

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки Прикладная информатика

Кафедра Оптимизации систем управления

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы	
Система поддержки принятия решений для диагностирования кардиологических заболеваний пациентов, перенёсших острый инфаркт миокарда	
УДК <u>004.931.4</u>	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8KM41	Верхотурова Ариадна Эдуардовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ОСУ	Чудинов И.Л.	к. т.н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Антонова И.С.	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и жизнедеятельности	Пустовойтова М.И.	к.х.н. доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оптимизации систем управления	Иванов М.А.	к.т.н. доцент		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ компетенции	
ПК-1	Способен использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности.
ПК-2	Способен при решении профессиональных задач анализировать социально-экономические проблемы и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.
ПК-3	Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности и эксплуатировать современное электронное оборудование и информационно-коммуникационные технологии в соответствии с целями образовательной программы бакалавра.
ПК-4	Способен ставить и решать прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.
ПК-5	Способен осуществлять и обосновывать выбор проектных решений по видам обеспечения информационных систем.
ПК-6	Способен документировать процессы создания информационных систем на всех стадиях жизненного цикла.
ПК-7	Способен использовать технологические и функциональные стандарты, современные модели и методы оценки качества и надежности при проектировании, конструировании и отладке программных средств.
ПК-8	Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе, участвовать в реинжиниринге прикладных и информационных процессов.
ПК-9	Способен моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы.
ПК-10	Способен применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы.
ПК-11	Способен принимать участие в создании и управлении ИС на всех этапах жизненного цикла.
ПК-12	Способен эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы.
ПК-13	Способен принимать участие во внедрении, адаптации и настройке прикладных ИС.
ПК-14	Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп, презентовать результаты проектов и обучать пользователей ИС.
ПК-15	Способен проводить оценку экономических затрат на проекты по информатизации и автоматизации решения прикладных задач.
ПК-16	Способен оценивать и выбирать современные операционные среды и информационно-коммуникационные технологии для информатизации и автоматизации решения прикладных задач и создания ИС.
ПК-17	Способен применять методы анализа прикладной области на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях.

ПК-18	Способен анализировать и выбирать методы и средства обеспечения информационной безопасности.
ПК-19	Способен анализировать рынок программно-технических средств, информационных продуктов и услуг для решения прикладных задач и создания информационных систем.
ПК-20	Способен выбирать необходимые для организации информационные ресурсы и источники знаний в электронной среде.
ПК-21	Способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.
ПК-22	Способен готовить обзоры научной литературы и электронных информационно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности.
Универсальные компетенции	
ОК-1	Способен использовать, обобщать и анализировать информацию, ставить цели и находить пути их достижения в условиях формирования и развития информационного общества.
ОК-2	Способен логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, владеть навыками ведения дискуссии и полемики.
ОК-3	Способен работать в коллективе, нести ответственность за поддержание партнерских, доверительных отношений.
ОК-4	Способен находить организационно-управленческие решения и готов нести за них ответственность.
ОК-5	Способен самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, стремится к саморазвитию.
ОК-6	Способен осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
ОК-7	Способен понимать сущность и проблемы развития современного информационного общества.
ОК-8	Способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях.
ОК-9	Способен свободно пользоваться русским языком и одним из иностранных языков на уровне, необходимом для выполнения профессиональных задач.
ОК-10	Способен использовать методы и средства для укрепления здоровья и обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
ОК-11	Способен уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия.
ОК-12	Способен использовать Гражданский кодекс Российской Федерации, правовые и моральные нормы в социальном взаимодействии и реализации гражданской ответственности.
ОК-13	Способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.

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

Институт Направление Кафедра	Институт кибернетики прикладная информатика оптимизации систем управления
------------------------------------	---

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ОСУ

(подпись) (дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8KM41	Верхотуровой Ариадне Эдуардовне

Тема работы:

Система поддержки принятия решений для диагностирования кардиологических заболеваний пациентов, перенёсших острый инфаркт миокарда	
утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ от 24.03.2016 №2271/с

Срок сдачи студентом выполненной работы	8 июня 2016 г.
---	----------------

Исходные данные к работе:

<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1.Рекомендации по диагностике и лечению сердечно-сосудистых заболеваний. 2.Джарратано Д. “Экспертные системы, принципы разработки и программирование”
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой</i>	1. Обзор литературных источников
---	----------------------------------

области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)	2. Обзор существующих методов для реализации систем поддержки принятия решений 3. Проектирование и реализация экспертной системы 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность Приложение А. An overview of knowledge based expert system development tools
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Презентация в Microsoft PowerPoint

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Антонова И.С
Социальная ответственность	Пустовойтова М.И.
Приложение А. An overview of knowledge based expert system development tools	Чердынцев Е.С.

Название разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Обзор инструментальных средств по теме ВКР (Приложение А)

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры оптимизации систем управления	Чудинов Игорь Леонидович	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ41	Верхотурова Ариадна Эдуардовна		

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

Институт институт кибернетики
 Направление прикладная информатика
 Уровень образования магистратура
 Кафедра оптимизации систем управления

Период выполнения весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы: выпускная квалификационная работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	8 июня 2016 г.
--	----------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) /вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Анализ предметной области</i>	25
	<i>Проектирование экспертной системы</i>	30
	<i>Программная реализация системы</i>	25
	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
	<i>Социальная ответственность</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ОСУ	Чудинов И.Л.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оптимизации систем управления	Иванов М.А.	к т.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 129 с., 14 рисунков, 42 таблицы, 60 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: экспертная система, постановка диагноза, сердечно-сосудистые заболевания, логический вывод, продукционная модель знаний.

Объектом исследования являются алгоритмы логического вывода для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

Цель работы - разработка экспертной системы для проведения диагностики пациента с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была спроектирована программная система по диагностике пациентов и реализована в среде NetBeans на языке Java с разработкой модуля экспертной системы на CLIPS.

Область применения работы – применение в лечебном процессе в области кардиологии (диагностирование заболеваний, связанных с ишемической болезнью сердца, оценка уровня сердечно-сосудистого риска, целевых уровней факторов риска).

В будущем возможно расширение базы знаний для выявления индивидуальных рекомендаций для пациента, так же возможно подключение к сторонним источникам данных для организации автоматического мониторинга состояния пациента.

Оглавление

Введение.....	12
Глава 1. Анализ предметной области.....	14
1.1 Описание предметной области.....	14
1.2 Методы определения риска сердечно-сосудистых осложнений и постановки диагноза	16
1.2.1 Шкала оценки суммарного риска ССО Framingham.....	18
1.2.2 Шкала оценки суммарного риска ССО SCORE	18
1.2.3 Стратификация риска	20
1.2.4 Определение целевых уровней риска	21
1.3 Формирование требований к системе.....	21
1.4. Анализ существующих решений проблемы по литературным источникам.....	22
1.5. Анализ существующих практических решений	24
1.5.1 Системы удаленной диагностики с использованием электрокардиографии (СУДсЭ).....	25
1.5.2 Системы поддержки принятия решений (СППР).....	28
1.5.3 Информационно-аналитические МИС (ИА МИС).....	30
1.5.4 Сравнение существующих МИС.....	32
1.6. Выбор методологии разработки СППР	34
1.6.1. Статистические методы	34
1.6.2. Интеллектуальные методы.....	35
1.6.3. Экспертные методы	36
1.7. Вывод по главе.	37
Глава 2. Проектирование экспертной системы	Ошибка! Закладка не определена.
2.1. Постановка задачи	Ошибка! Закладка не определена.

2.2. Требования к программному обеспечению **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3. Проектирование программного обеспечения **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.1. Диаграмма вариантов использования **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.2. Диаграмма последовательности **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.3. Диаграмма активности ... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3.4. Диаграмма классов..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4. Проектирование базы данных **Ошибка! Закладка не определена.**

2.5. Проектирование базы знаний **Ошибка! Закладка не определена.**

2.5.1. Источники знаний..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.5.2. Определение алгоритма описания знаний **Ошибка! Закладка не определена.**

2.6. Вывод по главе **Ошибка! Закладка не определена.**

Глава 3. Программная реализация системы **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1. Выбор инструментальных средств **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1.1. Выбор языка и платформы для программирования .. **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1.2. Выбор СУБД..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1.3. Выбор средства реализации модуля экспертной системы **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2. Реализация функций программной системы **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2.1. Диагностирование заболеваний **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2.2. Оценка сердечно-сосудистого риска **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3. Графический интерфейс пользователя **Ошибка! Закладка не определена.**

3.4. Вывод по главе **Ошибка! Закладка не определена.**

Раздел 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..... 38

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования 38

4.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 39

4.3. SWOT-анализ..... 40

4.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации 41

4.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования..... 42

4.6. Инициация проекта..... 44

4.6.1. Иерархическая структура работ проекта..... 45

4.6.2. Контрольные события проекта..... 46

4.6.3. План проекта 46

4.7. Бюджет научного исследования..... 48

4.7.1. Основные производственные фонды 48

4.7.2. Расчет основной заработной платы..... 48

4.7.3. Расчёт дополнительной заработной платы 49

4.7.4. Расчет затрат на электроэнергию 49

4.7.5. Расчет прочих расходов	50
4.7.6. Расчет бюджета проекта.....	51
4.8. Организационная структура проекта	51
4.9. Матрица ответственности	51
4.10. Реестр рисков проекта	51
4.11. Оценка абсолютной эффективности исследования.....	52
4.12. Оценка сравнительной эффективности исследования.....	56
4.13. Вывод по разделу	57

Раздел 5. Социальная ответственность **Ошибка! Закладка не определена.**

5.1. Введение..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2. Техногенная безопасность **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2.1. Анализ вредных и опасных производственных факторов
..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2.2. Производственные метеоусловия **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2.3. Виброакустические факторы **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2.4. Производственное освещение **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2.5. Электромагнитные поля. **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2.6. Электробезопасность..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3. Региональная безопасность.. **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3.1. Защита селитебной зоны **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3.2. Защита воздушного бассейна **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3.3. Защита литосферы **Ошибка! Закладка не определена.**

5.4. Организационные мероприятия обеспечения безопасности
Ошибка! Закладка не определена.

5.4.1. Охрана труда для операторов и пользователей ПК...**Ошибка!**
Закладка не определена.

5.4.2. Требования безопасности во время работы**Ошибка!**
Закладка не определена.

5.4.3. Пожарная безопасность **Ошибка! Закладка не определена.**

Заключение **Ошибка! Закладка не определена.**

Список использованной литературы**Ошибка! Закладка не определена.**

Приложение А **Ошибка! Закладка не определена.**

Приложение Б..... **Ошибка! Закладка не определена.**

Введение

Согласно статистике Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире: ни по какой другой причине ежегодно не умирает столько людей, сколько от ССЗ. По оценкам, в 2012 году от ССЗ умерло 17,5 миллиона человек, что составило 31% всех случаев смерти в мире. [1]

В структуре смертности от ССЗ на долю ишемической болезни сердца (ИБС) приходится 47%, на долю мозгового инсульта – 39%. Если в течение последних 20 лет в странах Запада отмечается устойчивая тенденция к снижению смертности от ИБС и мозгового инсульта, то в России, напротив, отмечается рост ее абсолютных величин. Ежегодно в России от ССЗ умирают более одного млн. человек (примерно 700 человек на 100 тысяч населения). [1]

Таким образом, ССЗ - это важная медико-социальная проблема. Очевидно, что проблема профилактики и лечения ССЗ является не только государственной стратегией отдельной страны, но и общемировой задачей. Своевременная диагностика и определение предрасположенности к ОИМ является приоритетной задачей врача при наблюдении пациентов с ССЗ.

Так как проблема ССЗ является релевантной по этой тематике проводится большое количество исследований в смежных направлениях, в том числе в области информационных технологий.

В г. Томск с 1988 года реализуется эпидемиологическая программа ВОЗ – регистр острого инфаркта миокарда (РОИМ), предусматривающая ведение базы данных о случаях острого инфаркта миокарда. В 2016 г. в рамках инновационного кластера «Фармацевтика, медицинская техника и информационные технологии Томской области» вводится в действие информационная система мониторинга состояния больных, перенесших ОИМ или приступ стенокардии. Данная система предусматривает оперативный учет основных показателей состояния больных путём самостоятельного ведения записей пациентом. Текущие направления исследований позволяют

формировать ретроспективные данные, которые могут использоваться для анализа. Однако в данном случае не решается задача диагностирования пациентов, хотя данная задача очень трудоёмка, требует наличия сложных знаний у практикующего врача, качественной информации о пациенте и эффективной организации труда врачебного персонала. По данным в РОИМ в г. Томск нуждается в регулярном мониторинге более 10 000 пациентов с выявленными ССЗ, а врачебный состав насчитывает около 100 врачей кардиологов.

Целью данной работы является исследование и обоснование методов для мониторинга и диагностирования сердечно-сосудистых заболеваний пациентов, имеющих высокий риск ИБС либо перенесших острый коронарный синдром (ОКС) и разработка прототипа информационной системы, позволяющей реализовывать указанный функционал.

В рамках указанной цели были поставлены основные задачи исследования:

1. Анализ существующих подходов к решению задачи;
2. Обоснование применения выбранного подхода;
3. Проектирование и реализация прототипа информационной системы поддержки принятия решений.

Научная новизна исследования заключается в применении экспертного метода представления знаний в рамках решения задачи диагностирования и мониторинга пациентов кардиологии и разработки новой системы поддержки принятия решений.

Практическая значимость работы заключается в разработке информационной системы позволяющей, врачу-кардиологу принимать решение о наличии риска к ССЗ у пациента, основываясь на заложенных в систему экспертных знаниях, проводить мониторинг уровня риска во времени, а также диагностировать заболевания в области кардиологии.

Глава 1. Анализ предметной области

1.1 Описание предметной области

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) представляет собой обусловленное расстройством коронарного кровообращения поражение миокарда, возникающее в результате нарушения равновесия между коронарным кровотоком и метаболическими потребностями сердечной мышцы. Иными словами, миокард нуждается в большем количестве кислорода, чем его поступает с кровью. ИБС может протекать остро (в виде инфаркта миокарда), а также хронически (периодические приступы стенокардии).[5]

Острый коронарный синдром – любая группа клинических признаков или симптомов, позволяющих подозревать нестабильную стенокардию или острый инфаркт миокарда (ОИМ). [5] Термин ОКС, не являясь диагнозом, может быть использован при первом контакте врача с больным и предполагает ведение больного с ОКС как с ОИМ или нестабильной стенокардией.

Стенокардия — это одна из форм ишемической болезни сердца. Непосредственной причиной болезни является атеросклероз артерий сердца, при котором просвет сердечных сосудов сужен атеросклеротическими бляшками (отложениями холестерина в стенке артерии), и сердце получает недостаточное количество крови, то есть находится в состоянии кислородного голодания, что сопровождается приступами боли в сердце. Выделяют несколько форм стенокардии: стабильная, нестабильная, а также стенокардия покоя и стенокардия напряжения.[5]

Острый инфаркт миокарда (ОИМ) - проявление острой фазы ишемической болезни сердца - ухудшение или прекращается доставки кислорода к сердечной мышце, вследствие чего участок тканей сердца называемый миокардом отмирает. Ежегодно на планете госпитализируются более четырех млн. больных с острым инфарктом миокарда (ОИМ) или нестабильной стенокардией (НС). Обращаемость на станции скорой

медицинской помощи по поводу заболеваний сердечно-сосудистой системы постоянно увеличивается и колеблется от 23 до 52% в городах разного типа. Более чем у сорока процентов умерших на догоспитальном этапе (ДГЭ) при патологоанатомическом исследовании обнаруживают недиагностированный ОИМ. В среднем примерно треть случаев ОИМ - это смерть до госпитализации, в основном в течение первого часа после появления симптомов. [1]

Одна из причин высокой смертности от ОИМ – отсутствие эффективных мер по первичной и вторичной профилактике сердечно-сосудистых осложнений, которые обеспечивают своевременное выявление и коррекцию факторов риска (ФР). Опыт системы здравоохранения зарубежных стран, комплексный подход к оценке ФР и их коррекции способствуют достоверному снижению количества сердечно-сосудистых катастроф.[1] В 90-х гг. XX века сформулирована концепция суммарного сердечно-сосудистого риска, суть которой заключается в комплексном подходе к оценке прогнозируемого риска развития сердечно-сосудистых осложнений. За последние годы концепция суммарного сердечно-сосудистого риска нашла отражение в национальных рекомендациях по артериальной гипертензии и атеросклерозу, подготовленных экспертной комиссией Всероссийского научного общества кардиологов. Однако в практической медицине, вследствие сложности расчёта и поддержания актуальности показателей, концепция суммарного риска применяется довольно пассивно.

К наиболее распространённым методам неинвазивного наблюдения сердечно-сосудистой системы пациентов относят:

1. Анамнез и физикальное обследование, фиксация основных показателей (образ жизни и факторы риска пациента, наблюдаемые симптомы и общее состояние);

2. Лабораторные исследования, исследование основных биохимических маркеров, анализ клеточного состава крови, уровень холестерина и сахара и т.п.;

3. Электрокардиограмма (ЭКГ) исследование отклонений в режимах работы сердечной мышцы с использованием регистрации электрических сигналов через наложение электродов в нескольких отведениях, является одним из основных функциональных методов диагностирования ОИМ;

4. Нагрузочные тесты – фиксация таких показателей работы сердца, как частота сердечных сокращений (ЧСС) уровни систолического и диастолического давления, в покое и при физической нагрузке (ФН) для определения уровня работы сердца в стрессовых ситуациях, выявления стенокардии;

5. Ультразвуковое исследование сердца (ЭхоКГ) - исследование акустических феноменов, для выявления степени нарушения функции сердца, изменения размеров полостей, состояния клапанов сердца.

1.2 Методы определения риска сердечно-сосудистых осложнений и постановки диагноза

Оценка сердечно-сосудистого риска в рамках установленных рекомендаций всероссийского общества кардиологов может проводиться в двух направлениях:

1. Мониторинг уровня риска пациента, с целью воздействия на основные ФР и принятия мер по его снижению.

2. Оценка риска пациента при диагностировании ОИМ для принятия решения о стратегии работы с пациентом (назначении дополнительных диагностических мероприятий).

В развитии и прогрессировании ССЗ ведущую роль играют ФР - различные характеристики, способствующие развитию и прогрессированию этой группы заболеваний. Все ФР можно разделить на две подгруппы:

немодифицируемые, воздействовать на которые невозможно, и модифицируемые, поддающиеся, как немедикаментозной, так и медикаментозной коррекции [5].

По данным ВОЗ, в развитии преждевременной смертности от ССЗ существенную роль играют 3 ФР: артериальная гипертензия, курение и гиперхолестеринемия. Однако новые проводимые исследования постоянно расширяют этот список факторов риска. Например, в исследовании INTERHEART было показано что наряду с классическими ФР в развитии инфаркта миокарда важную роль играют новые ФР (стресс, депрессия, ожирение, сахарный диабет, низкий уровень холестерина липопротеидов высокой плотности ХС ЛВП и низкое потребление овощей и фруктов). [8]

В ряде проспективных исследований показано, что прогноз развития и течения ССЗ значительно хуже при сочетании нескольких, даже умеренно выраженных ФР по сравнению с одним высоким ФР.

Например, исследование PROCAM показало, что сочетание двух и более ФР ССЗ приводит к значительному увеличению количества инцидентов внезапной смерти и ИМ (200 случаев среди 1000 больных в течение 8 лет) [9].

Таким образом, появление понятия «суммарный сердечно-сосудистый риск» имеет реальное клиническое обоснование и служит эффективным инструментом для прогнозирования и первичной профилактики ССЗ.

Идея суммарного ССР была разработана и внедрена в широкую клиническую практику на основании результаты крупных проспективных исследований, которые продолжались не менее 10 лет [23, 24]. Цель исследований - определение причинно-следственной связи между ФР и развитием сердечно-сосудистых осложнений.

На основании результатов исследований созданы модели, позволяющие у пациентов с наличием тех или иных ФР прогнозировать риск развития сердечно-сосудистых событий. Таким образом, суммарный сердечно-

сосудистый риск – это обобщенное значение сочетания тех или иных ФР, показывающее уровень прогнозируемого риска развития смертельных и несмертельных сердечно-сосудистых осложнений включая ОИМ, выраженный в процентах.

Рассмотрим несколько моделей оценки суммарного сердечно-сосудистого риска. Они созданы на основании проспективных исследований и имеют аналогичное название. Ниже приводится краткая характеристика двух моделей определения суммарного риска:

1.2.1 Шкала оценки суммарного риска ССО Framinham

Итогом исследования Framinham стала первая разработанная модель оценки суммарного сердечно-сосудистого риска. Она была разработана на основании самого продолжительного проспективного исследования Framingham Heart Study 1949–1984 гг., проведенного в американском городе Фрамингем. [7]

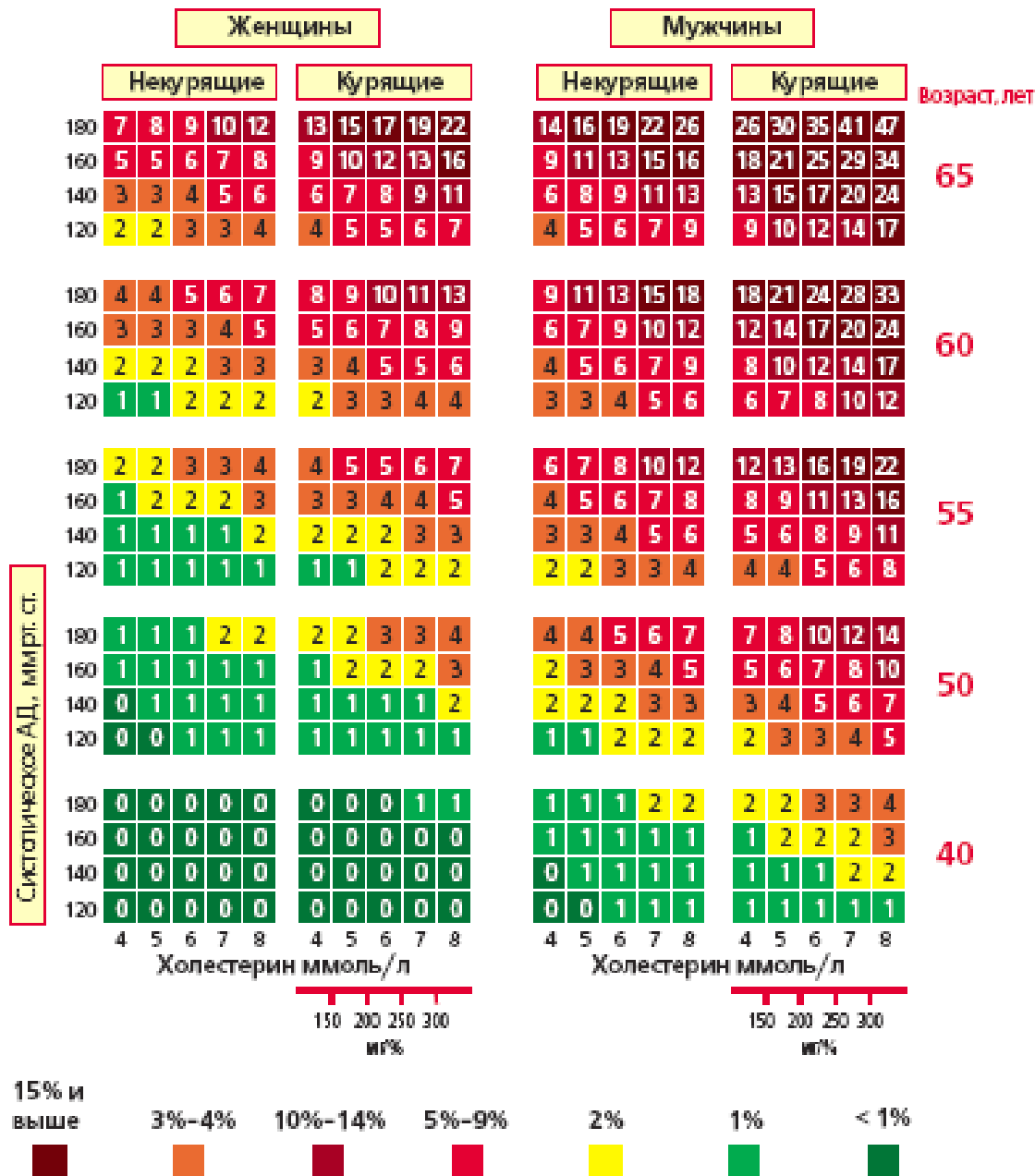
Данная модель позволяет на основании 5 факторов риска рассчитать уровень суммарного риска наступления ССО, в указываемой период времени (обычно рассматривается десятилетний период). По данной шкале могут быть определены уровни риска ИБС, инсульта, внезапной смерти и сердечной недостаточности. Для расчета риска учитываются два немодифицируемых фактора (пол и возраст) и три модифицируемых (курение, уровень систолического АД и общий ХС).

Данная модель была адаптирована для российских условий в ГНИЦ ПМ и активно использовалась на протяжении 20 лет, однако на данный момент, понимание факторов риска, благодаря развитию новых исследований существенно поменялось, и данная модель была заменена новым исследованием SCORE.

1.2.2 Шкала оценки суммарного риска ССО SCORE

Данная шкала риска разработана экспертами Европейского общества кардиологов на основании данных проспективных исследований,

проведенных в 12 странах Европы, в том числе в России (ГНИЦ ПМ), с участием более 205 тысяч больных [8]. Исследования начались с конца 70-х гг. и продолжались 27 лет. Рассматривался десятилетний риск развития смертельных случаев всех заболеваний, которые связаны с атеросклерозом. При расчете суммарного риска учитывались два немодифицируемых (пол, возраст) и три модифицируемых ФР (статус курения, систолическое АД, общий ХС). (Рисунок 1.1).



SCORE (европейская модель) рассматривает 10-летний фатальный риск событий, связанных с атеросклерозом, ИМ, мозговым инсультом и поражением периферических артерий.

Эта модель удобна в использовании, поскольку, определение в ней модифицируемых ФР не требует значительных экономических затрат; эта шкала разработана с использованием данных российских исследований, следовательно, учитываются социально-этнические особенности именно нашей страны; с помощью шкалы SCORE можно прогнозировать возможный риск развития смертельных случаев всех заболеваний, связанных с атеросклерозом.

1.2.3 Стратификация риска

С помощью шкалы суммарного риска с учетом основных ФР возможно прогнозирование вероятности развития смертельных сердечно-сосудистых событий на определенный период. Применение этого метода подразумевает распределение больных на несколько групп. Стратификация пациентов в различные категории риска не служит альтернативой нозологическому распределению, наоборот, позволяет более детально оценить состояние больного. Тактика ведения больных зависит от категории риска. Единого сценария по тактике ведения пациентов не существует, поскольку каждая категория риска является неоднородной по набору ФР и нозологий. Тем не менее есть некоторые закономерности, соблюдение которых позволяет определить глобальную стратегию. Таким образом, стратификация риска является важной задачей при анализе пациента, т.к. позволяет применить к нему определенную стратегию поведения, что оптимизирует временные затраты и качество медицинской диагностики. [11] Сложность стратификации пациента в группу риска в зависимости от индивидуальных показателей обосновывается значительным количеством учитываемых условий.

1.2.4 Определение целевых уровней риска

Основой современной стратегии профилактики и лечения ССЗ считается контроль модифицируемых ФР. Одним из инструментов контроля уровня ФР является определение целевых уровней риска для пациентов. Определив степень суммарного риска, врач намечает индивидуальную тактику ведения пациента для коррекции ФР и снижения суммарного сердечно-сосудистого риска и должен проводить мониторинг нормализации ФР до целевых значений. [11]

1.3 Формирование требований к системе

При принятии медицинских решений в области кардиологии характерны следующие параметры: ограниченность ресурсов времени, отсутствие привлечения крупного числа компетентных специалистов, неполнота данных о состоянии пациента, высокая динамика прохождения заболеваний, изменчивость риска и состояния больного. Следовательно, с развитием и улучшением информационных технологий увеличивается значимость обеспечения компьютерной поддержки принятия решений в данной области. Один из основных подходов к решению данной проблемы – это создание систем поддержки принятия решений (СППР).

СППР наукоемкие, т.к. предполагают необходимость определенных научных векторов и методов анализа данных, например, экспертных систем, математических методов, нейронных сетей, интеллектуального анализа данных, нечетких множеств, и пр.

ППР в различных сферах деятельности человечества – это одна из перспективных и стремительно развивающихся областей приложения современных информационных технологий. Построение СППР связано с понятием нечеткости данных или структурированности проблемы. Медицинские задачи, рассмотренные ранее, относятся к слабоструктурированным или неструктурированным проблемам. Так или

иначе процесс формирования решений в системах данного класса связан с наличием исходных данных, и методов анализа и выработок предложений (выводов или решений). В общем случае методы формирования решений могут быть основаны либо на формировании модели знаний, либо применении современных статистических и интеллектуальных методов обработки данных.

Таким образом, задача построения медицинских систем поддержки принятия решений тесно связана с задачей построения модели представления знаний предметной области, на основании которой строится решение.

Система поддержки принятия решений должна соответствовать следующим требованиям: система должна быть способна осуществлять диагностику ишемической болезни сердца по исходным данным пациента.

Система должна позволять проводить мониторинг факторов риска пациента, устанавливать целевые уровни ФР, оценивать суммарный уровень риска и стратифицировать индивидуальный риск пациента. Система должна позволять хранить и анализировать заключение о принятии решения по диагностике и уровню риска.

1.4. Анализ существующих решений проблемы по литературным источникам

В настоящее время в России успешно развивается общественная организация Ассоциация Развития Медицинских Информационных Технологий (АРМИТ).

На сайте АРМИТ представлены монографии [25 - 32], учебные пособия по медицинской информатике [27, 33, 34]. Публикуются аналитические обзоры по медицинских информационным технологиям [35], материалы проводимых выставок и конференций [36, 37], ежегодно выпускаются каталоги «Медицинские информационные технологии» [38].

В монографиях, написанных группами разработчиков МИС различной направленности, поднимается широкий круг вопросов, которые связаны с

созданием, внедрением и поддержкой информационных систем (ИС). Такими вопросами являются: вопросы проектирования и разработки систем, их безопасности, создания электронных форм мед. документации.

Рассматривается описание и анализ различных векторов автоматизации, приводятся показатели эффективности МИС по различным направлениям: организационным, экономическим и медицинским [29]. Исследуются проблемы, с которыми пришлось столкнуться при разработке МИС, рассматриваются основные концептуальные подходы к созданию МИС. Рассматриваются основные понятия из сферы, медицинского программного обеспечения, основные технологические требования, стандарты, которым должны отвечать современные системы. Приводятся вопросы автоматизации работы медицинских лабораторий и различным аспектам использования лабораторных ИС.

Итоги исследований развития рынка МИС рассматриваются в аналитической статье Александра Гусева [27]. Всего в России к началу 2015 г. выполнено чуть более 1000 инсталляций комплексных МИС, автоматизировано примерно 34800 рабочих мест, а количество пользователей составляет около 51100. Это означает, что автоматизировано 3,9% отечественных ЛПУ, или 1,3% персонала, занятого в сфере здравоохранения, использует МИС.

Разработка и внедрение МИС закономерный и неизбежный процесс. Существуют разумные причины, стопорящие создание и внедрение МИС в систему российского здравоохранения, однако МИС создаются, внедряются, т.к. информатизация всех сфер человеческой деятельности носит объективный характер. В отличие от зарубежных, в отечественных МИС практически отсутствуют внедренные СППР.

Однако, и в области касающейся систем поддержки принятия решений в медицине уровень исследовательской активности довольно высок.

Обоснование применения методов системного анализа к проектированию систем класса СППР дано в [39], в данной работе рассмотрен пример формирования вероятностных статистических моделей для диагностики заболеваний.

1.5. Анализ существующих практических решений

Медицинская информационная система представляет собой совокупность программно-технических средств, баз данных и знаний, предназначенных для автоматизации разных процессов, что происходит в лечебно-профилактических учреждениях [1]. К наиболее распространенным медицинским системам автоматизирующих процессы ЛМУ относятся:

- Госпитальная информационная система «Медицина», предназначенная для оптимизации работы медицинского учреждения и автоматизации деятельности подразделений, связанных с обслуживанием пациентов, учетно-хозяйственной деятельностью и управлением.

- «Доктор Элекс» – медицинская информационная система, разработанная для автоматизации всех ключевых позиций работы современной клиники: регистратуры, врача, лаборатории, диагностики, отчетности, управления.

- «*Mycin*» — это экспертная система, предназначенная для работы в области диагностики и лечения. Система ставит соответствующий диагноз, исходя из указанных ей симптомов, и рекомендует курс медикаментозного лечения диагностируемых заболеваний [14].

Анализ литературных источников показал, что на данный момент не существует информационных систем, выполняющих поддержку принятия решений непосредственно при диагностике заболеваний, связанных с ИБС и ОИМ.

Для оценки состояния, существующих медицинских систем в том числе, обеспечивающих поддержку и принятие решений, был проведен анализ

существующих программных и аппаратно-программных комплексов, а также методов и функционала, реализованных с их помощью.

Консолидированным источником существующих МИС выступила “Ассоциация развития медицинских информационных технологий” – организация членами которой являются компании-разработчики МИС представленные в данном обзоре. [15]

1.5.1 Системы удаленной диагностики с использованием электрокардиографии (СУДсЭ)

В кардиологии достаточно широкое распространение получили методы диагностики, основанные на применении систем передачи-приема электрокардиографии, как одного из стандартных средств диагностирования ОИМ:

Компанией ООО «Медицинские Компьютерные Системы» разработан и реализуется комплекс для экспресс-диагностики «Кардиовизор» [16] (Патент РФ на полезную модель № 55266). Этой же компанией разработана программа «KARDI.RU» для удаленной оценки состояния здоровья через Интернет. Комплекс «Кардиовизор» относится к классу систем компьютерного скрининга сердца на основе автоматических микропроцессорных анализаторов, предназначенных для регистрации и анализа микроскопических колебаний сигнала ЭКГ. Для снятия ЭКГ используются датчики-кардиоусилители компактных размеров, которыми могут пользоваться пациенты самостоятельно. Для передачи, обработки и анализа ЭКГ сигналов используется специальное программное обеспечение данной компании (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 Система «Кардиовизор»

Преимущество системы «Кардиовизор» состоит в том, что она представляет пациенту визуальный портрет сердца и заключение в форме коротких рекомендаций понятных для человека, не владеющего специальными знаниями из области кардиологии.

Основными недостатками рассмотренной системы является то, что данный комплекс не диагностирует заболевание, а показывает только состояние сердца. Также, отсутствует ведение истории развития заболевания. Прибор снимает только ограниченный набор симптомов

Компанией ЗАО «Микард-Лана» разработан компьютерный комплекс «Кардиометр-МТ» со встроенной системой автоматического контроля исправности прибора и качества наложения электродов [17] (Патенты РФ на изобретение № 2138982; № 2148377).

Время передачи ЭКГ одного пациента составляет 3 минуты. Комплекс обеспечивает наблюдение синхронной записи ЭКГ в 12 отведениях как на приемном, так и на передающем пунктах, а также позволяет проводить анализ её особенностей по голосовому каналу связи. Комплекс «Кардиометр-МТ» формирует автоматическое заключение по результатам анализа ЭКГ, которое при необходимости корректирует врач-кардиолог и высылает по стандартным коммуникационным каналам (модемы, подключенные к телефонной линии связи) в удаленный пункт установленный диагноз со своими рекомендациями.

Недостатком данной системы является ограниченный набор симптомов, которые может снять комплекс. Также, система не диагностирует заболевание, а только передает данные ЭКГ врачу. Отсутствует визуализация состояния пациента в целом, ведение истории развития заболевания.

Фирма ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» (ОАО «УКБП») совместно с ООО «Нейрон» разработали аппаратно-программный комплекс системы дистанционного мониторинга артериального давления и состояния сердечно-сосудистой системы у населения Ульяновской области [18] (Патент РФ на полезную модель № 86088).

Для проведения суточного мониторинга ЭКГ используется переносной кардиомонитор СКМ-01Ул, производимый ООО «Нейрон». Монитор предназначен для регистрации ЭКГ по 2-м грудным отведениям в течение всего цикла мониторинга, а также для просмотра результатов регистрации на дисплее ПЭВМ, как в реальном масштабе времени, так и после завершения цикла мониторинга.

Вся информация о состоянии пациента обрабатывается только на сервере и при большом потоке пациентов возможны длительные ожидания ответа специалистов с сервера. Также в поликлинике возможны технические проблемы с интернетом, что не позволит врачу вовремя поставить диагноз с помощью данного комплекса.

Компанией ООО Медицинский центр «Столица» (МЦ) осуществляется круглосуточное наблюдение за деятельностью ССС, инициируемое самими пациентами [19]. Дистанционное круглосуточное наблюдение за состоянием сердца осуществляется следующим образом.

Почувствовав недомогание, пациент с помощью персонального электрокардиографа (кардиофона) осуществляет запись ЭКГ по 12 отведениям. Далее, связавшись по телефону круглосуточной кардиослужбы

МЦ «Столица», пациент передает методом транстелефонной передачи сигналов зарегистрированную им кардиограмму.

Данные системы позволяют регистрировать кардиографию и в общем случае передавать по сети для оценки врачом, таким образом позволяя проводить удаленную диагностику пациента. Однако никаких средств анализа на основании собранных данных не поставляется.

1.5.2 Системы поддержки принятия решений (СППР)

Данный класс систем представлен экспертными системами, построенными на статистических методах и экспертных оценках:

Омский государственный медицинский университет» совместно с Министерством здравоохранения Российской Федерации разработали программный комплекс: «Информационная система «КардиоРиск».

Программа предназначена для накопления, систематизации, мониторинга, автоматизированного расчета показателей и анализа данных в процессе обследования и лечения пациентов в медицинской организации. Программа позволяет осуществить загрузку данных из имеющейся в медицинской организации медицинской информационной системы (МИС).

Система формирует отчеты по произвольным показателям, формирует графики, рассчитывает сердечно-сосудистый риск, что позволяет оценивать эффективность проводимой терапии, определяет прогноз при различной тактике лечения в рамках существующих порядков и стандартов оказания медицинской помощи, осуществляет мониторинг состояния пациента (Номер регистрации (свидетельства): 2015661268) [20].

Компанией «Открытые технологии» разработана СППР: «iBoleet» использующая технологию индивидуальной терапии, реализует персонализацию медицинского обслуживания в клиниках.

Программа в диалоге с врачом выполняет индивидуальное лечение, лучшее для каждого больного персонально, на основе математического

моделирования и компьютерной имитации клинико-физиологических систем и процессов, взаимосвязанных заболеванием [22].

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» разработал обучаемую программу интеллектуальной виртуальной оценки риска развития ИБС «АРМ-Кардиолог».

Данная система использует байесовский метод апостериорных вероятностей для расчёта риска ишемической болезни сердца на основании имеющихся статистических данных. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2013610928 РФ.

Недостатком данной системы является необходимость в специализированных знаниях, для ее использования. Рядовому сотруднику воспользоваться данным комплексом не представится возможным без наличия специализированного образования.

Обществом с ограниченной ответственностью «Центр передовых антистрессовых технологий, мониторинга уровня здоровья и качества жизни» разработана «Информационная система анализа и оценки рисков сердечно-сосудистых заболеваний, Версия 1.0 (КардиоРиск Эксперт)».

В основе запатентованной технологии – математическая модель и экспертная программа, созданные по результатам 20-летнего наблюдения за большими группами пациентов. Запатентованная технология ориентирована на оценку кардиологического риска среди лиц работоспособного возраста. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009612301 РФ.

Разработанная технология «КардиоРиск Эксперт» позволяет выявить и оценить факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний. Она предназначена для комплексной объективной оценки индивидуального суммарного риска возможного развития заболеваний сердца и сосудов, выявления наиболее

значимых факторов риска для пациента и формирования персональной программы по их коррекции.

Преимущества применения технологии "КардиоРиск Эксперт":

- Программа позволяет систематизировать работу врача кабинета медицинской профилактики, сделать ее более структурированной,
- Качественно улучшает работу врача, дает новые знания по современной медицинской профилактике;
- Технология легко "встраивается" в структуру целевых медицинских осмотров, может быть использована как базовая программа в системе диспансеризации населения;

Недостатком данной системы является необходимость в сложной настройке под нужды конкретной организации здравоохранения.

1.5.3 Информационно-аналитические МИС (ИА МИС)

Аналитические системы в медицине позволяют составить для руководителей целостную картину деятельности ЛМУ и ответить на актуальные для жизни и здоровья пациента вопросы. Одной из главных задач аналитической системы является объединение и структуризация больших объемов данных из различных источников.

Аналитические системы осуществляют многомерный анализ данных по любому требуемому срезу или алгоритму. При этом результатом работы системы являются действительно достоверные и непротиворечивые данные, так как система черпает информацию из различных источников.

Одними из представителей систем данного класса являются: Региональная информационно-аналитическая система (РИАС) и *Xper Data Analysis*.

Региональная информационно-аналитическая система (РИАС) – это специальное программное обеспечение, предназначенное для централизованного сбора, аналитической обработки и визуального

представления различной информации, характеризующей работу региональной системы здравоохранения [23].

Целью разработки и внедрения РИАС является повышение эффективности и оперативности работы органов управления здравоохранения за счет предоставления удобной, наглядной и достоверной оперативной отчетности о работе системы здравоохранения.

Принцип функционирования системы состоит в следующем:

1. Из внешних информационных систем в автоматическом режиме данные поступают в «интеграционный шлюз». Источниками данных могут быть как программные продукты компании К-МИС (медицинская информационная система, электронная регистратура и КМИС.РИР), так и сторонние медицинские информационные системы, в которых реализована интеграция с КМИС.РИР на основании открытого интеграционного протокола.

2. Поступившие в РИАС данные проходят процедуру верификации и подготовки к обработке. Готовая информация размещается в хранилище данных.

3. Конечные пользователи через *web*-портал получают доступ к построенным на основе данных из хранилища отчетам и панелям, используя их для оценки работы системы здравоохранения, что в свою очередь используется при принятии управленческих решений. Для построения отчетов используются возможности выбранной BI-платформы.

Данная система разработана в большей степени для аналитики управленческих данных – и планирования оказания медицинских услуг, данные анализируются в разрезе конкретного региона.

Xper Data Analysis – программное обеспечение для анализа данных, разрабатываемое компанией *Philips*. Это интуитивное решение, предназначенное для представления клинических данных и информации из

катетерной лаборатории в наиболее точном и информативном виде. Оно позволяет определять ухудшение и улучшение состояния пациентов и помогает в управлении данными. [24]

С помощью модуля *Xper Data Analysis* существует возможность создавать сложные запросы, которые позволят лучше понять работу отделения. Возможность фильтровать, группировать и сортировать элементы данных и отображать их в виде гистограмм, круговых диаграмм, таблиц и списков, а также извлекать из любого поля в базе данных.

Так же *Xper Data Analysis* выдает информацию, которую можно использовать для улучшения работы с пациентами. Отчеты о распределении времени позволяют находить недостатки и предлагать решения по улучшению, что способствует повышению эффективности работы отделения.

Данная система интегрирует, контролирует и оптимизирует поток информации, обеспечивая более быструю доставку, распределение и анализ получаемых данных. Система предоставляет врачам доступ к информации пациентов, обеспечивая оптимизацию рабочего процесса. Это способствует принятию обоснованных решений и поддержанию высокого качества медицинской помощи.

Данная система предоставляет функционал в большей степени по анализу и планированию управленческих аналитик при оказании медицинских услуг, например, стоимость лечения.

Две представленные системы на фоне представления серьезных аналитических преимуществ, имеют следующие недостатки: высокая стоимость сопровождения и сложность внедрения.

1.5.4 Сравнение существующих МИС

Перечисленные выше МИС, так или иначе, направлены на повышение эффективности работы, как отдельных специалистов, так и учреждений, здравоохранения за счет оперативного предоставления пользователю

обработанной, легко воспринимаемой информации в удобном для анализа виде.

На основании обзора приведенных информационных медицинских систем, получена таблица для сравнения их функционала и характеристик по основным критериям выявленным при формировании требований системы. (Таблица 1.1)

Таблица 1.1 – Сравнительный анализ рассмотренных систем

Наименование	Тип системы	Оценка риска, постановка диагноза	Ретроспективное наблюдение	Простота использования	Простота внедрения	Простота интеграции
«Кардиовизор»	СУДсЭ	-	-	+	+	+
«Кардиометр-МТ»	СУДсЭ	-	-	-	+	+
«КардиоРиск»	СППР	+	-	-	+	-
«iBoleet»	СППР	+	+	-	-	+
АРМ-Кардиолог	СППР	+	-	-	-	-
КардиоРиск Эксперт	СППР	+	+	+	-	-
РИАС	ИА МИС	+	+	-	+	+
<i>Xper Data Analysis</i>	ИА МИС	+	+	+	+	-

Исходя из таблицы, ни одна из существующих МИС не отвечает всем заявленным критериям, однако, наиболее близкими по функциональным возможностям к поставленной задаче системами оказались продукты класса поддержки принятия решений, они позволяют проводить анализ медицинских характеристик, формировать логические выводы и отчёты.

Аналитические системы в большей степени направлены на анализ и моделирование управленческих характеристик, систем, позволяющих анализировать непосредственно данные лечебного процесса на высоком уровне выявлено не было.

Существует класс кардиологических систем, позволяющих проводить удалённые исследования и давать рекомендации по лечению. Однако в таких системах не реализована возможность накопления ретроспективных данных для последующего анализа и связь пациента с лечебно-методическим учреждением.

По итогам анализа существующих систем не было выявлено разработок соответствующих поставленной проблеме, следовательно, есть потребность в проектировании системы поддержки принятия решений, которая отвечала бы установленной проблематике и требованиям.

1.6. Выбор методологии разработки СППР

1.6.1. Статистические методы

Создание статистических моделей – это традиционный способ отображения знаний в медицинской области. Использование статистических моделей позволяет только опровергнуть или подтвердить достоверность проверяемой гипотезы, на основании которой затем формируется решение. Но, неотъемлемую актуальность для статистического моделирования приобретают методы многомерного статистического анализа, они позволяют строить не только оптимальные планы сбора, систематизации и обработки данных, но и определять характер и структуру взаимосвязей между компонентами исследуемого признака.

Статистические пакеты прикладных программ (ППП) позволяют удачно использовать весьма трудоемкие в реализации многомерные статистические методы и сложные методы анализа данных для формализации слабоструктурированных проблем. Следовательно, современные технологии

статистического анализа делают вероятностно-статистические методы эффективным инструментом поиска и нахождения неизвестных знаний, которые могут быть использованы при создании СППР в слабо формализуемых областях человеческой деятельности, и в медицине. Вероятностно-статистические методы обладают рядом, существенных достоинств:

- В первую очередь, способностью находить связи в огромных массивах данных. Эти связи, являются скрытыми медицинскими знаниями. Полученные и найденные знания могут быть использованы, при создании СППР;
- Во-вторых, при решении задачи поиска лучшей альтернативы, вероятностно-статистические методы, могут найти эту альтернативу, которая будет являться наилучшей, определенной вероятностью;
- В-третьих, решение возможно найти различными статистическими методами, которые могут рассматриваться как статистические эксперты, абсолютно объективные;
- В-четвертых, возможно сохранение полученных решений в базе данных больных, к накоплению знаний, что увеличит достоверность последующих решений.

Статистические методы, реализованные в ППП, могут использоваться не только для анализа результатов медицинских исследований, но и для создания программных продуктов, определяющих состояние больных. Но для отображения знаний данный метод весьма трудоёмкий и требует наличия большой доказательной базы.

1.6.2. Интеллектуальные методы

При разработке медицинских СППР могут быть использованы самостоятельно, и в комбинации друг с другом современные векторы анализа и обработки данных: *Data Warehouse*, так называемое, хранилище данных,

Olap-многомерная обработка данных, *Knowledge Discovery in Databases* – поиск знаний в базах данных, *Data Mining* – поиск полезных данных.

В состав *Data Mining* обычно включены в различной комбинации современные методы обработки и анализа информации – предметно-ориентированные аналитические системы, нейронные сети, деревья решений, эволюционное программирование, генетические алгоритмы, алгоритмы ограниченного перебора, когнитивные карты и т.п.

Следует заметить, что в указанных методах анализа отсутствует возможность оценивания достоверности полученного решения, а в случае использования нейронных сетей и путей получения решения. Так же ограничением использования методов данного класса является необходимость наличия больших выборок, данных для обучения интеллектуальных моделей.

В связи с высокой степенью риска системы (уровень угрозы жизни человека) необходимо четкое обоснование продуцируемых моделей, в этом смысле статистические методы более надежны и доказуемы.

1.6.3. Экспертные методы

Анализ данных – это сложный процесс движения от простых методов к сложным. И если не сложная модель позволяет решать практические задачи, то нет смысла проводить поиск и использовать методы сложнее.

Следовательно, медицинские СППР в зависимости от сложности медицинской проблемы создаются как на базе перечисленных выше современных векторов и способов обработке данных, так и на основе классических методов анализа данных, в частности, – экспертных методов.

Под методами экспертного представления знаний в СППР подразумевается выделение совокупности фактов и правил, основываясь на которых можно смоделировать процесс принятия решения экспертом в рамках указанной области путём логического вывода. Данное направление в исследовании и разработке медицинских СППР является наиболее

разработанным. Отличительной особенностью данного подхода является способность системы к пониманию проблемы – возможности понять и оценить все исходные условия и эмулировать вывод, который бы сделал эксперт, основываясь на своих знаниях. Положительными сторонами применения данного метода являются:

- возможность полного отображения модели знаний с учётом сложных взаимосвязей,
- тиражирование знаний эксперта для последующего распространения,
- использование уже доказанных источников, в том числе основанных на статистических исследованиях для расширения модели знаний
- возможность проверки логического вывода, сделанного системой.

Возможным недостатком является зависимость от знаний конкретного эксперта и сложность отображения модели реального мира с большим количеством взаимосвязей и зависимостей. Для решения конкретной задачи мониторинга уровня риска пациента данный метод представляется наиболее подходящим.

1.7. Вывод по главе.

В рамках данной главы было проведено исследование проблемы, уровня существующих подходов к решению, выявлены системы аналоги рассмотрены их достоинства и недостатки, проведен обзор опубликованных результатов исследований в области медицинской диагностики с использованием информатики и методов поддержки принятия решений. Было установлено отсутствие систем (полных аналогов) для решения указанной проблемы.

Так же были исследованы существующие подходы к разработке систем поддержки принятия решений, на основании анализа был выбран метод экспертного представления знаний.

Раздел 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Основными потребителями исследования являются лечебно-медицинские учреждения. Так как рассматриваемая область относится к сердечно-сосудистым заболеваниям можно сузить направление до врачей-кардиологов занимающихся лечением пациентов с кардиологическими патологиями.

Таким образом, по категории потребителей можно выделить 2 сегмента рынка: специализированные медицинские учреждения г. Томск (Кардиологические центры, консультации) и медицинские учреждения общей направленности (поликлиники, больницы и т.п.). По способу организации можно выделить два направления рынка сбыта: бюджетные медицинские центры и частные ЛПУ. По типу оказываемой помощи ЛПУ, выделяются учреждения амбулаторного и стационарного типа. Во втором случае оказывается лечебно-диагностическая помощь больным, нуждающимся в круглосуточном лечении (нахождении в стационаре).

Так как изначально данный проект направлен на мониторинг больных, имеющих серьезные кардиологические патологии, целевой аудиторией можно считать специализированные бюджетные медицинские ЛПУ. Так же перспективным является рынок специализированных коммерческих ЛПУ, так как данные предприятия располагают собственным бюджетом, и склонны к внедрению инновационных подходов и технологий, увеличивающих эффективность лечебного процесса.

Таблица 4.1 – Сегментирование рынка

		Тип оказываемой помощи	Тип ЛПУ	
			Государственные	Частные
Специализация ЛПУ	ЛПУ общего профиля	Амбулаторные		
		Стационарные		
	ЛПУ кардиологического профиля	Амбулаторные		
		Стационарные		

Целевой сегмент

Конкуренты

4.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

По результатам анализа существующих конкурентных решений было выделено два продукта с наиболее близкими реализованными возможностями:

1. «Обучаемая программа интеллектуальной виртуальной оценки риска развития ИБС АРМ-Кардиолог» - разработка ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». Данная система использует байесовский метод апостериорных вероятностей для расчёта риска ишемической болезни сердца на основании имеющихся статистических данных. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2013610928 РФ.

2. «Информационная система анализа и оценки рисков сердечно-сосудистых заболеваний, Версия 1.0». В основе запатентованной технологии – математическая модель и экспертная программа, созданные по результатам 20-летнего наблюдения за большими группами пациентов. Запатентованная технология ориентирована на оценку кардиологического риска среди лиц работоспособного возраста. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009612301 РФ.

Результаты оценки существующих конкурентных и предлагаемого решения представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0.15	8	7	7	1.2	1.05	1.05
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.1	8	8	10	0.8	0.8	1
3. Потребность в ресурсах памяти	0,05	7	5	6	0.35	0.25	0.3
4.Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.1	8	7	7	0.8	0.7	0.7
5.Качество интеллектуального интерфейса	0.10	7	9	8	0.7	0.9	0.8
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.1	8	7	8	0.8	0.7	0.8
2. Уровень проникновения на рынок	0.05	0	4	3	0	0.2	0.15
3. Стоимость	0.15	8	6	7	1.2	0.9	1.05
3. Срок выхода на рынок	0.05	3	5	4	0.15	0.25	0.2
4. Наличие сертификации разработки	0.1	0	4	4	0	0.4	0.4
5.Финансирование научной разработки	0.05	6	7	8	0.3	0.35	0.4
Итого:					6.3	6.5	6.85

Конкурентными преимуществами являются удобство эксплуатации программного продукта, высокий уровень функциональных возможностей за счёт применения подхода, основанного на извлечении знаний (возможность диагностировать несколько заболеваний) и относительно низкая стоимость продукта.

4.3. SWOT-анализ

SWOT анализ позволяет оценить сильные и слабые стороны продукта а так же существующие возможности и угрозы реализации проекта. Итоговая матрица SWOT анализа представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: C1. Усовершенствованная технология диагностики. C2. Низкая стоимость разработки по сравнению с конкурентами. C3. Возможность адаптации к новым условиям. C4. Низкие требования к аппаратному обеспечению C5. Простота работы с системой	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие в команде постоянного эксперта по предметной области Сл2. Отсутствие возможности сертификации прототипа. Сл3. Отсутствие возможности осуществлять внедрение и обучение сотрудников заказчика Сл4. Отсутствие источника финансирования Сл5. Долгий срок реализации проекта.
Возможности: B1. Рост интереса к технологиям мобильного мониторинга здоровья B2. Поддержка инновационных технологий в медицине на региональном уровне B3. Рост уровня информатизации в медицинской отрасли B4. Повышение уровня жизни, сознательности пациентов B5. Повышение стоимости конкурентных разработок	B1C1C5; B2C4C5; B3C3C4; B4C1C5; B5C2C4. Продвижение предлагаемого решения с уклоном на привлечение заинтересованных в мобильных технологиях клиентов. Вхождение в региональный кластер развития “медицина и фармацевтика”.	B1B2Cл1Cл2; B2Cл5; B3Cл3; B5B2Cл4. Привлечение экспертов из группы заинтересованных в инновационных технологиях мониторинга врачей. Продвижение конкурентной цены на рынке для привлечения дополнительных инвестиций.
Угрозы: У1. Отсутствие четкой процедуры сертификации У2. Развивающаяся конкуренция, возникновение новых аналогов. У3. Низкий рост заинтересованности в инновационных технологиях среди потребителей - ЛПУ У4. Отсутствие у потенциальных потребителей материальной базы, квалифицированных кадров У5. Недостаток финансирования	У1C1C3; У2C2C3; У3У4C1C5; У5C4C2. Привлечение квалифицированного практикующего персонала для оценки работы системы. Исследование работы технологии на реальных случаях.	У1Cл2Cл4; У2Cл5; У3Cл3; У4Cл1Cл3Cл5; У5Cл4. Регулярный мониторинг конкурентных решений. Анализ новых перспективных технологий на предмет возможности внедрения в разрабатываемую систему.

4.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки готовности проекта к коммерциализации были оценены следующие показатели (таблица 4.4):

Таблица 4.4 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
-------	--------------	--	---

1.	Определен имеющийся научно-технический задел	3	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	2	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	2	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	1
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	Итого:	41	42

Таким образом, перспективность коммерциализации проекта на текущий момент можно оценить, как среднюю.

4.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации программного обеспечения наиболее распространённым методом выступает лицензирование. Лицензия на программное обеспечение — это правовой инструмент, определяющий использование и распространение программного обеспечения, защищённого авторским правом. Лицензия на программное обеспечение разрешает получателю использовать одну или несколько копий программы, причём без лицензии такое использование рассматривалось бы в рамках закона как нарушение авторских прав издателя.

Данный метод коммерциализации может реализовываться как в виде проприетарной лицензии – создания ПО с закрытым исходным кодом, при этом автор остается правообладателем, а лицензия является платной, и свободной лицензии – раскрытии исходного кода ПО, при этом пользователь по умолчанию получает все права на ПО, однако авторские права остаются за разработчиком. Доходы от распространения могут быть получены от добровольных пожертвований или распространения рекламы.

Существует несколько видов проприетарных лицензий на ПО. В данном случае предлагается использовать лицензию *Volume Licensing*. При этом компания получает одну именную лицензию на программное обеспечение, которая содержит информацию о заказчике, перечень ПО, количество рабочих мест на которое оно распространяется. При такой схеме лицензирования компаниям, заказывающим именную лицензию, предоставляют так же техническую поддержку, обучение пользователей и включают данные расходы в обслуживание.

Для коммерциализации разрабатываемого продукта была принята модель проприетарного программного обеспечения, с корпоративным лицензированием. Одна лицензия распространяется на 1 рабочее место. Можно как приобрести лицензию на коробочный продукт, так и заказать дополнительные услуги – техническую поддержку на всех этапах эксплуатации, и обучение пользователя. Исходя из состояния рынка и цен конкурентов была сформирована цена реализации лицензии:

Таблица 4.5 – Лицензирование

Услуга	Стоимость
Лицензия ПО на 1 рабочее место	6000 р.
Обучение пользователя	2000 р.
Техническая поддержка ПО (г)	10000 р.

Таким образом, максимальная стоимость одного рабочего места составит 18 000 р.

4.6. Инициация проекта

В данном разделе приведена общая информация о целях и задачах проекта. Заинтересованными сторонами разработки проекта являются кардиологический медицинский центр, группа разработчиков проекта по развитию системы в рамках инновационного кластера “Медицина и фармацевтика”.

Таблица 4.6 –Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Внешние участники	
Специалисты предметной области(Врачи)	Информационная система, позволяющая диагностировать заболевания у пациентов с кардиологическими патологиями на основании показателей здоровья
Лечебно-медицинские учреждения	Технология, позволяющая повысить эффективность оказания медицинских услуг и снизить нагрузку на сотрудников
Население	Высокое качество оказания услуг по диагностике и лечению сердечно-сосудистых заболеваний
Внутренние участники	
Научный руководитель	Анализ и разработка новых методов построения экспертных систем, и их реализация в системе диагностирования
Студент	Законченное научное исследование, включающее реализацию экспертной системы

Основной целью является разработка системы диагностирования сердечно-сосудистых заболеваний для уменьшения времени реакции врача, уменьшения среднего времени на одного пациента, улучшения качества диагностики.

Таблица 4.7 – Цели и результаты проекта

Цели проекта	Разработка эффективного продукта; Уменьшение времени, затрачиваемого врачом, на мониторинг одного пациента; Улучшение качества диагностирования заболеваний.
Ожидаемые результаты проекта	Разработка программного продукта по диагностике ССЗ для реализации через механизм лицензирования
Критерии приемки результата проекта	Качество реализуемых функций
	Презентабельный графический интерфейс
	Соответствие бюджету и срокам
Требования к результату проекта	Проект должен быть выполнен в рамках установленного бюджета и времени
	Результат проекта должен соответствовать изначальным требованиям заказчика
	Система должна качественно в приемлемые сроки осуществлять диагностику
	Система должна быть протестирована на наличие ошибок, надёжна и отказоустойчива
	Система должна иметь понятный графический интерфейс взаимодействия с пользователем

Затем была сформирована рабочая группа данного проекта, определены роли участников, их функции, а также трудозатраты в проекте.

Таблица 4.8 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Чудинов Игорь Николаевич, ТПУ, доцент каф. ОСУ	Руководитель проекта	Координация деятельности, управление проектом	292
3	Верхотурова Ариадна Эдуардовна, ТПУ, магистрант	Исполнитель по проекту	Исполнение работ по реализации проекта	486
ИТОГО:				778

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 4.9 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	375 369 р.
3.1.1. Источник финансирования	Внешний инвестор
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1.Дата утверждения плана управления проектом	01.02.2016
3.2.2. Дата завершения проекта	14.05.2016

4.6.1. Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР было проведено структурирование и определение содержания всего проекта (рисунок 4.1).



Рис. 4.1 – Иерархическая структура работ

4.6.2. Контрольные события проекта

В рамках данного раздела были определены контрольные точки проекта, их контрольные даты и результаты.

Таблица 4.10 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Постановка целей и задач	1.02.2016	Задание на разработку ВКР
2	Подбор и изучение материалов по тематике	21.02.2016	Литературный обзор
3	Разработка календарного плана	22.02.2016	Календарный план-график
4	Составление и утверждение ТЗ	7.03.2016	Техническое задание на разработку
5	Проектирование ПО	30.03.2016	UML-диаграммы, модель БД
6	Разработка ПО	05.05.2016	Программная система
7	Тестирование ПО	10.05.2016	Отчёт о результатах тестирования
8	Подготовка продукта к коммерциализации	20.05.2016	Руководство пользователя
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	25.05.2016	Расчётно-пояснительная записка

4.6.3. План проекта

На данном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность.

Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения был составлен перечень работ и соответствие работ исполнителям, продолжительность выполнения этих работ представлена в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	3	28.01.2016	1.02.2016	НР
2	Подбор и изучение материалов по тематике	21	02.02.2016	21.02.2016	НР, И
3	Разработка календарного плана	3	19.02.2016	22.02.2016	НР, И
4	Обсуждение литературы	7	14.02.2016	21.02.2016	НР, И
5	Составление и утверждение ТЗ	16	23.02.2016	7.03.2016	НР, И
6	Проектирование структуры ПО	22	8.03.2016	30.03.2016	НР, И
7	Разработка ПО	70	20.03.2016	01.05.2016	И
8	Тестирование ПО	25	15.04.2016	10.05.2016	И
9	Подготовка юридической базы для лицензирования ПО	14	01.05.2016	14.05.2016	НР
10	Оформление расчетно-пояснительной записки	25	01.05.2016	25.05.2016	И
11	Изготовление презентационных материалов ПО	6	14.05.2016	20.05.2015	И
12	Оформление графического материала	5	16.05.2016	21.05.2016	И
13	Подведение итогов	4	21.05.2016	25.05.2016	НР, И

Для визуализации линейного графика была разработана диаграмма Ганта. (см. Приложение Б) иллюстрирует получившийся линейный график работ.

4.7. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должны были отражены все виды планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

4.7.1. Основные производственные фонды

Для выполнения работ по проекту необходимо приобрести персональный компьютер.

Таблица 4.12 – Оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, р.	Общая стоимость оборудования, р.
1	Компьютер Lenovo G560	1	25 000 р.	28 750 р.

4.7.2. Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная з/плата} = \frac{\text{Месячный оклад}}{25,17 \text{ дней}} \quad (4.1)$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 4.13. При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Также был принят во внимание коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям $K_{\text{ПР}} = 0,1$ и районный коэффициент $K_{\text{РК}} = 0,3$ ($K = 1,1 * 1,3 = 1,43$).

Таблица 4.13– Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23 000	913,78	73	1,43	95389,4
И	10 000	397,29	143	1,43	81241,83
Итого:					176631,23

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили

$$C_{\text{ОСН}} = 176631,23 \text{ руб.}$$

4.7.3. Расчёт дополнительной заработной платы

Затраты по этой статье составляют отчисления по страховым выплатам.

Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} \cdot C_{\text{полн}}, \quad (4.2)$$

Где $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы. Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд -22%;
- 2) на социальное страхование – 2,9% ;
- 3) на медицинское страхование – 5,1%.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 176631,23 = 52989,36$$

4.7.4. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию при работе оборудования а также затраты на электроэнергию, потраченную на освещение. Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{об}} = P_{\text{об}} \cdot \mathcal{C}_{\mathcal{E}} \cdot t_{\text{об}}, \quad (4.3)$$

Где $\mathcal{E}_{\text{об}}$ – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\mathcal{C}_{\mathcal{E}}$ – тарифная цена за 1 кВт·час, $\mathcal{C}_{\mathcal{E}} = 2,05$ руб/кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{уст.об}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (4.4)$$

где $P_{\text{уст.об}}$ – установленная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент спроса, зависящий от количества, загрузки групп электроприемников.

Для технологического оборудования малой мощности $K_{\text{с}} = 1$.

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\Delta_{об}$, руб.
Персональный компьютер 1	474	0,3	291,51
Итого:			291,51

4.7.5. Расчет прочих расходов

В данную статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему.

Процедура регистрации программы для ЭВМ в Роспатенте оплачивается госпошлиной. Сумма регистрации складывается из суммы госпошлины (3000 р.) и оплаты услуг регистрации: $C_p = 3000 + 9000 = 12\,000$ р.

Оплата аренды помещения с рабочим местом для 2 человек в г. Томск в месяц в среднем составляет 500 р/м² в месяц. Таким образом, расходы на аренду за время реализации проекта составят:

$$C_a = 10 * 5 * 500 = 11\,250 \text{ р.} \quad (4.5)$$

К данной статье расходов относится также стоимость вспомогательных материалов, расходуемых в процессе выполнения работ (канцелярия). Стоимость ресурсов определяется исходя из рыночной цены и приведена в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Расходные материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Флеш-накопитель, 2гб	500 р.	2	1000 р.
CD-диск, 700 мб.	20	10	200 р.
Блокнот	40	2 шт.	80
Бумага для принтера формата А4	150	2 уп.	300
Ручка шариковая	10	4 шт.	40
Карандаш	10	2 шт.	20
Стирательная резинка	5	2 шт.	10
Транспортно-заготовительные расходы (3%)			247

Итого:	1897
---------------	-------------

Расходы на канцелярию составили
 $C_{\text{мат}} = 1897$ рублей.

4.7.6. Расчет бюджета проекта

На основании расчётных данных по отдельным статьям затрат была получена себестоимость(бюджет) проекта.

$$C = (C_{\text{осн}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{п}} + C_{\text{э}} + C_{\text{м}} + C_{\text{о}}) = 283089,63 \text{ руб.} \quad (4.6)$$

4.8. Организационная структура проекта

На выбор организационной структуры проекта влияет несколько факторов:

1. Технология проекта – новая;
2. степень неопределенности – высокая;
3. взаимозависимость между частями проекта – средняя.

С учётом данных факторов наиболее подходящей является проектная структура проекта.

4.9. Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта была сформирована матрица ответственности:

Таблица 4.16 – Матрица ответственности

Этап проекта	Научный руководитель /Руководитель проекта	Студент/ Исполнитель проекта
1.Постановка целей и задач, получение исходных данных	О/И	С
2.Подбор и изучение материалов по тематике	С	И/О
3.Разработка календарного плана	У/О	И/С
4.Обсуждение литературы	С	И/С
5.Составление и утверждение ТЗ	У/С	И/О
6.Проектирование структуры ПО	У/С	И/О
7.Разработка ПО	С	И/О
8.Тестирование ПО	С	И/О
9. Оформление расчетно-пояснительной записки	С/У	И/О

4.10. Реестр рисков проекта

В рамках любого проекта важно идентифицировать возможные риски проекта, для того чтобы оценить возможный негативный эффект. Риски проекта

включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать нежелательные последствия.

Таблица 4.17 – иски проекта

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Неверное определение требований к системе	Необходимость перепроектирования, внеплановые расходы	2	5	средний	Использование методологии и UML для проектирования функциональности	Недостаточный уровень понимания предметной области, низкое качество ТЗ
2	Выбор неверного технологического подхода	Необходимость перепроектирования, увеличение расходов	1	3	низкий	Изучение существующих подходов	Низкий уровень пред-проектного анализа
3	Невыполнение плана реализации проекта	Необходимость привлечь дополнительное финансирование	3	4	Высокий	Коррекция плана в течение выполнения проекта	Заниженные оценки трудоемкости этапов

4.11. Оценка абсолютной эффективности исследования

На предыдущих этапах была рассчитана себестоимость реализации проекта, рассмотрены существующие конкуренты, выбрана модель коммерциализации.

Степень устойчивости проекта по отношению к возможным изменениям условий реализации может быть охарактеризована показателями границ безубыточности и предельных значений таких параметров проекта, как объемы производства, цены производимой продукции, ограниченность применяемых ресурсов и пр. Под "безубыточным" понимается объем продаж, при котором чистая прибыль становится равной нулю.

В таблице 4.18 приведены расчёты уровня безубыточности для каждого из этапов проекта. К постоянным издержкам в данном случае относятся затраты на оплату труда, расходы на амортизацию и общехозяйственные (оплата фиксированных услуг интернет, телефон и т.п.) расходы. К переменным издержкам относятся затраты на материалы (канцелярия), оплату услуг (электричество) и прочие накладные расходы на 1 единицу продукции.

Таблица 4.18– Расчёт уровня безубыточности

№	Показатель, тыс.руб	0	1	2	3	4	5
1	Количество лицензий шт.	0	25	27	26	28	25
2	Цена 1шт.	0	16	16	16	16	16
3	Выручка без НДС	0	400	432	416	448	400
4	Полные текущие издержки. в том числе:	0	305.067	308.517	306.792	310.242	305.067
5	постоянные издержки	0	261.942	261.942	261.942	261.942	261.942
6	ФОТ основных рабочих. включая взносы во внебюджетные фонды	0	223.08	223.08	223.08	223.08	223.08
7	Общепроизводственные расходы	0	33.462	33.462	33.462	33.462	33.462
8	Расходы на амортизацию	0	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
9	Переменные издержки 1 шт.	0	1.725	1.725	1.725	1.725	1.725
10	переменные издержки	0	43.125	46.575	44.85	48.3	43.125
11	Материальные издержки	0	37.5	40.5	39	42	37.5
12	Прочие расходы	0	5.625	6.075	5.85	6.3	5.625
13	Уровень безубыточности УБт (стр. 4 - стр.10)/(стр. 3 - стр.10)	0	0.733988 091	0.679618 603	0.705757 78	0.655346 51	0.733988 091

По результатам анализа уровня безубыточности в периоде, можно сделать вывод, что в целом проект является довольно устойчивым во всех периодах анализа.

Уровень безубыточности за весь срок проекта в количественном выражении определяется как отношение суммарных постоянных издержек к разности цены реализации одной лицензии и величины суммарных переменных издержек:

$$Y_6 = \frac{1309.710}{(16-5.4)} = 123 \quad (4.6)$$

Далее необходимо произвести расчёт общей экономической эффективности проекта. Для расчётов ставка дисконтирования была принята на уровне средней доходности по депозитам – 10%. Сводные данные представлены в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – План денежных потоков

№	Показатель, тыс. руб	Номер периода					
		0	1	2	3	4	5
Операционная деятельность							
1	Выручка без НДС	0	400	432	416	448	400
2	Полные текущие издержки. в том числе:	0	-299.667	303.11 7	301.39 2	-304.842	-299.667

3	Постоянные издержки	0	-256.542	- 256.54 2	- 256.54 2	-256.542	-256.542
4	ФОТ основных рабочих, включая взносы во внебюджетные фонды	0	-223.08	-223.08	-223.08	-223.08	-223.08
5	Общепроизводственные расходы	0	-33.462	-33.462	-33.462	-33.462	-33.462
6	Расходы на амортизацию	0	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4	-5.4
7	Переменные издержки	0	-43.125	-46.575	-44.85	-48.3	-43.125
8	Материальные издержки	0	-37.5	-40.5	-39	-42	-37.5
9	Прочие расходы	0	-5.625	-6.075	-5.85	-6.3	-5.625
10	Денежный поток от производственной (операционной) деятельности (п.1-п.2)	0	100.333	128.88 3	114.60 8	143.158	100.333
Инвестиционная деятельность							
11	Поступление инвестиций	0	0	0	0	0	0
12	Капиталовложения, обслуживание инвестиций	-283.090	0	0	0	0	0
13	Сальдо от инвестиционной деятельности (п.11+п.12)	- 283.0896 3	0	0	0	0	0
14	Сальдо суммарного потока (п.10+п.13)	- 283.0896 3	100.333	128.88 3	114.60 8	143.158	100.333
15	Сальдо накопленного потока	-283.090	- 182.7566 3	- 53.873 63	60.734 37	203.8923 7	304.2253 7
16	Коэффициент дисконтирования при ставке дохода 10%	1	0.909	0.826	0.751	0.683	0.621
17	Дисконтированное сальдо суммарного потока (стр.14*стр.16)	- 283.0896 3	91.21181 818	106.51 4876	86.106 6867	97.77884 024	62.29889 911
18	Сальдо дисконтированного накопленного потока	- 283.0896 3	- 191.8778 118	- 85.362 93579	0.7437 50917	98.52259 116	160.8214 903
19	Дисконтированные инвестиции (стр.12*стр.16)	- 283.0896 3	0	0	0	0	0

В результате расчёта были получены следующие показатели:

1. Чистый доход (сальдо денежного потока за расчётный период) ЧД= 304 225.37 р.

2. Чистый дисконтированный доход (накопленный дисконтированный эффект за расчетный период) ЧДД = 160 821.14 р.

3. Внутренняя норма доходности ВСД=16,80%. Так как ВСД проекта выше чем принятая ставка дисконтирования (10%), следовательно, выше средней альтернативной доходности по депозитам, можно сделать вывод о том, что вложение денег в проект эффективно.

4. Потребность в дополнительном финансировании ПФ=283 089.63 р., что соответствует бюджету проекта. Нет необходимости привлекать дополнительные средства сверх бюджета во время реализации проекта.

5. Дисконтированный срок окупаемости проекта наступает внутри периода 3. Срок окупаемости с начала третьего периода вычисляется по формуле:

$$t = 3 - (-85,563)/86,1067 = 3.99 \quad (4.7)$$

Отсюда получаем срок окупаемости проекта 3,99 года от начала операционной деятельности.

6. Индекс доходности инвестиций определяется от общего начального капиталовложения и рассчитывается по формуле:

$$\text{ИД} = 1 + \frac{\text{ЧД}}{\text{К}} = \frac{304.225}{283.089} = 2,07 \quad (4.8)$$

7. Дисконтированный индекс доходности определяется от общей дисконтированной суммы инвестиций:

$$\text{ИДД} = 1 + \frac{\text{ЧДД}}{\text{ДК}} = \frac{160.821}{283.089} = 1,56 \quad (4.9)$$

Для возврата вложенных инвестиций с учётом указанных издержек и цены, необходимо реализовать минимум 123 лицензии. По текущему плану количество реализованных лицензий за срок реализации проекта составит 131, что выше точки безубыточности. Следовательно, проект сможет вернуть инвестиции и получить прибыль сверх этого.

Оценка социальной эффективности научного проекта позволяет учитывать социально-экономические последствия для общества в целом или отдельных категорий населения, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты. Результаты оценки социальной эффективности представлены в таблице 4.20:

Таблица 4.20 - Критерии социальной эффективности

До	После
Низкая заинтересованность пациентов в своевременной диагностике	Привлечение внимания к проблеме ССЗ, повышение информированности пациентов о риске

До	После
Высокая загруженность врача,	Уменьшение нагрузки на врачебный состав за счёт автоматизации процесса мониторинга
Отсутствие своевременной информации о состоянии пациента	Возможность регулярного отслеживания наблюдаемых пациентов

4.12. Оценка сравнительной эффективности исследования

Для расчета сравнительной эффективности происходит используется интегральный показатель эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Результаты оценки интегрального показателя финансовой эффективности текущего и аналогичных решений:

Таблица 4.21 – Расчёт показателя финансовой эффективности

Критерии/ПО	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
Стоимость проекта	283 086.63 Р	350 000.00 Р	250 000.00 Р
Итого: I_m	0.935645	1	0.875

Для оценки интегрального показателя ресурсоэффективности научного исследования был проведен анализ возможных аналогичных решений. Результаты анализа представлены в таблице 4.22.

Таблица 4.22 - Сравнительная оценка характеристик вариантов

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0.3	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.2	4	5	4
3. Помехоустойчивость	0.1	3	3	3
4. Энергосбережение	0.1	4	3	3
5. Надежность	0.2	4	4	3
6. Материалоемкость	0.1	3	3	3
Итого: I_f	1	4.1	3.9	3.2

Интегральный показатель эффективности разработки и аналогов определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя:

Таблица 4.23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Показатель	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
Интегральный финансовый показатель разработки I_f	1	0.875	0.93
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки I_m	3.9	3.2	3.8

Интегральный показатель эффективности $I_{финр} = I_m/I_{ф}$	3.9	3.65	4.06
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	3	2	1

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показал, что выбранное решение является оптимальным с точки зрения экономической и ресурсной эффективности.

4.13. Вывод по разделу

По итогам выполнения раздела была проведена оценка экономической эффективности и ресурс эффективности проекта. Так же была выбран целевой сегмент для распространения товара с низким проникновением конкурентов на рынок (специализированные ЛПУ в области кардиологии).

По результатам расчёта экономических показателей эффективности возврата инвестиций, можно сделать вывод о том, что проект является инвестиционно-привлекательным. Данный проект имеет экономические преимущества по сравнению с конкурентами решениями на рынке (низкий бюджет и цена реализации лицензии).