

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

Институт кибернетики
Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика
Кафедра оптимизации систем управления

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы

**Система поддержки принятия решений о постановке диагноза пациентам с
неврологическими заболеваниями**

УДК 004.891:616.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ41	Шагарова Мария Дмитриевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ОСУ	Марухина Ольга Владимировна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Антонова Ирина Сергеевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭБЖ	Пустовойтова Марина Игоревна	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОСУ	Иванов Максим Анатольевич	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

РЕФЕРАТ

Отчет по преддипломной практике содержит 154 с., 31 рис., 32 табл., 50 источников, 8 прил.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, СППР, информационная система, интеллектуальный анализ данных, диагноз, неврологические заболевания, депрессия и тревога, показатели качества жизни, деревья решений.

Объектом исследования являются данные результатов анкетирования больных с неврологическими заболеваниями (код диагноза по МКБ, социальная информация, факторы риска (вредные привычки, наличие других заболеваний), значения показателей по опросникам здоровья MOS SF36 и «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии» (HADS).

Цель работы – обеспечить поддержку процесса постановки диагноза пациентам с неврологическими заболеваниями.

В процессе исследования проводилось определение взаимосвязи (зависимость) показателей качества жизни (по опроснику здоровья MOS SF36) и показателей тревоги и депрессии (по опроснику «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии» (HADS)), неврологических диагнозов (G20, G24, G35 по МКБ) и состояния «здоров» (отсутствие неврологических заболеваний). Выполнен анализ решения проблемы по литературным источникам и опубликованному практическому опыту. Произведен поиск возможных решений в опубликованных статьях; поиск (аналогов) зарегистрированных медицинских информационных систем. Представлен обзор методов обработки экспериментальных данных, полученных с помощью методик «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии» и MOS SF-36, обзор литературы, рассмотрение методов интеллектуального анализа данных и их сравнительная характеристика. Произведен поиск программного обеспечения интеллектуального анализа данных, в частности для возможности применения результатов по решению поставленных задач в области анализа медицинских данных.

В результате исследования установлены логические правила вывода диагноза, прогнозирования значений показателей по опросникам для пациентов с неврологическими заболеваниями. Разработан прототип СППР с основными модулями по определению диагноза и прогнозированию показателей, определены особенности разрабатываемой системы.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: интеллектуальный компонент СППР основан на правилах логического вывода. База знаний представлена набором правил, на основе которых алгоритм логического вывода определяет выходные данные (диагноз, прогноз показателей).

Степень внедрения: разрабатываемые модули тестируются по мере добавления новых правил и наличия новых данных о пациентах.

Область применения: медицинская сфера деятельности.

В будущем планируется:

- рассмотреть возможность интеграции с системами сбора статистической информации из единого хранилища данных;
- рассмотреть возможность исследования показателей опросников с учетом опыта специалистов и добавление правил в СППР;
- разработать модуль по расчету статистической информации и доработать модули согласно предъявляемым требованиям к функциональным характеристикам;
- усовершенствовать систему для самостоятельного добавления пользователем (врачом) правил вывода диагноза и прогноза показателей;
- применить систему для поддержки принятия решений по другим профилям заболеваний.

Оглавление

Определения, обозначения, сокращения.....	12
Введение.....	13
Глава 1. Анализ предметной области.....	16
1.1. Описание предметной области.....	16
1.2. Ожидаемое решение и масштаб проектируемой системы.....	21
1.3. Анализ решения проблемы по литературным источникам и опубликованному практическому опыту.....	24
1.4. Обзор методов обработки экспериментальных данных, полученных с помощью методик «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии» и MOS SF-36.....	29
Глава 2. Применение методов интеллектуального анализа для медицинских данных.....	33
2.1. Методы интеллектуального анализа данных.....	34
2.2. Сравнительная характеристика методов интеллектуального анализа данных.....	38
2.3. Выбор средства интеллектуального анализа данных для задачи.....	39
Глава 3. Проектные решения. Разработка системы поддержки принятия решений.....	51
3.1. Требования к информационной системе.....	51
3.2. Модель информационной системы.....	55
3.3. Разработка структуры базы данных.....	61
3.4. Разработка модуля «Постановка диагноза». Правила логического вывода.....	63
Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение.....	67
1. Предпроектный анализ.....	67
1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	67
1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	68

1.3. SWOT-анализ.....	70
1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	70
1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	71
2. Инициация проекта.....	72
3. Планирование управления научно-техническим проектом.....	76
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	87
Глава 5. Социальная ответственность.....	93
5.1. Техногенная безопасность.....	93
5.2. Региональная безопасность.....	97
5.3. Правовые вопросы обеспечения охраны труда.....	98
5.4. Пожарная безопасность.....	103
Заключение.....	106
Список публикаций.....	109
Список использованных источников.....	111
Приложение А. An overview of medical support systems and Data Mining Software.....	116
Приложение Б. Классификация показателей опросников.....	134
Приложение В. Правила логического вывода.....	135
Приложение Г. Разработка модуля по выдаче рекомендаций о постановке диагноза.....	138
Приложение Д. Разработка модуля «Прохождение опроса пациентом» приложения.....	143
Приложение Е. Матрица SWOT.....	149
Приложение Ж. Реестр рисков проекта.....	151
Приложение И. Оценка абсолютной эффективности исследования.....	153

Определения, обозначения, сокращения

MOS SF-36 (SF36) – Medical Outcomes Study-Short Form (Краткая форма оценки здоровья) – Краткая форма оценки здоровья (Связанная со здоровьем качество жизни)

HADS – Hospital Anxiety and Depression Scale «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии»

БД – база данных

ИАД – интеллектуальный анализ данных

ИС – информационная система

КЖ – качество жизни

КИМПО – Концептуальная информационная модель предметной области

МКБ – международная классификация болезней

ПрО- предметная область

СППР – система поддержки принятий решений

Введение

В настоящее время информация является одним из важнейших ресурсов в мире, а информационные системы стали необходимым инструментом практически во всех сферах деятельности организаций, в том числе и медицине. Прикладные программы и инструменты медицинских информационных систем позволяют модернизировать рабочий процесс и совершенствовать методы диагностирования и лечения пациентов.

Актуальность данной работы определяется, с одной стороны, необходимостью разработки программного продукта, поддерживающего процесс постановки диагноза и анализа показателей здоровья и качества жизни, а с другой стороны, необходимостью обработки и анализа существующих массивов данных, позволяющих рассматривать данные о пациентах в динамике, поскольку в течение периода лечения показатели могут иметь различные значения. Для разработки системы поддержки принятия решения следует установить взаимосвязи диагнозов заболеваний со значениями показателей по методикам оценки, принятым в медицинской организации.

Произведен поиск и обзор программных средств, реализующих данные положения. Анализ показал, что рассмотренные программные решения не полностью соответствуют предъявляемым требованиям, выявленным на этапе определения проблем и анализа предметной области. Поэтому необходима разработка программного продукта, который в полной мере соответствовал бы требованиям, предъявляемым к функциональным характеристикам.

На этапе предварительного анализа создания информационной системы выявлена проблема: сложность применения результатов по изучению показателей качества жизни, тревоги и депрессии пациентов с неврологическими заболеваниями влияет на поддержку процесса прогнозирования конкретного диагноза. Показатели соответствуют определенным методикам, которые врачи применяют в своей практике.

Объект исследования – данные результатов анкетирования пациентов с неврологическими заболеваниями (код диагноза по МКБ, социальная

информация, факторы риска (вредные привычки, наличие других заболеваний), значения показателей по опросникам здоровья MOS SF36 и «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии (HADS).

Предмет исследования – взаимосвязь (зависимость) показателей качества жизни (по опроснику здоровья MOS SF36) и показателей тревоги и депрессии (по опроснику «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии» (HADS)), неврологических диагнозов (G20, G24, G35 по МКБ) и состояния «здоров» (отсутствие неврологических заболеваний).

Методы исследования: в ходе исследования были использованы методы, относящиеся к областям знаний интеллектуального анализа данных, в частности, метод деревьев решений. При реализации программного комплекса был применён ряд методов объектно-ориентированного проектирования.

Научная новизна: построение деревьев решений для постановки диагноза пациентам с неврологическими заболеваниями на основе шкал качества жизни по опросникам MOS SF36 и «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии»

Проблема: выявление склонности пациентов к неврологическим заболеваниям на ранней стадии.

Цель: обеспечить поддержку процесса постановки диагноза пациентам с неврологическими заболеваниями.

Задачи:

1. Подготовить данные для анализа и построить продукционные правила на основе методов интеллектуального анализа данных определения диагноза и прогноза показателей по определенным методикам для их применения в программном обеспечении.

2. Автоматизировать процесс обработки полученных данных пациента по пройденному тестированию в соответствии с определенной методикой (по опросникам здоровья).

3. Организовать поддержку принятия решений исследователем по диагностированию и определению прогноза показателей, по результатам этапов исследования здоровья пациентов согласно определенным методикам.

Обеспечить хранение полученных результатов по пройденному тесту в систематизированном виде для организации анализа показателей в динамике.

4. Выявить возможные варианты изменения в процессе работы специалистов при проведении исследований по методикам и предусмотреть их для обеспечения гибкости информационной системы.

Практическая значимость исследования определяется тем, что:

- выполненные разработки в виде конечного приложения применимы для широкого круга медицинских работников, исследующих качество жизни больных;
- выявленные методы применимы в решении аналогичных задач для других профилей заболеваний.

1.3. Анализ решения проблемы по литературным источникам и опубликованному практическому опыту

В соответствии с требованиями, выявленными в ходе анализа предметной области, сформулированы критерии (таблица 1 полной версии пояснительной записки), которым должно соответствовать программное решение для решения поставленных задач (рисунок 2). Выполнен поиск запатентованных разработок в базах данных ФИПС (Федеральное государственное бюджетное учреждение Федеральный институт промышленной собственности) [9], произведен поиск возможных решений в опубликованных статьях [4,7,10-16], зарегистрированных медицинских информационных систем, представленных на сайте Ассоциации развития медицинских информационных технологий [17].

Некоторые критерии, по которым оценивались программные решения:

- заполнение опросников поэтапно (выбор ответов на вопросы опрашиваемым);
- автоматический расчет показателей, соответствующих опросникам здоровья;
- хранение показателей проведенного опроса в системе;
- экспорт/импорт данных;
- просмотр результатов тестирования по заданным параметрам;
- расчет популяционных значений показателей;
- добавление популяционных показателей в систему;
- расчет показателей опросников относительно разных популяционных показателей;
- сравнение результатов разных этапов проведения опросов пациента;
- выявление вопросов, ответы на которые привели к изменению показателей (по данному опроснику) относительно предыдущего этапа исследования пациента (опрашиваемого);
- диагностирование заболевания на разных этапах проведения исследования;
- прогнозирование изменения показателей по опроснику;

- добавление новых правил определения диагнозов, прогнозирование изменения показателей;
- динамика изменения показателей по опросникам;
- добавление новых опросников в систему;
- добавление этапов проведения исследования;
- расчет / динамика изменения статистических значений;

Проведенный анализ показал (представлен в полной версии пояснительной записки), что рассматриваемые программные решения не полностью соответствуют предъявляемым требованиям. Если отдельные функциональные характеристики встречаются в каком-либо программном продукте, то определение диагноза на основе имеющихся данных (данные о неврологических заболеваниях жителей Томской области) не может быть представлено в программных продуктах, так как исследования на этих данных не проводились. Также не найдено таких программных решений и технологий, позволяющих: производить поиск необходимых зависимостей в данных, хранящихся в базе данных информационной системы; программного обеспечения с возможностью добавления новых логических правил для их применения с целью определения диагноза и прогнозирования показателей к новым данным о пациенте. Поэтому необходим программный продукт, который в полной мере соответствовал бы требованиям, предъявляемым к функциональным характеристикам, сочетал в себе главные модули: автоматизация расчета с возможностью изменения популяционных показателей, сохранение данных, выдачи рекомендаций по постановке диагноза и выявлению динамики исследуемых показателей на любом этапе исследования здоровья пациента.

1.4. Обзор методов обработки экспериментальных данных, полученных с помощью методик «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии» и MOS SF-36

Цель всякого исследования или научного анализа состоит в описании явлений и нахождении связей (зависимостей) между характеристиками этих явлений (переменными), и последующего их применения. Математический аппарат широко применяется в диагностических целях, решении

классификационных задач и поиске новых закономерностей, для постановки новых научных гипотез.

В данном разделе приводятся результаты поиска применяемых средств анализа данных для определения зависимостей между неврологическими заболеваниями и показателями тревоги и депрессии, показателями качества жизни (по методикам SF-36, «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии» и т.д.).

Критериями поиска является: возможность и целесообразность применения полученных результатов исследований к решению задач, с помощью средств анализа данных; описание применимости результатов исследований программных продуктов исследователями с целью прогнозирования значений показателей по опросникам новым испытуемым. Результаты исследований необходимы для выявления параметров которые могут повлиять на исход определения диагноза при исследовании новых данных, полученных с помощью методик MOS SF-36, «Госпитальная шкала оценки тревоги и депрессии».

Исследователи применяют для обработки данных модель Раша (Rasch analysis), логистическую регрессию (ordinal logistic regression), критерий согласия Пирсона, или хи-квадрат (the Mantel chi-square procedure), методы описательной статистики, байесовский подход. Результаты применения данных методов для исследования людей с неврологическими диагнозами приводятся в работах [18,19,20,21, 22,23,24,25].

В исследованиях [18] приводятся результаты гендерной инвариантности к тревоги и депрессии, измеряемых с помощью «Госпитальной шкалы оценки тревоги и депрессии». Исследования проводились с помощью байесовского подхода. Данное исследование показало возможность использования байесовского оценивания для тестирования инвариантности в психометрических исследованиях. Результаты используемого подхода поддерживают HADS как хорошо развитый инструмент для измерения тревоги и депрессии по гендерному признаку. Несмотря на возможные сложности в спецификации байесовской

метода при его применении, исследователи рекомендуют в будущем использовать подход обработки данных в исследованиях с помощью программной реализации, разработать на основе полученных данных формальные руководящие принципы использования байесовского подхода, так как отмечают сложность применения данного подхода.

В исследовании [19] с помощью методов описательной статистики установлено отличие уровня депрессии и тревоги по гендерному и возрастному признаку, также измеряемых с помощью «Госпитальной шкалы оценки тревоги и депрессии». Результаты представленных исследований показывают различия уровня тревоги у пяти возрастных групп людей. Исследователи сравнивают полученные данные с данными, представленными в [20]. Результаты этих исследований показывают некоторые различия. Например, образец EpiFunD (популяционное исследование Эпидемиология функциональных расстройств, проведенное на северо-западе Англии с помощью HADS и других инструментов, связанных с оценкой здоровья), имеет более высокие баллы по каждому из подшкал по сравнению с Crawford (рекомендованные нормативные данные Великобритании) [20]. Авторы объясняют особенность исследования [19] по отношению к [20] в использовании большей выборки, и контингентом участвующих в исследовании [20], которые имели меньше психологической заболеваемости и невысокие уровни показателей тревоги и депрессии.

В исследованиях [21] приводится сравнение результатов шкалы депрессии выборки людей с болезнью Паркинсона (данные пациентов из пяти региональных центров по уходу за пациентами с неврологическими заболеваниями Соединенного Королевства. Данные не были разделены по возрастному и гендерному признакам) и выборки пациентов из Китая, перенесших инсульт [22]. При болезни Паркинсона шкала депрессии была признана непригодной для использования и не может быть успешно модифицирована, чтобы соответствовать модели Rasch [23]. И наоборот, в китайской выборке пациентов, перенесших инсульт, шкала депрессии методологии HADS отображает адекватность к модели Раша [22]. Изменчивость

результатов анализа Rasch по целому ряду заболеваний, свидетельствует о том, что результаты по шкалам HADS могут варьироваться в зависимости от диагностической группы, и тем самым подчеркивает необходимость для врачей и исследователей формально проверять психометрические свойства инструментов, которые они намерены использовать на различных диагностических группах с целью исключения из шкал вопросов, которые приводят к неадекватности модели [24, 25].

В рассматриваемых статьях приводятся результаты применения математических средств обработки данных, но не приводится обоснование выбора данного средства. Для проверки гипотезы используется только один метод. Полученные статистические показатели в рассмотренных работах позволяют судить о том, что различные заболевания влияют на проявление депрессии и тревоги. Также не приводится информации об использовании полученных результатов в клинической деятельности, например, прогнозировании уровня тревоги человека с определенным набором характеристических признаков.

Анализ статей позволил определить методы обработки статистических медицинских данных, выявить целесообразность их применения. В рассматриваемых статьях приводится информация о выявленных зависимостях тревоги и депрессии с различными заболеваниями, но не представлена информация содержащая сведения о корреляции с показателями качества жизни по опроснику MOS SF36. В [4,5] описывается зависимость профиля заболеваемости от отдельного региона для которого могут быть характерны свои показатели, поэтому результаты исследований, приведенные в статьях не применимы для написания правил определения диагноза жителям Томской области, но результаты определения зависимостей тревоги и депрессии с диагностируемым заболеванием могут быть учтены при разработке необходимого решения. Так как установлено, что для разных популяционных групп данные показатели могут отличаться и зависеть от возраста, гендерной принадлежности, сопутствующих заболеваний.

Имеющиеся данные о неврологических заболеваниях жителей Томской области характеризуются многомерностью, могут содержать «скрытые» данные, неочевидные закономерности. Для решения задач об определении зависимостей в них для последующего использования при постановке диагноза новым пациентам, прогнозирования изменения показателей в динамике необходимо сравнить теоретические положения доступных методов интеллектуального анализа данных и выбрать подходящее для решения поставленной задачи. (анализ приводится в пунктах 2.1 – 2.3).

2.3. Выбор средства интеллектуального анализа данных для задачи.

В соответствии с проведенным анализом (пункты 1.3, 1.4) по литературным источникам [18-25] выявлены средства интеллектуального анализа данных, с помощью которых определялись некоторые зависимости неврологических заболеваний и показателей здоровья (уровень тревоги и депрессии). В данных источниках не дается описание применения полученных результатов в информационных системах с целью определения диагноза по новым данным. Поэтому следующим шагом для решения поставленных задач определения диагноза, является анализ и выбор средств интеллектуального анализа данных с целью применения полученных зависимостей в разрабатываемой системе поддержки принятия решений.

Полный обзор программного обеспечения для интеллектуального анализа данных приводится в Приложении А [31-39]. Среди критериев выбора такого средства интеллектуального анализа данных как деревья решений является высокая интерпретируемость, пригодность к использованию. Также среди критериев поиска предлагаемых решений в контексте данного исследования является наличие в них возможности реализации метода построения дерева решений. Основным шагом при выборе инструмента является рассмотрение программного обеспечения на предмет создания хорошей модели, также наличия лучшей интерпретации результатов для построения системы поддержки принятия решений. В результатах исследований [2] отмечено, что с помощью алгоритма дерева решений в RapidMiner легко получить такие параметры

модели, как: более высокую точность классификации 92.49%, наименьшую сложность и высокую производительность с точки зрения обработки данных или скорости реализации.

В отчете (Open Source Data Mining Software Evaluation) приводится экспертная оценка и результаты тестирования Weka, RapidMiner. Такие характеристики как предпроцессинг данных, визуализация данных, удобство использования RapidMiner имеют более высокую оценку по сравнению с Weka. Также общая оценка сравниваемых характеристик выше у RapidMiner.

В качестве инструментария для построения дерева решений и логических правил выбрана среда RapidMiner. RapidMiner – комплексная система для Data Mining (Интеллектуальный Анализ Данных, ИАД) и статистического анализа. Обладает набором алгоритмов для обработки и анализа, включая обработку больших массивов данных. Работа с любым набором данных представляет собой процесс древовидного типа, в который можно, как в конструкторе, добавлять различные операторы ввода/вывода, обработки, визуализации, анализа и т.п. (рисунок 3).

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение

1.1. Предпроектный анализ

1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками. Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Рынок услуг по разработке медицинских информационных систем сегментирован по следующим критериям: класс медицинской информационной системы, класс учреждений здравоохранения по выполняемым функциям.

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке МИС

		Класс медицинской информационной системы			
		системы комплексной компьютеризации медицинских организаций и подразделений	информационные системы федерального, регионального и муниципального уровней, управление здравоохранением, состояние здоровья населения	системы работы с изображениями	системы искусственного интеллекта
МУ по выполняемым функциям	Медицинские научно-исследовательские учреждения, НИИ	1С-РАРУС, внедренческий центр, ООО (Москва)		Конструкторское бюро информационных-измерительных систем, ООО (Москва)	эксДжен Сайбернетикс, ООО (Москва)
	Амбулаторно-поликлинические учреждения	БАРС Групп, АО (Казань) 1С, Фирма (Москва)	БАРС Групп, АО (Казань)	GE Healthcare LLC (Москва)	ЭСКУЛАП Интеллектуальные программные системы,

					ООО (С.-Петербург)
	Диагностические центры, стационары, клиники	Электронная медицина, ООО (Ростов-на-Дону) 1С-РАРУС, внедренческий центр, ООО (Москва)	InterSystems (Москва) ЦНИИ организации и информатизации здравоохранения Минздрава РФ, ФГУ (Москва) Адани, НПП (Минск)	ИНОБИТЕК, ООО (Воронеж)	

Готовое разрабатываемое программное решение может занять сегмент систем искусственного интеллекта для диагностических центров, стационаров, клиник, также применяться в амбулаторно-поликлинических учреждениях, медицинских научно-исследовательских учреждениях. Данные сегменты (системы искусственного интеллекта) рассматривались на наличие в программном обеспечении математического аппарата для диагностирования неврологических заболеваний и возможность адаптации системы для постановки диагноза других профилей. Преимущества и отличия разрабатываемой информационной системы относительно представленных и запатентованных МИС представлены в главе 1.

1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Данный анализ проведен с помощью оценочной карты, пример которой приведен в табл. 5. Для сравнения выбраны программные решения, представленные в главе 1.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок), технология расчета показателей представлены в полной версии пояснительной записки в таблице 5.

1.3. SWOT-анализ

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ представлен в приложении Е.

1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

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

Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации представлен в полной версии пояснительной записки в таблице 6.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации показала, что перспективность коммерциализации на данный момент выше среднего. Необходима большая проработка каждого из вопросов и требуется положительное заключение независимого эксперта. Вопрос о международном сотрудничестве и выхода на зарубежный рынок требует изучения. Необходимы поиск путей инвестирования в проект.

1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности.

Технология по которой ведется разработка программного обеспечения (в соответствии с данным проектом) гибкая и разрабатываемое ПО масштабируемое, разрабатываемое решение может быть доработано согласно требованиям заказчика, со временем могут быть расширены функциональные характеристики. Поэтому методом коммерциализации научных разработок выбрана торговля патентными лицензиями, т.е. передача третьим лицам права

использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе.

Лицензия на программное обеспечение – это правовой инструмент, определяющий использование и распространение программного обеспечения, защищенного авторским правом. Лицензия выступает гарантией того, что издателю ПО принадлежат исключительные права на программу.

Разработчик передает права и определяет ограничения на использование программного обеспечения, лицензии содержит условия, определяющие обязательства и ответственность для сторон лицензионного договора.

Достоинством данного метода является получение финансирования от заказчика при заключении подрядного договора, выручка от продажи лицензии, платежи от использования лицензиатом патента, возможность формирования собственного товарного знака.

2. Инициация проекта

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать. Устав научного проекта магистерской работы имеет следующую структуру:

1. Цели и результат проекта.

В данном разделе содержится информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в табл. 2

Таблица 2 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Сотрудник кафедры неврологии СибГМУ	Модель обработки данных. Результаты обработки имеющихся данных. Технологическое решение.
Врач-невролог	Возможность определения диагноза по обработанным результатам опросников здоровья, сокращение трудозатрат на обработку результатов, отслеживание изменения показателей в динамике (указаны в разделе в Главе 1 в пункте Ожидаемое решение), дополнительный метод диагностирования пациентов, с учетом факторов, которые можно выявить только с

	применением средств интеллектуальной обработки данных.
Население	Правильно диагностируемое заболевание и соответствующие меры принятые врачом для назначения лечения, определение факторов риска и рекомендации по их недопущению
Руководитель проекта	Применение результатов работы в научных исследованиях, поиск технологических решений для программного обеспечения, предназначенного для дополнительных методов диагностирования заболеваний пациентов специалистами.
Исполнитель	Разработка проектных решений для дополнительных методов диагностирования заболеваний пациентов специалистами. Изучение применяемых технологий для решения выявленной проблемы (заказчиком) и разработка решений, отличных от существующих. Предложение технологических решений. Применение результатов работы в научных исследованиях.
ТПУ	Созданный проект, обладающий научной новизной

В табл. 3 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта включают цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Подробно требования к проекту представлены в первой главе.

Таблица 3 – Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Разработка система поддержки принятия решений о постановке диагноза пациентам с неврологическими заболеваниями с целью определения склонности пациентов к неврологическим заболеваниям на основе данных опросников качества жизни и тревоги и депрессии.
Ожидаемые результаты проекта:	Применение средств интеллектуального анализа данных для поиска зависимостей в накопленных данных о состоянии здоровья пациентов. Применение результатов анализа для в качестве дополнительного метода диагностирования пациентов специалистом, отслеживание динамики показателей в течении периода наблюдения. Уменьшение времени на обработку необходимых показателей здоровья пациентов (полученных на основе опросников здоровья). Автоматизированная обработка результатов проведенного тестирования пациентов. Работа с ПО пациентами. Избежание ошибок при обработке результатов данных.

	Использование готового программного решения в практике врача (специалиста). Предложение видов работ для дальнейшего изучения и разработки решений. Возможность адаптации разрабатываемой СППР для определения склонности не только к неврологическим заболеваниям, но и к заболеваниям других профилей.
Критерии приемки результатов проекта:	Соответствие результатов проекта требованиям (представлены ниже). Описание применяемых методов для достижения результат. Руководство по работе с системой. Интуитивно-понятный интерфейс.
Требования к результату проекта:	Требование (подробно представлены в первой главе):
	Автоматизированная обработка результатов опросов
	Программное определение диагноза на основе рассчитанных показателей HADS и SF-36 на разных этапах периода наблюдения за пациентом, прогнозирование и динамика изменения показателей по опросникам
	Расчет популяционных значений показателей
	Расчет показателей опросников относительно разных популяционных показателей
	Возможность добавления новых опросников новых и правил определения диагнозов, прогнозирование изменения показателей в систему

2. Организационная структура проекта.

На данном этапе работы решены следующие вопросы: кто входит в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, а также прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эта информация представлена в табличной форме (табл. 4).

Таблица 4 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
	ФИО1	Исполнитель, автор проектных решений	Анализ требований. Выявление истинной потребности в создаваемой программе. Поиск применяемых технологий для решения проблемы. Определение механизма работы ПО.	673,6

			Выбор средств интеллектуального анализа данных. Проектирование компонентов ПО. Кодирование. Отладка компонентов. Представление результатов в виде отчетов, научных статей и докладов.	
	ФИО2	Руководитель проекта	Согласование плана проекта. Обеспечение исполнения плана проекта. Установление всех необходимых коммуникационных связей. Поддержка постоянной связи с заказчиком, разрешение всех возникающих у него вопросов и обеспечение получения всей необходимой информации от него для качественного выполнения работ по проекту.	32
	ФИО3	Эксперт, Консультант технических решений	Контролирование технических аспектов проекта. Помощь в решении проблем. Предоставление информации о применимости решений, предлагаемых исполнителем.	120
	ФИО4	Заказчик, Эксперт, Консультант по предметной области	Утверждение требований к ПО. Предоставление данных необходимых для реализации проекта	32
Итого:				857,6

В ходе реализации научного проекта, помимо магистранта (исполнитель), задействован ряд специалистов:

- Руководитель проекта – отвечает за реализацию проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность участников проекта.

- Заказчик проекта – участник проекта, формирующий цели проекта, ограничения проекта по срокам и затратам (бюджету). Он осуществляет укрупненный анализ проектов по показателям сроков, освоению затрат и финансированию.
- Эксперт проекта – специалист, обладающий компетенциями (специальными знаниями и опытом), которых нет у участников рабочей группы проекта и руководителя проекта. В магистерской работе эту роль выполняют консультанты.
- Исполнитель по проекту – специалист, выполняющий основные работы по проекту.

3. Ограничения и допущения проекта.

В рамках данного проекта к сроку окончания фазы проекта №6 (из табл. 10) допускается наличие программного решения: включающего базу знаний, сформированную не для всех выявленных возможных правил определения диагноза (определение нескольких диагнозов на основе 5 зависящих параметров состояния здоровья); определение прогноза показателей здоровья не менее, чем для двух первых этапов проведения обследования пациентов. Т.е. к данному сроку допускается наличие прототипа работы ПО.

3. Планирование управления научно-техническим проектом

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

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

2.4. Контрольные события проекта

В рамках данного раздела определены ключевые события проекта, определены их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Информация сведена в таблицу (табл. 5).

Таблица 5 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Сбор и формирование требований к разрабатываемой системе	30.01.2016	Отчет
2	Обзор литературы, средств интеллектуального анализа данных. Программные продукты	15.02.2016	Отчет
3	Выбор средств ИАД для решения задач, поиск зависимостей в имеющихся данных	14.03.2016	Отчет
4	Разработка проектных решений	29.03.2016	Отчет
5	Разработка системы поддержки принятия решений (прототип)	19.04.2016	Отчет
6	Тестирование прототипа. Предоставление результатов заказчику.	22.05.2016	Отчет
7	Технико-экономическое обоснование проекта. Оформление расчетно-пояснительной записки	24.05.2016	Отчет

2.5. План проекта

В рамках планирования научного проекта построен календарный график проекта. Линейный график представляется в виде таблицы (табл. 8).

Таблица 6 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Сбор и формирование требований к разрабатываемой системе	10	26.01.2016	08.02.2016	ФИО1, ФИО2, ФИО4
2	Обзор литературы, средств интеллектуального анализа данных. Программные продукты	15	09.02.2016	29.02.2016	ФИО1
3	Выбор средств ИАД для решения задач, Определение диагноза по имеющимся данным	14	01.03.2016	18.03.2016	ФИО1
4	Разработка проектных решений	16	21.03.2016	11.04.2016	ФИО1, ФИО3

5,6	Разработка системы поддержки принятия решений (прототип), тестирование	21	12.04.2016	10.05.2016	ФИО1
7	Оформление расчетно-пояснительной записки	12	11.05	24.05.2016	ФИО1
Итого:		88	26.01.2016	24.05.2016	

Определение трудоемкости выполнения ВКР

Трудоемкость выполнения разработки оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{р}$. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{р\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \text{ раб.дн.},$$

где $T_{р\ i}$ – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Разработка календарного плана работа

Объем выполнения проекта не велик, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

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

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

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

Таким образом:

$$k = 365 / (365 - 118) = 1,4778$$

Расчетная величина продолжительности работ T_k округлена до целых чисел. Расчетные данные сведены в таблицу 3, на основании которой построен календарный план-график.

Перечень работ и оценка трудоемкости каждой из работа приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень работ и оценка трудоемкости

Наименование работ	t_{\min} , чел-дни	t_{\max} , чел-дни	$t_{\text{ож}}$, чел-дни	Ч_i , чел	T_{pi} , раб. дни	$T_{\text{кд}}$, дни
Сбор и формирование требований к разрабатываемой системе	10	16	12,4	2	6,2	9,187
Обзор литературы, средств интеллектуального анализа данных. Программные продукты	15	22	17,8	1	17,8	26,376
Выбор средств ИАД для решения задач, Определение диагноза по имеющимся данным	14	17	15,2	1	15,2	22,523
Разработка проектных решений	16	20	17,6	2	8,8	13,04
Разработка системы поддержки принятия решений (прототип), тестирование	21	26	23	1	23	34,081
Оформление расчетно-пояснительной записки	12	15	13,2	1	13,2	19,56
Итого	88	116	99,2	8	84,2	124,77

Линейный график работ по разработке информационной системы строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 2 (рисунок 1).

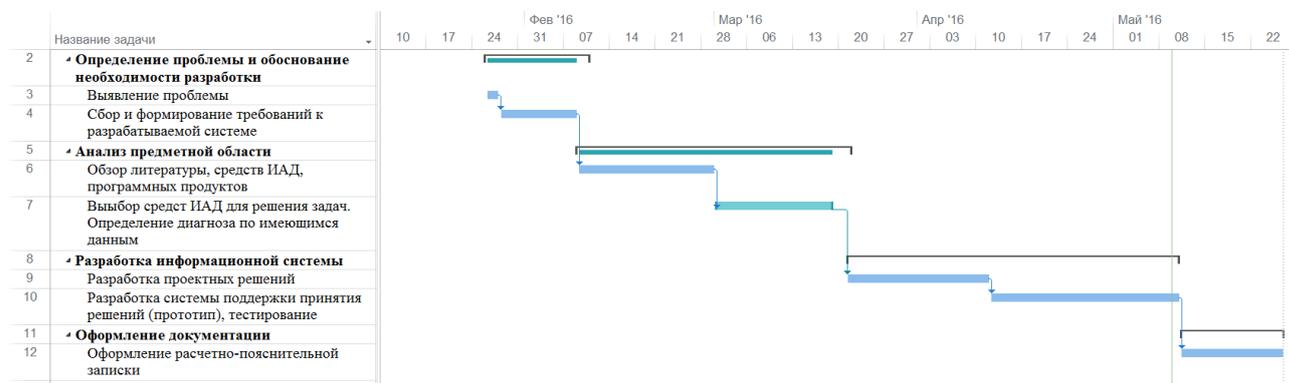


Рисунок 1 – Календарный план-график проведения работ по теме

2.6. Бюджет научного исследования

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице (табл. 14). Планирование бюджета подробнее представлена в полной версии пояснительной записки.

Затраты на материалы

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение. Материалы необходимые для данной разработки указаны в таблице 8.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расхи}} \quad (7)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расхи}}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 8 – Затраты на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Офисная бумага (А4)	Упаковка	1	220	220
Картридж для принтера	Штук	0,3	2000	600
Транспортно-заготовительные расходы (10%)				82
Итого				902

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Лицензия на Oracle Database Express Edition 11g не требуется, предоставляется бесплатно компанией Oracle. RapidMiner пробная версия предоставляется компанией бесплатно.

Таблица 9 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб. (в месяц)	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	Лицензия на антивирусное ПО	1	158	790
2	Лицензия на MS Office	1	100	500
Итого				1290

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле

$$C_{\text{эл}} = C_{\text{эл}} * P * F_{\text{об}} \quad (1)$$

где $C_{эл}$ – тариф на промышленную электроэнергию - (2,6 руб/кВт·ч (тариф – одна ставка);

P – мощность оборудования кВт/ч;

$F_{об}$ – время использования оборудования;

$F_{об1} = 84 \text{ дн.} \cdot 8 \text{ ч.} = 672 \text{ ч.}$ – время для инженера

$F_{об2} = 15 \text{ дн.} \cdot 8 \text{ ч.} = 120 \text{ ч.}$ – время для научного руководителя в рамках ВКР

$C_{эл} = 2,6 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч} \cdot 0,4 \text{ кВт} \cdot 672 \text{ ч.} + 2,6 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч} \cdot 0,4 \text{ кВт} \cdot 120 \text{ ч.} = 823,68 \text{ руб.}$

Основная заработная плата

Основную заработную плату можно рассчитать по формуле:

$$C_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (9)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (10)$$

где Z_m – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Результаты расчета действительного годового фонда приведены в таблице 4.

Таблица 10 – Годовой фонд рабочего времени

Показатели рабочего времени, дни	Руководитель	Инженер
Дней в году по календарю	366	366
Нерабочие дни		
Выходные и праздничные дни	119	119

Планируемые потери отпуска	48	24
Действительный годовой фонд	1592	1784

Затраты на оплату труда студента-выпускника условно определяются как оклад инженера кафедры в соответствии с 1 квалификационным уровнем (9893,56 руб.), затраты на оплату труда (оклад) руководителя составляет (23264,86 руб.) без учета районного коэффициента

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 11 – Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Среднедневная зар. плата $C_{зп}$ (руб.)	Трудоемкость (t_i), чел-дни	Затраты на зар. плату (руб.)
Инженер	645,97	84	54261,48
Руководитель проекта	1215,85	15	18237,75
Итого			72499,23

Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает в себя заработную плату за неотработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Дополнительной заработной платой ведется по следующей формуле и рассчитывается только для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 * 8941,41 = 2735,67 \text{ руб.}$$

Таблица 12 – Затраты на заработную плату

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	18237,75	54261,48
Дополнительная зарплата	2735,67	
Итого по статье Сзп	20973,42	54261,48

Социальный налог

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (13)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 * (72499,23 + 2735,67) = 22570,47 \text{ руб.}$$

Научные и производственные командировки

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – 500 руб./день.

Таблица 13 – Командировочные расходы

Число дней командировки	7
Оплата за проживание = стоимость гостиницы кол-во дн.	9 100р.
Авиабилеты	28 000р.
Суточные (кол-во дней * стоимость чч)	3 500р.
Итого:	37 100р.

Амортизационные расходы

Амортизационные отчисления рассчитываются линейным способом по формуле:

$$Z_{\text{ам}} = \frac{Z_{\text{перв}}}{T_{\text{п.и}}}, \quad (5.18)$$

где $Z_{\text{ам}}$ – ежегодная сумма амортизационных отчислений

$Z_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость объекта (стоимость приобретения оборудования), $Z_{\text{перв}} = 70000$ руб.;

$T_{п.и}$ – срок полезного использования оборудования в годах, $T_{п.и} = 5$ лет;

Итак, затраты на амортизационные отчисления в год составляют:

$$Z_{ам} = \frac{70000}{5} = 14000 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей 4,5,6,7,8}) \cdot k_{нр}, \quad (14)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов 50%.

$$Z_{накл} = (134905,37) \cdot 0,5 = 56167,45$$

Таблица 14 Группировка затрат по статьям

№ п/п	Статья затрат	Значение, руб.
1.	Затраты на материалы	902
2.	Затраты на спецоборудование для научных работ	1290
3.	Затраты на электроэнергию	823,68
4.	Основная заработная плата	72499,23
5.	Дополнительная заработная плата	2735,67
6.	Социальный налог	22570,47
7.	Платежные документы	37100
8.	Регистрация авторское права	15000
9.	Амортизационные расходы	4867,55
10.	Прочие расходы	72452,69
	Себестоимость НИТ	232241,285

Таким образом, расходы на разработку составили $Z = 232241,285$

2.7. Организационная структура проекта

В качестве организационной структуры выбрана проектная структура (рис 2).

Критерии выбора: степень неопределенности условий реализации проекта (высокая), технология проекта (новая), сложность проекта (высокая), Взаимозависимость между отдельными частями проекта (высокая), взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня (низкая).



Рисунок 2 – Проектная структура проекта

2.8. Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта сформирована матрица ответственности.

Таблица 15 – Матрица ответственности

Этап проекта	Исполнитель		Заказчик
	Инженер	Руководитель	
Сбор и формирование требований к разрабатываемой системе	И	О, К	К
Обзор литературы, средств интеллектуального анализа данных. Программные продукты	И, О	К	
Выбор средств ИАД для решения задач, Определение диагноза по имеющимся данным	И,О	К	
Разработка проектных решений	И	О, К	
Разработка системы поддержки принятия решений (прототип)	И	О	
Внедрение	И	О	

О – ответственный; И – исполнитель; К – консультант

2.9. План управления коммуникациями проекта

Таблица 16 – Управление коммуникациями

№	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1	Статус проекта	Руководитель проекта	Заказчику	По контрольным датам проекта
2	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Раз в две недели (пятница)
3	Обмен информацией о текущем	Руководитель проекта	Заказчику	По мере выполнения проекта, не позже наступления

	состоянии проекта и технологических решениях			следующего зависящего этапа по плану проекта
4	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану проекта

2.10. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски при разработке для последующей реализации включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Таблица 17 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Отсутствие клиентов (заказчиков)	Отсутствие выручки, прекращение деятельности по реализации проекта	2	5	Средний	Реклама, анализ рынка сбыта, работа с потенциальными заказчиками	Не востребованность разрабатываемого программного продукта, неоправданные результаты использования данного технического решения, отсутствие сопровождения ПО исполнителями
2	Невыполнение заказа к заданному сроку	Сбой последующих планов работ, расторжение контракта заказчиком, возникновение убытков	2	2	низкий	Планирование времени выполнения работы с учетом времени на устранение нештатных ситуаций, своевременное оповещение об	Увеличение числа заказов, болезнь сотрудников, сбой оборудования, потеря данных

						опоздании сроков выполнения заказа	
3	Сбой оборудования (сбой ОС, короткое замыкание, неисправности техники и др. ошибки)	Увеличение времени выполнения заказа и соответствующие ему воздействия (стр. 2), затраты на новое оборудование	3	4	средний	Источники бесперебойного питания, средства восстановления системы, быстрое восстановление системы, Использование лицензионного ПО	Техногенный фактор (гроза и др.), использование оборудования не по прямому назначению
4	Потеря данных	Ответственность перед заказчиком, выполнение работы с начала (с момента не сохранения данных), воздействия в результате невыполнения заказа к заданному сроку (стр. 2)	2	2	Низкий	Резервное копирование данных (сетевой диск, переносной жесткий диск, эл. почта, флеш-накопители), средства информационной защиты	Хищение информации злоумышленниками, последствия сбоя оборудования, Человеческий фактор (во время выполнения производственной деятельности исполнителя)
5	Отсутствие оплаты со стороны заказчика	Возникновение убытков у исполнителя	4	4	высокий	Невыполнение заказа без оплаты, заключение контракта и его двустороннее соблюдение, введение предоплаты (например, 50% от суммы платежа)	Нарушение контракта со стороны исполнителей
6	Изменение требований	Поиск новых технологических решений,	4	3	Средний	Сохранение каждой проработанной стадии в	Появление новых требований к готовому решению заказчика,

	й заказчика	увеличение затрат на разработку, увеличение сроков выполнения заказа				отдельном файле, использован ие систем контроля версий	несоответствие желаемых требований действительным на этапе апробации технического решения заказчиком
--	-------------	--	--	--	--	--	--

3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, сериальной и экономической эффективности исследования

3.1. Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cash flow). Для оценки общей экономической эффективности инноваций в качестве основных показателей применяется показатели, представленные в таблице 19.

Таблица 18 – План денежных потоков

		Номер шага (периода)расчета (t)					
		0	1	2	3	4	5
Операционная деятельность							
1	Выручка	0	360000	420000	480000	540000	600000
2	Полные текущие издержки	0	-328281	-343191	-398796	-452315	-498965
3	Прямые материальные затраты		-2192	-2192	-2192	-2192	-2192
4	ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды	0	-190210	-200450	-236520	-271000	-301100
5	Затраты на электроэнергию	0	-823,68	-823,68	-823,68	-1123	-1123
6	Общепроизводственные расходы	0	-17300	-17000	-18000	-19000	-20000
7	Амортизационные отчисления	0	-14000	-14000	-14000	-14000	-14000
8	Прочие расходы (стр4+стр6)	0	-103755	-108725	-127260	-145000	-160550
9	Денежный поток от производственной(операционной деятельности)	0	31719,32	76809,32	81204,32	87685	101035
Инвестиционная деятельность							
10	Капиталовложения	-232241	0	0	0	0	0
11	Сальдо от инвестиционной деятельности	232241	0	0	0	0	0
12	Сальдо суммарного потока (п9+п11)	-232241	31719,32	76809,32	81204,32	87685	101035
13	Сальдо накопительного потока (-232241	-200521,7	123712,4	-42508	45176,96	146212
14	Кэф-т дисконтирования при ставке дохода 10%	1	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
15	Дисконтированное сальдо суммарного потока стр12*стр14	-232241,0	28835,7	76809,3	81204,3	87685,0	101035,0
	Дисконтированное сальдо нарастающим итогом	-232241,0	-203405,3	126595,9	-45391,6	42293,4	143328,4
16	Дисконтирование инвестиции стр10*стр14	-232241	0	0	0	0	0

Таблица 19 – Показатели экономической эффективности

Чистый доход	ЧД	146211,96 р
Чистый дисконтированный доход	ЧДД сумма стр 15	143328,4 р
Потребность в финансировании	ПФ максимальное отрицательное из строки 13	232241,0 р
"расстояние" от начала периода до момента окупаемости	t	0,4847812
Срок окупаемости		4,48 лет
Индекс доходности инвестиции	ИД = 1+ЧД/К	1,62957
Дисконтированный индекс доходности	ИДД = 1+ЧДД/ДК	1,6171537
Сумма дисконтированных инвестиций	ДК Сумма стр 18 по модулю	232241,0
Точка безубыточности	Величина постоянных издержек / (стоимость единицы продукции – величина переменных издержек на единицу продукции)	$70000/(60000 - 1951547/40) = 6,24$

Так как ЧДД > 0, то ИДД > 1

Момент окупаемости проекта также определяется на основании данных в строке 13 таблицы. Из нее видно, что он лежит внутри периода 4, так как в конце периода 3 сальдо накопленного потока < 0, а аналогичное сальдо в конце периода 5 больше 0.

Внутренняя норма доходности (ВНД) характеризует внутреннюю норму рентабельности инвестиционного проекта. Внутренней нормой доходности называется такое положительное число $E_{\text{внутр}}$, при котором в случае установления нормы дисконта равняющейся $E_{\text{внутр}}$, чистый дисконтированный доход проекта обращается в 0. В результате ВНД=16,12%. Это еще раз подтверждает эффективность проекта, так как ВНД > E.

Одним из наиболее распространенных показателей степени устойчивости проекта является уровень безубыточности.

Под «безубыточным» понимается объем продаж, при котором чистая прибыль становится равной нулю.

Таблица 20 – Расчет безубыточности

№	Показатель, млн.руб	Номер шага (периода) расчета (t)				
		1	2	3	4	5
1	Выручка без НДС	360000	420000	480000	540000	600000
2	Полные текущие издержки	328280,7	343190,7	398795,7	452315	498965
3	Переменные издержки	314280,7	329190,7	384795,7	438315	484965
4	Прямые материальные затраты	2192	2192	2192	2192	2192
5	ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды	190210	200450	236520	271000	301100
6	Силовая энергия	823,68	823,68	823,68	1123	1123
7	Общепроизводственные расходы	17300	17000	18000	19000	20000
8	Условно переменные издержки (ФОТ+Общепроизводст)	103755	108725	127260	145000	160550
9	Постоянные издержки	14000	14000	14000	14000	14000
10	Амортизационные отчисления	14000	14000	14000	14000	14000
11	Уровень безубыточности УБт[(ПолныеТекущИзд-УсловноПеременные)/(Выручка-УсловноПеремен}]	0,88	0,75	0,77	0,78	0,77

После освоения проектных мощностей уровень безубыточности ненамного превышает устойчивый уровень проекта, что не является тревожным признаком нериализуемости проекта.

Из проведенных расчетов можно заключить, что устойчивость проекта особых подозрений не вызывает.

3. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (23)$$

где I_m - интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Таблица 21 – Интегральный финансовый показатель

		Разработка (проект)	Аналог 1	Аналог 2
Интегральный финансовый показатель	$I_{\Phi} = \Phi_i / \Phi_{max}$	0,52561	0,75	0,875
	Φ_{pi}	210244	300000	350000
	Φ_{max}	400000	400000	400000

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (24)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения

Расчет интегрального показателя представлен в таблице, которая представлена в пояснительной записке в таблице 24.

Интегральный показатель эффективности разработки (I_m^p) и аналога (I_m^a) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\Phi}^p = \frac{I_m^p}{I_{\Phi}^p}, \quad I_{\Phi}^a = \frac{I_m^a}{I_{\Phi}^a} \quad (25)$$

Расчет интегрального показателя эффективности разработки представлен в полной версии пояснительной записки в таблице 25.

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (26)$$

где \mathcal{E}_{cp} – сравнительная эффективность проекта; $I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{cp} = 8,80881262/3,84 = 2,293962$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в полной версии пояснительной записки в таблице 26.

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Вывод

Процесс управления любым проектом охватывает три периода: разработка проекта, организационное управление проектом; и функциональное управление проектом. В процессе освоения проектного метода основной акцент ставится на этап разработки проектом, цель которого и состоит в том, чтобы сформулировать его концепцию, разобрать его основные структурные элементы, провести анализ и сформировать план проекта. Оценка коммерческого потенциала и перспективность проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения показала, что проект имеет коммерческий потенциал, продукт востребован рынком, имеет конкурентоспособную стоимость. Определены ресурсная (ресурсосберегающая), финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективности исследования, и выявлено что текущий проект является более эффективным вариантом решения задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Список публикаций

1. **Шагарова, М. Д.** Проблемы экспорта данных в Oracle Application Express [Электронный ресурс] / М. Д. Шагарова; науч. рук. Е. Е. Мокина // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г.Томск, 25-26 марта 2015 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики ; ред. кол. А. В. Лиепиньш [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 220-221].
2. **Шагарова, М. Д.** Подходы к проектированию информационной системы поддержки медико-психологических исследований [Электронный ресурс] = Approaches to design of information system for support of medico-psychological studies / М. Д. Шагарова // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов II Международной конференции, 19-22 мая 2015 г., Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; ред. кол. О. Г. Берестнева [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 905-907].

Диплом III степени (Приложение)

3. Мокина Е.Е., Марухина О.В., Шагарова М.Д. Подходы к разработке информационной системы поддержки формирования документов при оказании высокотехнологичной медицинской помощи. // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2–9. — С. 1857-1861; URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10006589 (дата обращения: 24.06.2015)
4. **Шагарова, М. Д.** Место средств Data Mining в системе поддержки принятия решения в области медико-психологических исследований [Электронный ресурс] / М. Д. Шагарова, Е. Е. Мокина // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г.: в 2 т. / Национальный исследовательский Томский

- политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК) ; под ред. Т. Е. Мамоновой [и др.]. — 2016. —Т. 2. — [С. 246-247].
5. Шагарова М.Д. Формирование базы знаний системы поддержки принятия решений медицинских исследований // XIII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», март 2016
 6. Мокина Е.Е., Марухина О.В., Шагарова М.Д., Дубинина И.А. Использование методов Data Mining при принятии медицинских диагностических решений // Фундаментальные исследования, май 2016.
 7. Шагарова М.Д. Использование программного обеспечения для анализа медицинских данных // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов III Международная научная конференция, 23-26 мая 2016 г., Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)
 8. Elena Mokina, Olga Marukhina, Mariya Shagarova. Applying Data Mining Techniques When Making Medical Dignostic Decision