsoft в теории и практике программирования : сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г.Томск, 22-23 марта 2016 г. - Томск : Изд-во ТПУ, 2016. - [С. 167-169]. <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/33264>

Русакович Н. А. Построение изолиний для информационно картографической системы с помощью метода марширующих квадратов / Н. А. Русакович, А. Ю. Дёмин // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сборник научных трудов III Международной научной конференции, 23-26 мая 2016 г., Томск : в 2 ч. - Томск : Изд-во ТПУ, 2016. - Ч. 1. - [С. 734-736]. <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/31402>