

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.04.03. Прикладная информатика  
Отделение Информационных технологий

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Информационная технология поддержки врачебных решений при диагностике заболеваний бронхиальной астмы.

УДК 004:005:53:616:248-08

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Бочарова Анастасия Евгеньевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения ИТ	Марухина О.В.	К. Т. Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделам «Предметная область» и «Создание информационной системы»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мокина Е.Е.			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения СГН	Старикова Е.В.	к. ф. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			

Консультант лингвист отделения ИЯ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Краснова Т.И.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина О.В.	К. Т. Н.		

Томск – 2018 г.

**Планируемые результаты обучения по программе  
09.04.03 – Прикладная информатика**

<b>Код</b>	<b>Результат обучения</b>
P1	Применяет базовые и специальные знания в области современных информационно-коммуникационных технологий для решения междисциплинарных инженерных задач.
P2	Проводит теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных в области информатизации и автоматизации прикладных процессов и создания, внедрения, эксплуатации и управления информационными системами в прикладных областях
P3	Внедряет, сопровождает и эксплуатирует современные информационные системы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
P4	Активно владеет иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности.
P5	Владеет и применяет методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе глобальных компьютерных сетей.
P6	Эффективно работает индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрирует ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P7	Самостоятельно учится и непрерывно повышает квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
<b>Профиль «Системы корпоративного управления»</b>	
P8	Применяет глубокие профессиональные знания основ построения информационных технологий и систем, достаточные для решения научных и профессиональных задач производства. Знает современные проблемы и методы

	прикладной информатики и научно-технического развития информационных технологий.
P9	Ставит и решает задачи комплексного анализа, связанные с информатизацией и автоматизацией прикладных процессов; созданием, внедрением, эксплуатацией и управлением информационными системами в прикладных областях, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P10	Способен организовывать работы по моделированию прикладных ИС и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации. Способен управлять проектами по информатизации прикладных задач и созданию ИС предприятий и организаций.

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

---

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.04.03. Прикладная информатика  
Отделение Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Доцент ОИТ ИШИТР

\_\_\_\_\_ Марухина О.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
8КМ61	Бочаровой Анастасии Евгеньевне

Тема работы:

Информационная технология поддержки врачебных решений при диагностике заболеваний бронхиальной астмы.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	20.04.2018 №27961С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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></p>	<p>Объектом данного исследования являются физиологические данные больных различными формами бронхиальной астмы, собранные за несколько месяцев в городской больнице №3 г.Томска.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Изучить роль психо – социальных факторов в развитии, течении и контроле бронхиальной астмы</p> <p>2. Изучить влияние аудиовизуальной стимуляции на пациентов, больных бронхиальной астмой</p> <p>3. Выявить информативные показатели.</p> <p>4. Выявить закономерности, позволяющие с определенной долей вероятности диагностировать тип бронхиальной астмы.</p> <p>5. Оформить в виде алгоритма.</p> <p>6. Создать информационную систему поддержки принятия решения.</p>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>ER-модель, деревья решений</p>
--	-----------------------------------

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Разделы 1,3	Мокина Елена Евгеньевна
Разделы 2	Марухина Ольга Владимировна
Раздел 4	Старикова Екатерина Васильевна
Раздел 5	Авдеева Ирина Ивановна

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

1. Введение
2. Современное положение систем поддержки принятия решений в медицине.
3. Бронхиальная астма

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина О.В.	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Бочарова Анастасия Евгеньевна		

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Специальность 09.04.03. Прикладная информатика  
 Уровень образования Магистратура  
 Отделение Информационных технологий  
 Период выполнения Весенний семестр 2018 учебного года  
 Форма представления работы:

магистерская диссертация
--------------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2018	Получение задания на ВКР	
01.03.2018	Получение задания по финансовому менеджменту	
17.03.2018	Получение задания по социальной ответственности	
31.03.2018	Глава 1. Предметная область	
05.04.2018	Глава 2. Интеллектуальный анализ данных	
17.04.2018	Глава 3. Разработка модуля информационной системы	
22.04.2018	Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	
29.04.2018	Глава 5. Социальная ответственность	
25.05.2018	Проверка оформления. Заключение.	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина О.В.	к. т. н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина О.В.	к. т. н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8К21	Бочарова Анастасия Евгеньевна

Школа	ИШИТР	Отделение	Информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.03 Прикладная информатика

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, предоставленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QuaD-анализ, анализ конкурентных решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Матрица SWOT
2. График Ганта

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	1.04.2018
---	-----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. МЕН	Старикова Е.В.			1.04.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К21	Бочарова А.Е.		1.04.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8КМ61	Бочарова Анастасия Евгеньевна

Школа	ИШИТР	Отделение	Информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.03 Прикладная информатика

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>На основании данных пациентов, больных бронхиальной астмой психогенного типа выявлены принципы диагностики этого вида астмы и спроектирована медицинская информационная система поддержки принятия решений. Информационная система будет использоваться медицинскими работниками. Рабочее место – офисное помещение с персональным компьютером</p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; действие фактора на организм человека; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: механические опасности (источники, средства защиты); термические опасности (источники, средства защиты);</p>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Отклонение показателей микроклимата</li> <li>– Повышенный уровень шума</li> <li>– Повышенный уровень электромагнитных излучений</li> <li>– Повышенное уровень ионизирующих излучений</li> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>– Зрительное и нервное напряжение</li> <li>–</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого</p>
---	---



<p>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Статическое электричество</li> <li>- Короткое замыкание</li> <li>- Электрический ток</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Утилизация люминесцентных ламп, компьютеров и другой оргтехники</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Возможные чрезвычайные ситуации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Пожар</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Рабочее место при выполнении работ сидя регулируется ГОСТом 12.2.032 – 78</li> <li>- Организация рабочих мест с электронно-вычислительными машинами регулируется СанПиНом 2.2.2/2.4.1340 – 03, СанПиНом 2.22.542-96</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Бочарова Анастасия Евгеньевна		01.03.2018

## Реферат

Дипломная работа содержит: 129 страниц, 28 рисунков, 22 таблицы, 26 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: информационная система, медицинские исследования, Oracle APEX, анализ данных, бронхиальная астма, аудиовизуальная стимуляция мозга.

Работа состоит из введения, 5 разделов и заключения.

Во введении отражена актуальность задачи и описаны основные требования к проекту.

В первом разделе диссертации представлен обзор предметной области

Во втором разделе описаны и применены на практике методы интеллектуального анализа данных. Результатом данного раздела является алгоритм определения типа бронхиальной астмы.

Третий раздел посвящен описанию существующей информационной системы и реализации ее нового модуля с использованием результатов п. 2.

В четвертом разделе представлен финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Пятый раздел посвящен вопросу социальной ответственности.

Заключение включает основные выводы по работе.

В будущем планируется дорабатывать систему новыми модулями, основанными на интеллектуальном анализе данных.

## **Определения**

Бронхиальная астма: Хроническое воспалительное заболевание дыхательных путей, в котором принимают участие клетки (тучных, эозинофилов, Т-лимфоцитов), медиаторы аллергии и воспаления.

Спирометрия: Метод исследования функции внешнего дыхания, включающий в себя измерение объёмных и скоростных показателей дыхания.

Пикфлоуметрия: Метод обследования, которое определяет пиковую скорость выдоха.

Аудиовизуальная стимуляция: Физиологически-ориентированный метод, при котором изменение функционального состояния центральной нервной системы достигается за счет воздействия периодическими импульсами света на зрительный анализатор и на слуховой анализатор.

## Обозначения и сокращения

- БА – бронхиальная астма;
- ОФВ – объем форсированного выдоха;
- ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких;
- ПСВ – пиковая скорость выдоха;
- АВС – аудиовизуальная стимуляция;
- БАПИ – бронхиальная астма психогенно – индуцированная;
- БАСП – бронхиальная астма сомато – психогенная;
- БАНП – бронхиальная астма непсихогенная;
- ПО – психогенная одышка;
- И – МОД – индекс минутного объема дыхания;
- И – ЖЕЛ – индекс жизненной емкости легких;
- И – ФЖЕЛ – индекс форсированной жизненной емкости легких;
- И – ОФВ1 – индекс объема форсированного выдоха за 1 секунду;
- И – МВЛ – индекс максимальной вентиляции легких;
- И – ПОС – индекс пиковой объемной скорости выдоха;
- И – МОС25 – индекс максимальной объемной скорости выдоха на уровне 25% форсированной жизненной емкости легких;
- И – МОС50 – индекс максимальной объемной скорости выдоха на уровне 50% форсированной жизненной емкости легких;
- И – МОС75 – индекс максимальной объемной скорости выдоха на уровне 75% форсированной жизненной емкости легких;
- И – Cdyn – индекс динамической растяжимости легких;
- И – Cstat – индекс статической растяжимости легких;
- И – Rвд – индекс бронхиального сопротивления на вдохе;
- И – Rвыд – индекс бронхиального сопротивления на выдохе;
- И – Wобщ – индекс общей работы дыхания;
- И – Wуд – индекс удельной работы дыхания;
- И – Wн.эл – индекс неэластической фракции общей работы дыхания;
- И – Wэл – индекс эластической фракции общей работы дыхания;

И – W МОД10 – индекс общей работы дыхания при МОД10;

И – W МОД15 – индекс общей работы дыхания при МОД15;

И – W МВЛобщ – индекс общей работы дыхания при максимальной вентиляции легких;

И – W МВЛуд – индекс общей работы дыхания при максимальной вентиляции легких.

## Оглавление

Реферат .....	10
Определения .....	11
Обозначения и сокращения.....	12
Введение.....	17
Обзор литературы.....	19
1. Предметная область .....	21
1.1. Современное положение систем поддержки принятия решений в медицине. ....	21
1.2. Бронхиальная астма.....	30
1.3. Классификация бронхиальной астмы.....	31
1.4. Психологическая природа бронхиальной астмы. ....	36
1.5. Аудиовизуальная стимуляция (ссылки из диплома магистра).....	38
1.6. Описание данных.....	44
2. Интеллектуальный анализ данных .....	45
2.1. Проблема обработки многомерных данных .....	45
2.2. Методы и средства анализа данных .....	46
2.3. Предварительная обработка данных .....	49
2.4. Результаты анализа.....	51
2.5. Информативность. ....	53
2.6. Методы оценки информативности .....	54
2.6.1. Оценка информативности по Кульбаку.....	55
2.7. Анализ данных с учетом информативности .....	58
3. Разработка модуля информационной системы .....	62
3.1. Существующая информационная система.....	62
3.2. Доработка базы данных нового модуля .....	64
3.3. Разработка модуля «Диагностика бронхиальной астмы» .....	66
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	70
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	70
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	70
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений .....	72
4.1.3. Технология QuaD .....	73

4.1.4.	SWOT-анализ.....	75
4.2.	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	76
4.3.	Планирование научно-исследовательских работ .....	77
4.3.1.	Структура работ в рамках научного исследования.....	77
4.3.2.	Определение трудоемкости выполнения работ.....	78
4.3.3.	Разработка графика проведения научного исследования .....	79
4.3.4.	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	82
4.3.5.	Расчет материальных затрат НТИ.....	83
4.3.6.	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ .....	85
4.3.6.1.	Основная заработная плата исполнителей темы.....	85
4.3.6.2.	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	87
4.3.6.3.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	88
4.3.6.4.	Расчет затрат на научные и производственные командировки.....	88
4.3.6.5.	Контрагентные расходы .....	89
4.3.6.6.	Накладные расходы.....	89
4.3.6.7.	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	89
4.4.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	90
5.	Социальная ответственность .....	94
5.1.	Производственная безопасность .....	95
5.1.1.	Повышенный уровень электромагнитных излучений .....	95
5.1.2.	Отклонение показателей микроклимата .....	96
5.1.3.	Недостаточная освещённость рабочей зоны .....	98
5.1.4.	Расчет искусственного освещения.....	100
5.1.5.	Повышенный уровень шума на рабочем месте .....	103
5.1.6.	Электробезопасность.....	103
5.2.	Экологическая безопасность .....	105
5.2.1.	Отходы .....	105
5.3.	Организационные мероприятия обеспечения безопасности .....	106
5.4.	Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	107
5.5.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	107

5.5.1. Оценка пожарной безопасности помещения .....	107
5.5.2. Анализ возможных причин загорания .....	108
5.5.3. Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров.....	108
Заключение .....	110
Список публикаций.....	111
Список литературы .....	112
Приложение А .....	115
Приложение Б.....	116
Приложение В.....	117
Приложение Г .....	118



## **Введение**

Состояние здоровья населения всей нашей планеты является одной из наиболее значимых ценностей. И от этого состояния напрямую зависит благополучие всего общества в целом.

Актуальность этой проблемы растет вместе с числом больных бронхиальной астмой (БА). Можно выделить особую группу среди больных. Эту группу формируют больные, в патогенезе которых большую роль играют эмоциональные факторы. В результате этого проблема психосоматических расстройств в медико-социальном плане становится проблемой, требующей междисциплинарного подхода.

Интерес к проблеме БА не ослабевает так как, во-первых, распространенность БА имеет тенденцию к увеличению. Поэтому необходимо изучение других факторов риска, кроме традиционных (аллергены). Надо учитывать и внутренние психофизиологические особенности организма в условиях изменений социальной и информационной окружающей среды. Во-вторых, несмотря на эффективную терапию эффективного контроля астмы не достигнуто. Многие эпидемиологические исследования показывают, что психологические проблемы и социальные стрессы снижают эффективность терапии астмы. В-третьих, в течение последних двух десятилетий активно развиваются такие направления в науке как: психонейроиммунология, психонейроэндокринология. Они пытаются объяснить сложные механизмы многих заболеваний, развитие которых происходит в ходе тесной интеграции нервной, иммунной и эндокринных систем.

Объектом данного исследования являются физиологические данные больных различными формами бронхиальной астмы, собранные за несколько месяцев в городской больнице №3 г.Томска.

Проблема, которой посвящена данная работа связана с тем, что лечение бронхиальной астмы психологической природы и не психологической различны. При этом, для того чтобы диагностировать психогенную природу

бронхиальной астмы возможно необходим длительный диалог пациента с психологом. А это требует серьезных временных и финансовых затрат.

В связи с этим целью работы становится сокращение времени диагностики психологической природы бронхиальной астмы. Для того чтобы достичь поставленной цели необходимо решить следующий ряд задач.

- Изучить роль психо – социальных факторов в развитии, течении и контроле бронхиальной астмы
- Изучить влияние аудиовизуальной стимуляции на пациентов, больных бронхиальной астмой
- Выявить информативные показатели.
- Выявить закономерности, позволяющие с определенной долей вероятности диагностировать тип бронхиальной астмы.
- Оформить в виде алгоритма.
- Создать информационную систему поддержки принятия решения.

Таким образом, работа направлена на поиск алгоритма, позволяющего с определенной долей вероятности диагностировать психогенную природу астмы, а также оформить этот алгоритм в виде информационной системы.

Разработка информационной системы велась в среде Oracle Apex. Программный продукт реализован как веб-приложение, использование которого не требует специальной подготовки пользователей.

Актуальность создания подобной системы поддержки принятия решений бесспорна. Это заболевание имеет множество разнообразных причин, что сильно затрудняет диагностику. Подобная система позволит с большой вероятностью сузить круг поиска причин и соответственно методов лечения астмы.

## Обзор литературы

Данное направление исследования потребовало междисциплинарного подхода. На изучение психологической природы бронхиальной астмы и выявление способов ее диагностики были направлены следующие исследования:

В основе исследования лежит предложенная томскими медиками (Языков К.Г., Немеров Е.В.) психосинергетическая модель психогенной бронхиальной астмы[1]. Медики вели исследование в направлении влияния аудиовизуальной стимуляции на пациентов, больных бронхиальной астмой.

А. Сеидова проводила кластерный анализ по типам бронхиальной астмы и достигла 80% точности попадания, что подтвердило предположения, выдвинутые томскими медиками (Языков К.Г., Немеров Е.В.).[2]

Бурцева А.Л. в своей работе «Исследование физиологических особенностей у больных различными формами бронхиальной астмы на основе статистических методов анализа данных» провела исследование, в ходе которого установила, что аудиовизуальная стимуляция оказывает немедикаментозное воздействие, позволяющее существенно сократить нежелательные побочные реакции при лечении бронхиальной астмы. [3]

Среди информационных и интеллектуальных систем, связанных с проблемами диагностики и изучения бронхиальной астмы можно выделить следующие[4]:

1. Система поддержки принятия решения для оценки контролируемости бронхиальной астмы по результатам суточной пикфлоуметрии (Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания СО РАМН (Н.С. Безруков, В.П. Колосов, Ю.М. Перельман, Ю.Ю. Хижняк)). Система состоит из двух подсистем, работающих независимо друг от друга, признаки которых выбираются медиком-экспертом при помощи статистических критериев. Реализована на базе пакета «Medical Toolbox».

2. Система поддержки принятия решения для диагностики бронхиальной астмы по нейрофизиологическим параметрам на основе адаптивной нейро-нечеткой сети /Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания СО РАМН (Н.С. Безруков, Е.В. Ермакова, В.П. Колосов, Ю.М. Перельман). При диагностике используются параметры, значимость которых подтверждена статистическими критериями. На основе значимых параметров строятся подсистемы диагностики в пакете «Medical Toolbox».

3. Web-сайт «Виртуальный Астма-центр» и его версия для мобильных устройств (Хузина Е.А., Фурман Е.Г., Малинин С.В., Корюкина И.П.)

4. Проблемно-ориентированная информационная система лечебно-профилактической помощи больных бронхиальной астмой (Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко (А.В. Будневский, В.Т. Бурлачук, А.В. Разворотнев)).

В проектируемой в рамках ВКР системе поддержки медицинских исследований форм бронхиальной астмы использован опыт создания аналогичных МИС (в частности, перечисленных выше).

Несмотря на большое количество исследований, посвященных проблеме роли психо-социальных факторов в генезе бронхиальной астмы, их результаты непоследовательные и противоречивые (Douwes J., Brooks C., and Pearce N. 2011). А связи между психосоциальными факторами и астмой и другими atopическими расстройствами носят двусторонний характер, при котором не всегда можно различить вклад поведенческих или физиологических путей (Chida Y, Hamer M, Steptoe A. 2008).

## **1. Предметная область**

### **1.1. Современное положение систем поддержки принятия решений в медицине.**

Современный уровень развития медицины предоставляет в распоряжение лечащего врача тысячи разнообразных диагностических решений, лечебных методик и лекарственных средств. Для выбора правильного пути лечения врачу-клиницисту приходится учитывать очень много различных факторов, таких как показания и противопоказания конкретного лечения, индивидуальные особенности пациента и течения его заболевания, совместимость или усиление влияния тех или иных методов обследования или лекарственных препаратов друг на друга.

В результате, в условиях высокой нагрузки, врачу необходимо при диагностике и назначении лечения принимать во внимание все особенности, строить свою работу, опираясь на опыт, знания, клиническое представление о больном и многотомные клинические руководства. Держать все в памяти и принимать своевременные решения без ошибок становится все сложнее.

В результате число врачебных ошибок растет. Ситуацию усугубляет также тот факт, что наука не стоит на месте и объем знаний растет очень быстро, а время на принятие врачом решения не увеличивается. Ошибки приводят к снижению эффективности работы систем здравоохранения, к росту смертности, к ухудшению качества жизни пациентов, к страху и недовольству системой здравоохранения в обществе.

В больницах США ежедневно регистрируют около 40 тыс. случаев причинения вреда здоровью пациентов вследствие врачебных ошибок, что составляет около 15 млн. таких случаев в год [5]. Жертвами ошибок, связанных с неправильным употреблением лекарств, становятся полтора миллиона американцев. Около 7 тыс. из них умирают из-за недосмотра

медиков и фармацевтов. По данным Института Медицины, входящего в структуру Национальной Академии наук США (Institute of Medicine of the National Academy of Science), ущерб достигает 3,5 млрд. долларов [5].

В Европейском Союзе (ЕС) в каждом десятом случае обращения за медицинской помощью ставят ошибочный диагноз или назначают неправильное лечение. Согласно данным Комиссии ЕС, в Германии каждый год от врачебных ошибок умирают около 25 тыс. немцев. Ежегодно в стране отмечают до 100 тыс. случаев ошибок диагностики, неправильного назначения лекарств и других дефектов оказания медицинской помощи. Число больных, пострадавших от врачебных ошибок, в Канаде составляет 30%, в Австралии – 27%, в Новой Зеландии – 25%, в Германии – 23%, в Великобритании – 22%. В России такую официальную статистику не проводят из-за отсутствия законодательного закрепления таких понятий, как «врачебная ошибка», «дефект медицинской помощи», «халатность при оказании медицинской помощи» [6].

Наиболее перспективным и эффективным методом для уменьшения количества таких ошибок являются ИТ-решения, берущие часть работы врача на себя. Их основная задача состоит в хранении и анализе всех имеющихся данных о пациенте и методах лечения, а также предотвращение действий, которые могут нанести ущерб здоровью пациента.

В России создана и развивается Единая государственная информационная система здравоохранения (ЕГИСЗ). С ее появлением информационные технологии стали применяться в медицинской практике все чаще. Также есть тенденция к определенной стандартизации медицинских информационных систем (МИС). Теперь вместо большого числа различных, часто узкоспециализированных разработок разрабатываются типовые продукты. Основой ЕГИСЗ, как первичное звено здравоохранения являются

медицинские информационные системы медицинской организации (МИС МО).

Основной задачей МИС МО на сегодняшний день остается ведение электронных медицинских карт пациентов (ЭМК), сбор и хранение первичной медицинской информации в электронном виде, а также автоматизация непрофильных задач, таких как ведение документации, автоматическое формирование медицинской статистики, сдача реестров по ОМС, учет лекарственных средств и т.д.

В ближайшем будущем предстоит разработать на основе МИС интеллектуального помощника врача, который будет внедрять клинические руководства, контролировать качество медицинской помощи, а также помогать врачу принимать решения. Это позволит существенно улучшить качество медицинской помощи и уменьшить число врачебных ошибок.

В «Типовых требованиях к МИС МО», утвержденных 01.02.2016 Министром здравоохранения В.И. Скворцовой, предусмотрено разделение МИС МО на 3 уровня развития: минимальный, базовый и расширенный [7]. Минимальный уровень включает функции, без которых нельзя назвать данный программный продукт полноценной медицинской информационной системой. Базовый уровень включает функции, позволяющие перейти на ведение медицинской документации в электронном виде. Расширенный уровень включает поддержку принятия врачебных решений. Документ описывает функциональные возможности по различным направлениям работы МО достаточно полно, однако описание конкретных функций, которые могли бы быть отнесены к поддержке принятия врачебных решений нет.

Под системой поддержки принятия решений обычно понимается информационная система, которая собирает данные, обрабатывает их и способна влиять на процессы принятия решений в различных областях

человеческой деятельности. В здравоохранении термин уточнен: «системы поддержки принятия врачебных решений» (СППВР). Разработки и исследования по данной теме ведутся во всем мире и в различных направлениях [8,9,10] не менее 30 лет. Причем количество публикаций по этой теме в России постоянно растет, особенно существенно в последние 2 года (рис. 1).



Рис.1 Динамика публикаций

Динамика публикаций по теме систем поддержки принятия врачебных решений по данным портала eLibrary.ru за 2010–2016 гг.

Ниже будут рассмотрены различные примеры реализации функций СППВР в МИС МО.

### **Ведение электронной медицинской карты**

Минимальный уровень развития МИС МО позволяет упростить и ускорить формирования медицинских документов. Это минимальная помощь врачу со стороны информационной системы. Вообще такая система еще не является системой поддержки принятия врачебных решений, однако без этой составляющей говорить об информатизации врачебной нельзя.



## **Справочно-библиотечные функции МИС МО**

Справочные функции – еще одна функциональность МИС МО, которую можно отнести к поддержке принятия врачебных решений. Основной задачей этого модуля становится формирование подборки сведений, клинических рекомендаций или других материалов по запросу врача. Например, встроенный в МИС МО справочник лекарственных средств позволит врачу быстро получить всю необходимую информацию при назначении лечения. Нагрузка на врача на сегодняшний день огромна. Она не позволяет использовать Интернет или какие-то отдельные программы, чтобы изучить объемные клинические рекомендации. На это просто нет времени.

### **Формирование «интегрального анамнеза»**

По запросу врач может получить основную клинически значимую информацию о пациенте, обеспечивая тем самым преемственность оказания медицинской помощи. Крайне важно, чтобы система работала не только внутри одной медицинской организации(МО), но также между всеми МО региона или страны в целом. Для этого в системе должен происходить обмен необходимыми данными с федеральным сервисом «Интегрированной электронной медицинской карты» (ИЭМК).

### **Автоматизация врачебных назначений**

Автоматизация врачебных назначений – это, пожалуй, наиболее распространенная на данный момент форма поддержки принятия врачебных решений в МИС МО. Чаще всего данная функциональность представлена в виде так называемых «электронных листов назначений» (ЭЛН). Основная задача, которую решают с помощью внедрения ЭЛН – это реализация разнообразных функций, помогающих предотвратить ошибочные действия или бездействия в отношении жизни и здоровья пациентов. Наиболее развитые реализации включают автоматизацию врачебных назначений путем

использования шаблонов и медицинских стандартов, контроль ошибок при назначении лекарственной терапии, подбор рекомендаций пациенту на основании установленного диагноза и т.д. В нашей стране есть достаточно большой опыт разработки и оценки эффективности такого подхода, представленный в работах Е.И. Шульмана [12] и профессора В.М. Тавровского [13], разработавшего и описавшего целый комплекс решений, названных им «частными алгоритмами действий врача». Опубликованные результаты свидетельствуют о действительном клиническом эффекте подобных функций, который заключается в уменьшении рисков врачебных ошибок и повышении эффективности работы врача.

### **Автоматический контроль требований нормативно-правовых актов**

Еще одним аспектом эффективных элементов поддержки принятия врачебных решений является автоматическое соблюдение нормативно-правовых актов (НПА) на этапе формирования врачебного назначения. Сегодня многие направления в работе МО подробно и жестко регулируются НПА, которые чаще всего являются приказами Минздрава.

Например, проведение обязательного медицинского освидетельствования лиц, занятых в опасных или вредных условиях труда, регулируется Приказом Минздрава № 302 от 12.04.2011 «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». [14]

Также проведение диспансеризации и профосмотров взрослого населения регулируется Приказами № 1006н и 1011н., а диспансеризация детей,

находящихся в тяжёлой жизненной ситуации, регламентирована приказом Минздрава РФ № 72н от 15.02.2013 г. «О проведении диспансеризации пребывающих в стационарных учреждениях детей-сирот и детей, находящихся в трудной жизненной ситуации», и приказом Минздрава РФ № 216н от 11.04.2013 г. «Об утверждении порядка диспансеризации детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, в том числе усыновлённых (удочерённых), принятых под опеку (попечительство) в приёмную или патронатную семью».

Оказание медицинской помощи беременным и родильницам, регламентируется приказом Минздрава РФ № 572н от 01.11.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)» и т.д.

В большинстве случаев такие приказы насчитывают десятки страниц подробных требований. Конечно, невозможно держать в голове и безошибочно применять все НПА на практике. ЭМК позволила бы обеспечить соблюдение требований с наименьшими затратами со стороны медиков. Подобные функции также относятся к поддержке принятия врачебных решений.

### **Автоматический контроль «клинического минимума»**

«Клиническим минимумом» в медицинской практике называют минимальный набор данных о пациенте, которые позволяют сделать первые диагностические предположения и начать целенаправленное обследование и лечение. В каждом профиле мед. помощи данные, входящие в минимум свои. Клинический минимум должен быть собран не более, чем за 3 дня [15]. Отсюда возникает еще одна задача для СППВР: автоматически контролировать сроки сбора и полноту «клинического минимума», а также

информировать о фактах нарушения. Эта функциональность опять же экономит время врача и обеспечивают соблюдение медицинских стандартов. Также МО сможет более эффективно использовать медицинскую технику и повысить качество работы диагностических подразделений. Более того, такая функциональность позволит избежать избыточных назначений.

### **Автоматическая поддержка клинических руководств.**

Автоматическая поддержка клинических руководств (рекомендаций), включая быстрый доступ врача к их текстам, автоматизированные подсказки при назначении обследования и лечения и, как финальный аспект – контроль их соблюдения – это важнейшая и одна из самых сложных задач поддержки принятия врачебных решений в МИС МО. Клинические руководства, они же клинические рекомендации (протоколы лечения) это набор документальных утверждений, разработка которых основывается на доказательной медицине. Клиническое руководство обязательно должно быть утверждено нормативно-правовым актом, быть заполнено методами диагностики, классификацией, а также планом и условиями ведения больного, такими как продолжительность лечения, этапы, длительность госпитализации и т.д.. Словом, всю необходимую информацию, которой должен располагать врач, чтобы принять решение в конкретной клинической ситуации.

С 2013 года Минздрав России, работает над созданием клинических рекомендаций (КР). Работа состоит в гармонизации законодательной и нормативной базы, которые регламентируют оказание медицинской помощи, с целью упорядочивания процессов, медицинских технологий и услуг в сфере здравоохранения. 1200 клинических рекомендаций для большей части заболеваний, которые обуславливают 90% заболеваемости и смертности населения было подготовлено к 2017 году. [16]

Внедрение КР даст врачу единый, выверенный на федеральном уровне набор конкретных достоверных практических рекомендаций по тактике ведения пациента. Тексты по таким рекомендациям будут доступны всем врачам с рабочего места. Часть из них уже выложены в сети Интернет в свободном доступе [17].

### **Автоматический контроль критериев качества медицинской помощи**

Чтобы внедрить клинические руководства во врачебную практику необходимо создать и утвердить на законодательном уровне критерии качества оказания медицинской помощи. Иначе невозможно будет оценить работу врача. Критерии могут быть разделены на три группы: смысловые, содержательные, временные и результативные. Которые соответственно характеризуют действия, время работы специалиста с одним пациентом и достижение результата. Индикатором последнего может служить, например, наличие/отсутствие осложнений у пациента.

Критерии качества выступают в роли формальных показателей, которые будут использованы при проверках контрольно-надзорными органами и страховыми медицинскими организациями. По всем законченным случаям лечения выставляется интегральный балл качества, который формируется с учетом всех 3 групп критериев. Количество критериев на каждое заболевание или группу заболеваний может быть разным, однако Минздрав будет выделять в среднем 15 наиболее приоритетных критериев качества с точки зрения контроля оказания медицинской помощи.

## **1.2. Бронхиальная астма**

Бронхиальная астма - хроническое прогрессирующее воспалительное заболевание дыхательных путей, характеризующееся обратимой бронхиальной обструкцией и гиперреактивностью бронхов.

Бронхиальная астма является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины в связи с высоким уровнем распространения, стойкой утратой трудоспособности, снижением качества жизни больного и смертности. В настоящее время в мире этим заболеванием страдает около 300 млн человек.

По статистическим данным различных организаций в Европе больно астмой 5% населения и ежегодно погибает более 10 000 человек. В одной Великобритании на лечение и борьбу с болезнью тратят около 3,94 миллиардов долларов в год.

Бронхиальная астма — это болезнь всего человечества. На земном шаре насчитывается не менее 130 миллионов больных. Чаще всего ее регистрируют в промышленно развитых странах, например, в Великобритании заболевших 9% населения, а это 5,2 миллиона человек. Причем чаще всего ее диагностируют у детей школьного возраста – 10-15% школьников больны бронхиальной астмой. По статистике среди детей больных мальчиков в два раза больше, чем девочек. Среди взрослых больше больных женщин. Причины такого развития заболевания не ясны. И несмотря на лечение, только в Великобритании ежегодно погибает 1400 человек.

Бронхиальная астма – болезнь, которая нарушает образ жизни человека и мешает ему трудоустроиться. Страх приступа делает не возможным выполнение простейших работ, а симптомы обострения течения заболевания могут привести к уходу на больничный на несколько дней. У детей не меньше проблем. Обычно они плохо сходятся с другими детьми, так как не могут выполнять ряд заданий, участвовать в различных мероприятиях.

Заболевание оказывает влияние и на экономику семьи, а так же стран в целом. Например, в Великобритании, где это широко распространенное заболевание, стоимость лечения министерство здравоохранения оценивает в 889 млн. фунтов стерлингов за год. Дополнительно государство расходует 260 млн. на социальные льготы и выплачивает по утрате трудоспособности 1,2 млрд. фунтов стерлингов. Таким образом, астма обходится в 2,3 млрд. фунтов стерлингов в год.

По статистике, астмой в России страдает около 10% взрослого населения и 15% детей, а в последние годы положение ещё более усугубилось, увеличилась частота заболеваний астмой и тяжесть её протекания. По некоторым данным, количество заболевших бронхиальной астмой, за последние 25 лет, увеличилось в 2 раза.

### **1.3. Классификация бронхиальной астмы**

Классификация бронхиальной астмы очень обширная, она подразумевает подразделение болезни на такие категории, как стадии, формы, фазы, фенотипы. Такая классификация необходима в связи с тем, что астма – это мультифакториальная хроническая болезнь, лечение которой должно быть дифференцированным.

Критерии классификации болезни

Медики всего мира при постановке диагноза пульмонологическому больному пользуются единственным документом, который имеет название Международная классификация болезней, травм и причин смерти. Отдельные виды бронхиальной астмы в этом документе выделены на основании двух критериев:

- происхождения;
- тяжести течения.

Такое деление современные специалисты считают явно недостаточным. Новый подход к классификации болезни предусматривает учет многих нюансов ее течения, например:

- степень тяжести до того, как лечение началось;
- есть ли ответ на лечение, насколько он значительный;
- возможно ли осуществлять контроль над болезнью (возможно ли благодаря проводимой терапии добиться длительной ремиссии, избежать повторения новых приступов удушья);
- взаимосвязаны ли особенности течения бронхиальной астмы с причинами ее возникновения;
- как и почему у заболевания возникают осложнения.

### **Этиологическая классификация болезни**

Выявление причины возникновения бронхиальной астмы играет важнейшую роль в том, каким должно быть ее лечение. Устранение провоцирующих факторов поможет избежать новых приступов удушья, стабилизировать состояние больного и вызвать у него стойкую ремиссию.

По причине возникновения болезнь подразделяют на три большие группы:

#### **Экзогенная (аллергическая) бронхиальная астма**

Причиной приступов удушья или астматического кашля, в этом случае, является внешний раздражитель – респираторный, реже пищевой, аллерген. К вдыхаемым аллергенам относятся домашняя пыль, пыльца растений, споры, плесневые грибки, шерсть, слюна, отмершие клетки кожи животных, клещи, табачный дым, прочее. Обычно, гиперреакция наблюдается сначала со стороны верхних дыхательных путей, происходит развитие аллергического ринита, синусита, ларингита, трахеита (эти состояния в комплексе называют предастмой), а уже на их фоне стартует собственно бронхиальная астма. Начало приступов удушья редко, но может положить пищевая аллергия. Некоторые больные отмечают, что обострение недуга у них случается после употребления яиц, сои, арахиса, рыбы, цельного молока, консервов и прочих продуктов. Одновременно с кожной сыпью, расстройством стула, общим недомоганием (симптомами, которыми классически проявляется пищевая



аллергия), у них наблюдается сужение бронхиальных просветов, следствием которого является одышка, приступы удушья или кашля. Необходимо немедленное лечение такого состояния, иначе пищевая аллергическая реакция может перейти в анафилактический шок.

В отдельную категорию выделяют астму атопическую, которую диагностируют у людей с генетической предрасположенностью к тем или иным аллергенам.

### **Инфекционно-зависимая или эндогенная бронхиальная астма**

Причиной изменения в проходимости бронхов, одышки, приступов удушья и сухого кашля являются болезнетворные микроорганизмы. Вирусы, бактерии, грибки могут как дать старт самой болезни, так и стать причиной повторяющихся обострений. Согласно данным медицинской статистики, ОРВИ и бактериальные болезни верхних дыхательных путей, бронхов и легких являются наиболее частой причиной астматических приступов у детей. Выявляется инфекционно-зависимая бронхиальная астма на фоне этих заболеваний легко: эффективными оказываются лечение бронходилататорами и гормональная терапия.

### **Астма смешанного типа**

Изменения в проходимости бронхов в этом случае возникают как по причине аллергии, так и по причине воздействия внешних факторов. Установлено, что астму смешанного генеза провоцируют плохая экология, климатические факторы, химические и механические раздражители, стрессы, вредные привычки, прочее.

Также выделяют особые формы бронхиальной астмы, которые одни специалисты относят к группе смешанного генеза, другие же – к отдельным категориям:

### **Профессиональная бронхиальная астма.**

Контакт с химическими веществами на рабочем месте провоцирует гиперреакцию бронхов, начало приступов удушья или кашля. В группе риска развития этой болезни парикмахеры, библиотекари, хлебопеки, зоотехники, ветеринары, работники зоопарков. Примечательно, что профессиональная бронхиальная астма у аптекарей была выявлена еще 200 лет назад. Развитию патологии во многом способствуют профессиональные контакты с изоцианатами, ангидритами кислот, токсичными металлами типа хрома и никеля.

Профессиональная бронхиальная астма развивается у медиков и фармацевтов потому, что их работа связана с использованием дезинфекционных веществ типа формальдегида, сульфата азола, а также антибиотиков, спиртов, латекса, растительного лекарственного сырья. Профессиональная бронхиальная астма характеризуется проявлением экспираторной одышки, приступов удушья и кашля во время или после контакта с химическими веществами на рабочем месте. Одновременно с ней могут наблюдаться аллергические реакции со стороны кожи, верхних дыхательных путей, лечение которых также необходимо и проводится в комплексе с лечением бронхиальной обструкции.

Особенна профессиональная бронхиальная астма тем, что ее легко предотвратить. Несмотря на то, что эта болезнь приобретенная, важную роль в ее развитии играет наличие аллергии или предрасположенность к ней. Профилактика ее заключается, в первую очередь, в медосмотрах при поступлении на работу и периодических профилактических осмотрах. Лица с атопией к работам, связанным с риском развития бронхиальной обструкции, допускаться не должны.

### **Бронхиальная астма физического напряжения.**

Когда бронхоспазм случается во время физического усилия или сразу после него. Чтобы дифференцировать этот вид заболевания, необходимо исключить прочие причины. Многие специалисты высказывают мнение, что на фоне физического напряжения проявляется не астма, а

гиперчувствительность дыхательных путей. Начало приступов удушья или астматического кашля также наблюдалось у больных с атопической астмой после интенсивного физического усилия в виде шестиминутного бега, занятия на велотренажере или степ-тесте. Бронхоспазм случался либо во время физического напряжения, либо в течение 2-10 минут после того. В таком случае нагрузка являлась причиной приступов, но не причиной болезни. В чистой же форме астма физического напряжения приводит к ранней утрате трудоспособности и инвалидизации больного.

### **Аспириновая бронхиальная астма.**

Ее диагностируют у 6% астматиков. Патогенез этой формы бронхиальной астмы до конца не изучен, но установлено, что она носит семейный характер.

### **Классификация по тяжести течения**

Чтобы назначить соответствующее лечение, после того, как была выявлена причина, по которой произошли патологические изменения в бронхах, необходимо определить степень тяжести состояния больного.

Для этого оценивают такие параметры:

- частоту приступов в дневное и ночное время;
- каким образом и насколько быстро они купируются;
- насколько негативно влияют обострения болезни на качество жизни человека;
- каковы показатели его внешнего дыхания.

Таблица 1. Оценка тяжести

	Дневные симптомы	Ночные симптомы	ГКВ или ОФВ Вариабельность ГКВ
<b>Ступень 1</b> <b>Интермиттирующая</b>	<1 в неделю Нет симптомов и нормальная ПСВ вне обострения.	<=2 раз в месяц	>=80% <20%
<b>Ступень 2</b> <b>Легкая персистирующая</b>	>1 в неделю, но < 1 в день Обострения могут нарушать активность	>2 в месяц	>=80% 20-30%
<b>Ступень 3</b> <b>Средней тяжести персистирующая</b>	Ежедневно Обострения нарушают активность	>1 в неделю	60-80% >30%
<b>Ступень 4</b> <b>Тяжелая персистирующая</b>	Постоянные. Ограничение физической активности	Частые	<60% >30%

Исходя из этой оценки, выделяют две стадии заболевания:

1. Интермиттирующая (эпизодическая) бронхиальная астма. В этом случае приступы удушья в дневное время случаются не более одного раза в неделю, в ночное время – менее двух раз в неделю. Интермиттирующая астма обостряется ненадолго, она может не давать о себе знать месяцы и даже годы.

2. Персистирующая бронхиальная астма, или постоянная. Она, в свою очередь, подразделяется на три подстадии: легкую, средней степени тяжести и тяжелую. Персистирующая бронхиальная астма характеризуется частыми приступами удушья в любое время суток, длительными обострениями, с присоединением ухудшения физического и психологического состояния человека,

#### **1.4. Психологическая природа бронхиальной астмы.**

Выше была описана наиболее общая классификация болезни. Сегодня их существуют несколько видов. Они различаются определяющими принципами.

Роль психосоциальных, эмоциональных факторов в развитии бронхиальной астмы (БА) оценивается различными специалистами противоречиво и механизмы остаются неясными.

Вероятно, это связано с тем, что проведение подобного рода исследований осуществляется обычно психологами или психиатрами, которые всех больных БА рассматривают как однородную популяцию однотипно реагирующих с развитием бронхиальной обструкции. Клиницисты же понимают, что больные астмой представляют негетогенную популяцию и даже, особенно в последнее время, выделяют различные фенотипы этой болезни. Но делают это по другим принципам, разделяя БА на аллергическую и неаллергическую, нейтрофильную и эозинофильную (по типу воспаления), контролируемую и неконтролируемую (по эффекту терапии).

Гипотеза, которую предложили исследователи, которые предоставили данные: среди разнородной популяции больных БА существует группа людей с высокой чувствительностью и реактивностью к воздействию психотравмирующих факторов. Выявив эту группу и сравнив её с пациентами, реагирующими на традиционные триггеры, можно ближе подойти к изучению вклада психо – социальных факторов в патогенез этой болезни. Взгляд на психо-эмоциональную сферу при соматической патологии не с позиций психолога (психиатра), а с позиции клинициста – интерниста, взгляд на клиническую картину в целом, а не на отдельную патологию легких.

В качестве «лакмусовой бумажки» для этой цели было использовано понятие «стрессовое жизненное событие». Потому, что в отличие от «психологического стресса», различных «психо-травмирующих факторов» жизненное событие можно измерить, конкретизировать, описать. Жизненное событие имеет начало и окончание, конкретную точку во времени, определенную интенсивность воздействия на каждый конкретный индивидуум. Исследование жизненного пути широко распространено как в

отечественной, так и в зарубежной психологии; а также с древнейших времен во врачебной практике в качестве анамнеза жизни.[2]

Медицинские работники СибГМУ предлагают новую классификацию:

БАПИ – бронхиальная астма психогенно - индуцированная;

БАСП – бронхиальная астма соматопсихогенная;

БАНП – бронхиальная астма непсихогенная;

Первая группа (основная) – БАПИ, исходно условно названная как БА психогенно индуцированная. В состав этой группы вошли пациенты, у которых первый приступ удушья развился после перенесенного эмоционального стресса, эмоционального потрясения или психотравмирующего жизненного события. Последующее резкое ухудшение течения болезни было связано с какими-либо психологическими проблемами, имеющими негативный характер.

Вторая группа – БАНП – это группа больных с БА, исходно условно названной непсихогенной. В эту группу вошли лица с БА, главным образом, атопической формой заболевания, у которых в начале болезни наблюдались различные проявления атопии (риниты и конъюнктивиты). К обострению болезни, в свою очередь, приводили аллергия, различные вирусные инфекции, а также физические факторы (холод, перепады температуры). Влияния психологических факторов не наблюдалось.

Третья группа (дополнительная) – БАСП, исходно условно обозначенная как БА соматопсихогенная. У пациентов данной группы «обычное» течение «обычной» болезни было нарушено жизненным стрессом, после которого психо-эмоциональные триггеры (внешние раздражители) вызывали тяжелые приступы удушья, а также обострение болезни.

### **1.5. Аудиовизуальная стимуляция (ссылки из диплома магистра)**

Далее перед исследователями стала задача изучить реакцию (реактивность) бронхо-легочной системы на психогенное воздействие у

больных бронхиальной астмой (БА), связанной со стрессовыми жизненными событиями.

Моделью психогенного воздействия была выбрана аудиовизуальная стимуляция (АВС) мозга с помощью прибора Voyager XL по программе релаксации.

Технология аудиовизуальной стимуляции (АВС) эффективна в изменении психофизиологического состояния человека. АВС действует на активность головного мозга, влияя на частотный диапазон, измененный при том или ином заболевании. АВС эффективна в профилактике и лечении гипертонии, стенокардии, язвенной болезни, бронхиальной астмы, синдрома предменструального напряжения, бессонницы, депрессии, хронической усталости, алкогольной и наркотической зависимостей. Эффект АВС известный как реакция усвоения или следования (entrainment) обнаружил Г. Уолтер в 1940 г. Он показал, что волны ЭЭГ повторяют частоту мерцающего света, особенно в диапазоне альфа или тета частот. Подобное воздействие оказывает и бинауральные биения - пульсирующий звук, параметры которого модулированы по соответствующей частоте. Соединение эффекта от воздействия пульсаций света и звука привело к возникновению технологии изменения волновой активности мозга человека - аудио-визуальной стимуляции (light and sound relaxation systems, или AVS (Audio Visual Stimulation)). При подаче сигналов на правый и левый анализаторы возникает и дополнительный эффект - синхронизация активности правого и левого полушарий мозга, улучшается межполушарное взаимодействие. Изменения биоэлектрической активности головного мозга по мере перехода от обычного бодрствующего состояния к релаксации, показывают смену быстрой волновой активности бета-диапазона (12-42Гц) и усилению альфа-ритмов (8-12Гц), что свойственно безмятежному, восприимчивому и расширенному состоянию сознания. Различные виды медитации также соответствуют переходу уровня мозговой активности от альфа-ритма (8-12Гц) к тета (4-7Гц) и дельта (0,1-4Гц)

ритму, при сохранности сознания. Усиление тета-активности мозга сопровождается появлением сонливости, снижением мышечного напряжения, появлением образов. Являясь промежуточным между сном и бодрствованием, тета-состояние открывает доступ к бессознательному, появлению гипногических эффектов.

АВС осуществляет влияние на организм через зрительный и слуховой анализаторы. Наиболее пригодна данная методика в работе с психосоматическими заболеваниями. Во-первых, АВС, воздействуя на эмоциональную компоненту психосоматического заболевания, является патогенетическим методом. Во-вторых, АВС является немедикаментозным воздействием, что позволяет избежать побочных реакций. Использование АВС при психосоматических расстройствах позволяет разорвать порочный круг из внутренней тревоги, напряжения, и связанных с ними усиления симптомов.

АВС проводилась с использованием прибора «Vojader XL» по программе релаксации, которая начиналась с бета-диапазона (14-20 гц.), затем ритм снижался до альфа-частот (9-13 гц.) с дальнейшим замедлением до тета-диапазона (4-8 гц.), что соответствует состоянию релаксации (глубокого расслабления).

До и после процедуры АВС путем синхронной регистрации спирограммы, пневмотахограммы и кривой транспульмонального давления с использованием внутрипищеводного зонда изучались не только традиционные показатели вентиляции легких, но и механики дыхания, т. к. последние более точно отражали вклад в процесс дыхания внутрилегочных сопротивлений. Оценивались традиционные показатели вентиляции легких: МОД, ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ-1, МВЛ, ПОС выд., МОС-25, МОС-50, МОС-75 и параметры механики дыхания: общая работа дыхания при спонтанном дыхании ( $W$  общ.) и её фракции: неэластическая ( $W$  н.эл.) и эластическая ( $W$  эл.), удельная работа дыхания на литр вентиляции ( $W$  уд.), работа дыхания в



условиях одинакового МОД, равного 10л/мин ( $W_{\text{МОД}} 10$ ), общая ( $W_{\text{МВЛ}} \text{ общ.}$ ) и удельная ( $W_{\text{МВЛ}} \text{ уд.}$ ) работа дыхания при МВЛ; а также динамическая ( $C_{\text{dyn.}}$ ) и статическая ( $C_{\text{stat.}}$ ) растяжимость легких и бронхиальное сопротивление на вдохе ( $R_{\text{вд.}}$ ) и на выдохе ( $R_{\text{выд.}}$ ), измеренные в условиях прерывания воздушного потока.

В результате у больных БАПИ более выраженные изменения показателей механических свойств легких после АВС, чем у пациентов БАСП и, особенно, БАНП. Это свидетельствует о наиболее высокой психо – физиологической реакции бронхолегочной системы в ответ на психогенное (психофизиологическое) воздействие.

Нам нужно исследовать физиологические изменения в ответ на психофизиологическое воздействие (аудиовизуальная стимуляция). Под аудиовизуальной стимуляцией понимается физиологически-ориентированный метод, при котором изменение функционального состояния центральной нервной системы достигается за счет воздействия периодическими импульсами света на зрительный анализатор и на слуховой анализатор. Эта техническая новинка используется для релаксации, а так же умственной тренировки. Этот метод позволяет влиять на самочувствие, концентрацию и создание внутренней гармонии.

Технология проведения аудиовизуальной стимуляции выполняется в тихом и спокойном месте. Пациенту следует расположиться в удобном кресле или в положении лежа. Пациент должен находиться в состоянии покоя. Перед включением аппарата пациент делает несколько достаточно глубоких, но не форсированных, вдохов и выдохов. Мысли пациента должны быть в спокойствии, глаза закрыты, затем выбирается программа: релаксации или мотивации. Затем выбирается музыка, которая соответствует по длине волны выбранной программе.

Существует несколько возможных приложений для технологии аудиовизуальной стимуляции:

- снижение стрессовых влияний и быстрая релаксация;
- лечение бессонницы, улучшение сна;
- облегчение приступов мигрени и головной боли;
- снижение симптомов депрессии;
- улучшение запоминания, обучения и восприятия;
- терапевтическая помощь в наркологической практике;
- достижение и продление состояния хорошего самочувствия;
- усиление иммунитета.

Авторитетные исследователи продемонстрировали эффективность метода аудиовизуальной стимуляции в самых различных ситуациях.

Н. Шелли исследовал синхронизацию мозга при помощи фотостимуляторов у более чем 5000 пациентов, страдающих хроническими болями. Полное обследование 92 больных показало, что 88 из них достигали состояния релаксации более чем на 60% после 30-минутного сеанса на частоте 10 Hz. 30 пациентов получали сеансы частоте 5 Hz. Они испытывали увеличение релаксации на 80-100 % вместе со значительным уменьшением болевого синдрома [11].

Д. Дж. Андерсон использовал фотостимулирующие очки с встроенными красными светодиодами, работающие на переменной частоте с целью стимуляции зрительного нерва через закрытые веками глаза. Частота справа и слева варьировала от 0,5 до 50 Hz. В исследованиях приняли участие 7 пациентов, перенесших в общем более 50 приступов мигрени за период наблюдения: 49 приступов были значительно облегчены, либо снижением продолжительности, либо увеличением межприступного интервала. 36 приступов были полностью прекращены с помощью очков [12].

Р. Кади и Н. Шелли у одиннадцати пациентов до и после сеансов релаксации с использованием светоизлучающих очков брали анализы крови и спинномозговой жидкости. По мнению авторов, полученные данные доказывают возможность использования фотостимуляции для лечения

депрессивных состояний [13].

Одной из точек приложения аудиовизуальной стимуляции является воздействие на слуховой анализатор. Подача звука данной частоты в одно ухо и звука немного отличающейся от первой частоты в другое вызывает восприятие третьего тона, частота которого равна разнице между начальными. Так, подача тона 200 Hz в одно ухо и 210 Hz в другое приведет к восприятию пульсирующего тона в 10 Hz. Фостер установил, что он появляется вследствие аудиторного ответа ствола мозга, возникающего в верхнем овальном ядре каждого полушария. Пульсация возникает в результате взаимодействия двух исходящих из противоположных ушей афферентных аудиторных импульсов, частота которых ниже 1000 Hz и различие в 1-30 Hz. Тон различия ощущается как две волны, находящиеся в фазе или в противофазе в пределах верхних овальных ядер.

Имеются данные до и после процедуры аудиовизуальной стимуляции путем синхронной регистрации спирограммы, пневмотахограммы и кривой транспульмонального давления с использованием внутриведомного зонда. С помощью этих данных изучались не только традиционные показатели вентиляции легких, но и механики дыхания, т. к. последние более точно отражали вклад в процесс дыхания внутрилегочных сопротивлений. Технология получения экспериментальных данных подробно изложена в литературных источниках [25].

Индекс – условное обозначение динамики изменения (степени изменения) показателей до и после воздействия (1 - до, 2 - после воздействия ABC) по формуле:  $(V_2 - V_1 / V_1)$ .

В Приложении 1 даются индексы – динамика показателей функции легких (вентиляции легких и механики дыхания) до (1) и после (2) ABC (аудиовизуальной стимуляции мозга).

Возраст испытуемых от 15 до 56 лет. Каждый пациент испытал психофизиологическое воздействие. Данные испытуемых были распределены

по подгруппам в зависимости от предполагаемого типа БА и психогенной одышки.

Для хранения экспериментальных данных медицинскими работниками была создана база данных, которая содержит следующую информацию:

➤ Информацию о пациентах (фамилия, возраст, рост, вес, пол, диагноз);

Результаты проведённых исследований до и после курса аудиовизуальной стимуляции;

### **1.6. Описание данных**

Исследователями СибГМУ нам были предоставлены данные 149 пациентов. Данные представлены в Приложении А. В них присутствуют следующие показатели.

**Показатели механики дыхания:** 1-до, 2- после АВС

$C_{dyn}$  – динамическая растяжимость (С) легких, л/см.вод.ст.

$C_{stat}$  – статическая растяжимость (С) легких, л/см.вод.ст.

$R_{вд}$  — бронхиальное сопротивления на вдохе, см.вод.ст./л/сек

$R_{выд}$  – бронхиальное сопротивление на выдохе, см.вод.ст./л/сек

$W_{общ}$  – общая работа дыхания при спонтанном дыхании, кгм/мин

$W_{уд}$  – удельной работы дыхания (на литр вентиляции), кгм/л

$W_{н.эл}$  – неэластическая фракция общей работы дыхания, кгм/мин

$W_{эл}$  – эластическая фракция общей работы дыхания, кгм/мин

$W_{МОД10}$  – общая работа дыхания при МОД10, кгм/мин

$W_{МОД15}$  – общая работа дыхания при МОД15, кгм/мин

$W_{МВЛобщ}$  –общая работа дыхания при МВЛ, кгм/мин

$W_{МВЛуд}$  –работы дыхания при МВЛ, кгм/л

Показатели механики дыхания в дальнейшем приводятся к системе СИ

Также в данных присутствуют такие показатели, как пол, возраст, вес, рост и возраст первого этапа болезни. Данные содержат также подтвержденный медиками тип бронхиальной астмы, который они выявили в ходе длительной работы с пациентами.

В данных также содержались индексы показателей механики дыхания. Под индексом медики подразумевают условное обозначение динамики изменения (степени изменения) показателей до и после воздействия аудиовизуальной стимуляции (1 - до, 2 - после) по формуле:  $(V2-V1/V1)$ .

## **2. Интеллектуальный анализ данных**

### **2.1. Проблема обработки многомерных данных**

В настоящее время вся информация хранится в электронном виде в базах данных и занимает большие объемы. Любой объект характеризуется некоторым числом параметров.

Многомерные данные содержат информацию о трех или более признаках для каждого объекта. Эти данные в дальнейшем могут использоваться для получения информации о зависимостях между признаками.

Данные могут содержать большое количество скрытых закономерностей, которые являются важными для принятия стратегических решений. Следовательно, существует необходимость анализировать подобного рода данные и представлять новые знания в удобной для восприятия человеком форме, хранить только те данные, которые несут в себе необходимую информацию, возможно, некоторые из них могут просто занимать место на компьютере и не нести в себе смысла. За последнее время анализ многомерных данных стал активно развивающимся и применяющимся практически во всех областях исследований. Анализ многомерных данных является одной из наиболее востребованных междисциплинарных областей знания.

Любая обработка информации в различных областях, таких как медицина, банковское дело, телекоммуникации, молекулярная генетика посвящена конкретным целям, например, в медицине – это исследование болезней, лечение, анализ, постановка диагноза у больного. Поэтому признаки, присущие пациенту, которые получены и проанализированы, являются информативными признаками, с помощью которых можно распознать заболевание или его отсутствие у пациента.

Важной задачей является поиск и отбор признаков достаточно информативных для постановки достоверного диагноза. Описание объектов содержат все доступные наблюдению, измерению параметры, характеристики, признаки, поэтому в описании используется множество величин. Такой большой набор данных требует трудоемких работ при обработке данных. При принятии решения о выборе класса, которому принадлежит анализируемый объект, возникает проблема его оценки по нескольким признакам. Это проблема делится на подпроблемы: установление обобщенного признака и определение важности признаков, отражающих свойства объектов.

## **2.2. Методы и средства анализа данных**

Понятие интеллектуального анализа данных соответствует широко распространенному термину Data Mining, который переводится как добыча данных, глубинный анализ данных, извлечение знаний, раскопка знаний.

Одним из методов интеллектуального анализа данных является дерево решений. Он заключается в том, что задача структурируется в виде древовидного графа. Вершины соответствуют продукционным правилам, которые позволяют произвести классификацию данных или осуществить анализ последствий принятых решений. Этот метод дает наглядное представление о системе классифицирующих правил.

Методы деревьев решений реализованы во многих программных средствах, таких как C5.0 от австралийской компании RuleQuest, Clementine от британских разработчиков Integral Solutions, SIPINA французского

университета Lyon, IDIS от американской компании Information Discovery и во многих других платных и бесплатных продуктах.

RapidMiner – это Open Source решение для решения задач, связанных с Data Mining. Основная идея этого программного продукта заключается в оптимизации работы аналитика. Он не должен программировать, не должен отлаживать программу, писать интерфейс и организовывать работу с БД. Аналитик занят при выполнении своей работы непосредственно аналитикой. Программный продукт снабжен широким набором операторов, которые решают большой спектр задач получения и обработки информации из разнообразных источников (базы данных, файлы и т.п.) и содержит хороший набор алгоритмов для моделирования и статистического анализа. Такой выбор позволил нам существенно сократить временные ресурсы, связанные с анализом данных.

Таким образом для последующего анализа данных были изучены возможности RapidMiner на стандартных примерах и тестовых данных.

Оператор производит какие-то действия над данными, у него есть вход-выход (так называемые «порты»), на вход приходят данные, на выход идут обработанные оператором данные. Таким образом мы можем делать цепочки обработки данных, к примеру — считать транзакции клиентов из БД, найти самые большие, сконвертировать в доллары и выдать результат. При этом можно цепочки параллелить — к примеру в одной мы читаем транзакции из разных БД, а в другой ищем данные клиентов, потом объединяем и получаем результат (при этом также возможно их параллельное исполнение во времени!).

В интерфейсе программы операторам соответствует вкладка Operators — где в иерархии они сгруппированы по функциональному признаку. Чтобы воспользоваться оператором необходимо нажать на него и перенести в рабочую область процесса.

С использованием операторов предварительной обработки, например, можно объединить и подготовить наборы данных для построения модели прогнозирования. Приведу один пример, так как он нам точно понадобится. Один из наиболее широко используемых методов машинного обучения - Дерево решений. Оно позволяет предсказать что-либо. Например, на тестовом наборе данных проанализируем, кто переживет катастрофу Титаника.

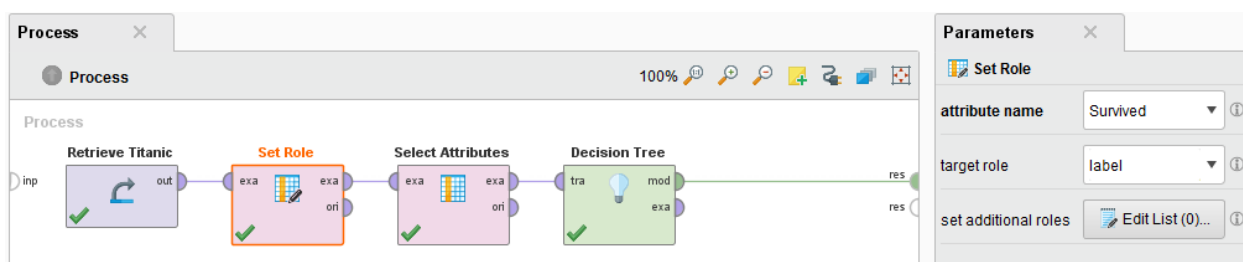


Рис. 2 Задание программы для тестового построения дерева решений

Важно установить label, потому что существуют методы машинного обучения, такие как алгоритм дерева решений, которые используют существующие данные с известными значениями меток (учебный набор) для поиска скрытых шаблонов. Затем он создает прогнозы из этих шаблонов и применяет их к новым данным без известных меток (набор тестов).



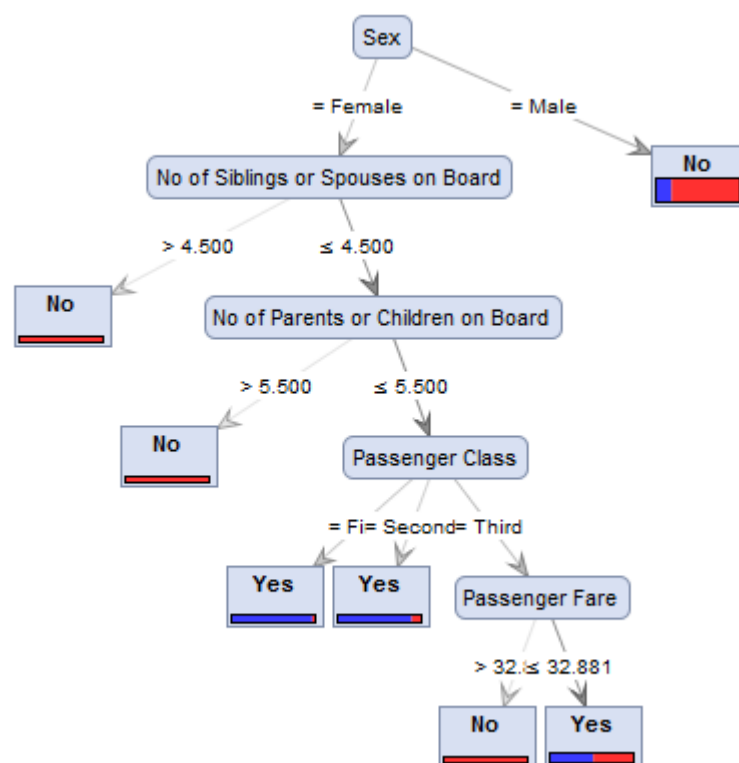


Рис. 3 Дерево решений для тестовой программы

Интересно видеть, что для женщин размер семьи имеет большее значение, чем пассажирский класс. Эта поведенческая картина не может быть обнаружена для мужчин. В общем, мужчины имели более низкую вероятность выжить («сначала женщины и дети!»).

### 2.3. Предварительная обработка данных

Предварительная обработка данных один из важнейших этапов работы аналитика. От того насколько точны и чисты данные зависит достоверность результатов исследования.

Обработка бывает двух видов: Смешивание и очистка. Смешивание - это преобразование набора данных из одного состояния в другое или объединение нескольких наборов данных. Очищение - это улучшение данных, чтобы моделирование обеспечивало лучшие результаты. В работе будут использоваться оба типа.

Очистка данных может быть произведена одним из нескольких способов: замена пропущенных данных средними значениями поля, либо удалены из

набора данных. Восстановление обычно производится, если пропущенных данных много, удаление – при незначительном количестве пропущенных значений.

На рисунке представлен а структура в Rapid Miner, позволяющая очистить данные.

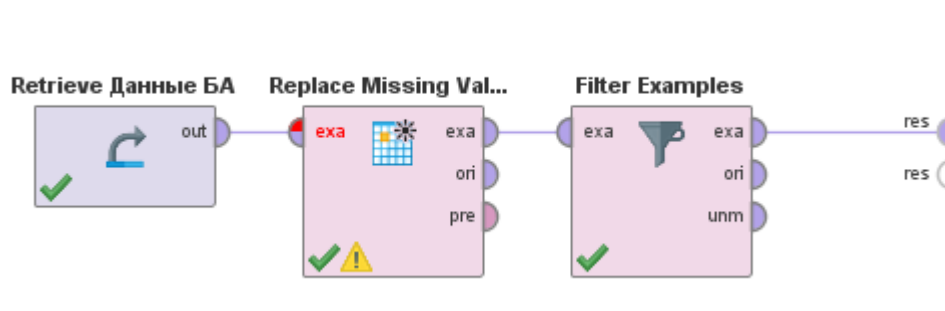


Рис.4 Очистка данных

После очистки было удалено 5 записей. В итоге были получены 142 записи (BANP-58, BAPI-48, BASP-36). На рисунках 5 и 6 представлена небольшая статистика.

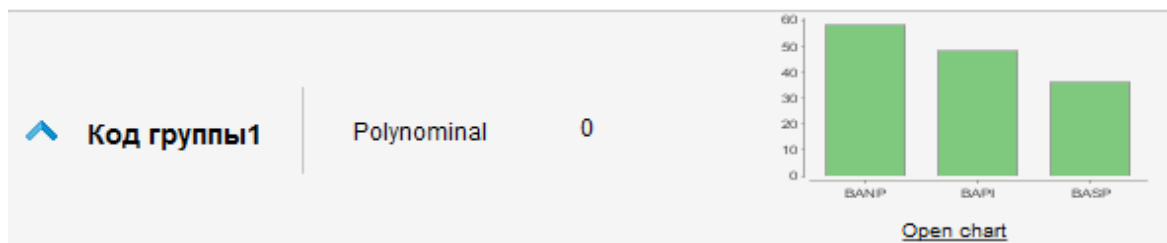


Рис. 5 Количество записей по группам.

✓ <b>Возраст, лет</b>	Integer	0	Min 15	Max 56
✓ <b>Вес, кг</b>	Integer	0	Min 34	Max 100

Рис. 6 Максимальный и минимальный возраст и вес пациентов

## 2.4. Результаты анализа

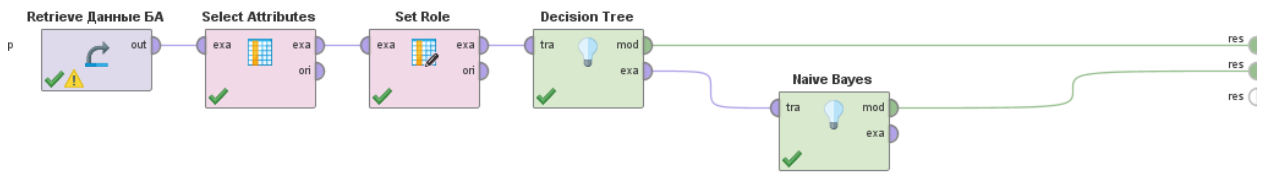


Рис. 7 Программа для построения дерева решений.

В качестве параметра label был установлен код диагноза 1. То есть предсказывать будем тип БА.

В качестве атрибутов были выбраны индексы всех показателей механики дыхания, а также возраст первого этапа болезни вес и пол.

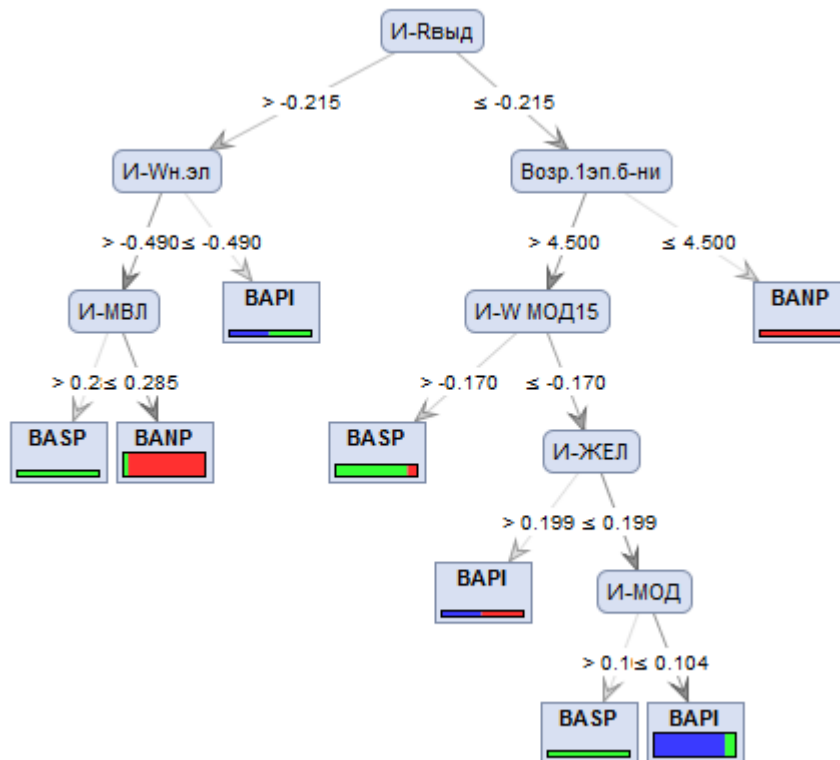


Рис. 8 Дерево решений

```

Tree
И-Рвыд > -0.215
| И-Вн.эл > -0.490
| | И-МВЛ > 0.285: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
| | И-МВЛ ≤ 0.285: BANP {BAPI=0, BASP=2, BANP=25}
| И-Вн.эл ≤ -0.490: BAPI {BAPI=1, BASP=1, BANP=0}
И-Рвыд ≤ -0.215
| Возр.1эп.б-ни > 4.500
| | И-W МОД15 > -0.170: BASP {BAPI=0, BASP=8, BANP=1}
| | И-W МОД15 ≤ -0.170
| | | И-ЖЕЛ > 0.199: BAPI {BAPI=1, BASP=0, BANP=1}
| | | И-ЖЕЛ ≤ 0.199
| | | | И-МОД > 0.104: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
| | | | И-МОД ≤ 0.104: BAPI {BAPI=22, BASP=3, BANP=0}
| | Возр.1эп.б-ни ≤ 4.500: BANP {BAPI=0, BASP=0, BANP=2}

```

Рис. 9 Алгоритм дерева решений

Мы получили алгоритм, позволяющий на основании исходных данных определить тип бронхиальной астмы. Чтобы говорить о точности алгоритма, необходимо протестировать алгоритм. Для этого в Rapid Miner определен блок Split Data, разделяющий данные на обучающие и тестовые, а также блок Apply Model и Performance, позволяющие получить процент попадания.

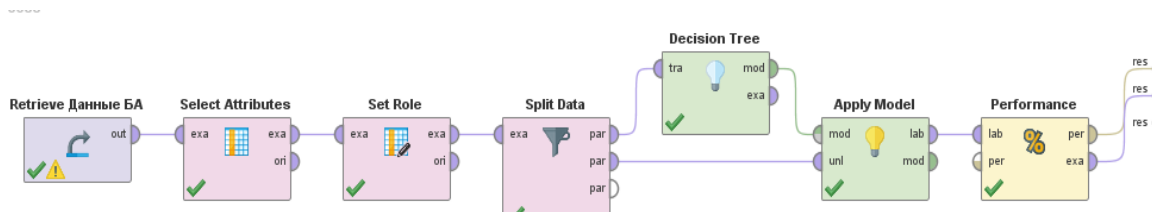


Рис. 10 Программа тестирования алгоритма

accuracy: 66.67%

	true BAPI	true BASP	true BANP	class precision
pred. BAPI	7	3	0	70.00%
pred. BASP	0	0	1	0.00%
pred. BANP	3	0	7	70.00%
class recall	70.00%	0.00%	87.50%	

Рис. 11 Результат тестирования алгоритма

Точность 66,67% недостаточна для определения будущей действий относительно пациента, поэтому было принято решение посчитать информативность показателей, участвующих в формировании дерева решений, ограничиться самыми информативными и повторить программу.

## 2.5. Информативность.

Обработка медицинских данных всегда посвящена конкретным целям, одной из которых, едва ли не важнейшей, является классификация объекта или диагностика. От результатов исследования зависят все дальнейшие действия и качество жизни пациента. Постановка диагноза издавна считалась в каком-то смысле искусством, основанном на опыте и интуиции врача.

С математизацией медицины постановка диагноза может быть сформулирована, как математическая задача, следовательно, автоматизирована. Так как поставить диагноз означает классифицировать объект (распознать его, как принадлежащий к какому-либо классу), то медицинская задача диагностики (классификации) становится математической задачей распознавания образцов. В общем случае задача классификации (распознавания) объекта сводится к следующему: если ввести в рассмотрение  $n$ -мерное пространство признаков  $\{X_i\}$ , где  $i = 1, 2, \dots, n$ , то каждый  $j$ -й ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) объект в этом пространстве изображается точкой с координатами  $x_{1,j}, x_{2,j}, \dots, x_{n,j}$ , а каждый класс объектов – множеством таких точек. Классифицировать неизвестный объект, то есть распознать образ, означает определить, к какому классу относится объект, на основании анализа значений его признаков. Применительно к медицине поставить диагноз, то есть распознать заболевание или его отсутствие, можно только тогда, когда получены и проанализированы некие признаки, присущие этому объекту (пациенту). Такие признаки называются информативными признаками. Другими словами информативными признаками называется полезная для данной цели информацией, полученная из исходной информации. Однако информативные признаки далеко не равнозначны для достижения конкретной цели, поэтому очень важной задачей является поиск и отбор признаков достаточно информативных для постановки достоверного диагноза. Чтобы понять, что значит понятие "достаточно информативный", вводится понятие информативности признака. Информативность признака означает, насколько

данный признак характеризует психофизическое состояние объекта, то есть насколько от него зависит постановка диагноза – результат распознавания. Существует по меньшей мере 2 подхода к оценке информативности – энергетический и информационный. Энергетический подход основан на том, что информативность оценивается по величине признака. Признаки упорядочиваются по величине, и наиболее информативным считается тот, чья величина больше. Например, при амплитудно-временном анализе ЭКГ самым информативным признаком среди амплитуд считается амплитуда R зубца. Однако такой подход к оценке информативности может оказаться плохо пригодным для распознавания объекта. Действительно, если какой-то признак велик по абсолютной величине, но почти одинаков у объектов различных классов, то по значению этого признака трудно отнести объект к какому-то классу. И наоборот - если признак относительно мал по величине, но сильно отличается у объектов разных классов, то по его значению можно легко классифицировать объект. Поэтому более пригодным для распознавания объекта является информационный подход, согласно которому информация признака рассматривается, как достоверное различие между классами образов в пространстве признаков. Если при распознавании объекта его нужно отнести к одному из 2-х классов, то в качестве такого достоверного различия может выступать различие распределений вероятностей признака, построенных по выборкам из 2-х сравниваемых классов. Оценкой информативности служит величина  $I(x_j)$  - площадь одного распределения признака  $x_j$ , не общая с площадью другого распределения этого же признака.

## **2.6. Методы оценки информативности**

Методы оценки информативности могут быть параметрическими и непараметрическими. Параметрические основаны на предположениях о характере распределения случайной величины, то есть предполагаются соотношения между выборками. В непараметрических методах

математической статистики не выдвигаются предположения о характере распределения исследуемых данных.

Из наиболее известных методов оценки информативности стоит выделить метод накопленных частот. В данном методе рассматриваются две выборки признака, принадлежащие двум различным классам. Далее в одних координатных осях строят эмпирические распределения признака и подсчитывают накопленные частоты (сумму частот от начального до текущего интервала распределения). Оценкой информативности служит модуль максимальной разности накопленных частот. В методе Шеннона же информативность оценивается как средневзвешенное количество информации, приходящееся на различные градации признака. [10]

### **2.6.1. Оценка информативности по Кульбаку**

Метод Кульбака предлагает в качестве оценки информативности – меру расхождения между двумя классами. Согласно этому методу информативность вычисляется по формуле 1:

$$J(x_{ij}) = 10 \log_{10} \frac{P_{A_1}(x_{ij})}{P_{A_2}(x_{ij})} * 0,5 [P_{A_1}(x_{ij}) - P_{A_2}(x_{ij})], \text{ где} \quad (1)$$

$J(x_{ij})$  – информативность признака,

$P_1$ - вероятность попадания признака в первом классе  $A_1$ ,

$P_2$ - вероятность попадания признака во втором классе  $A_2$ ,

$j$  – номер диапазона признака  $x_i$ .

$J(x_{ij})$  – величина всегда будет положительной, что объясняется свойством логарифмов. Если числитель логарифмической дроби больше знаменателя, то логарифм отношения вероятностей будет положительной величиной. Если числитель логарифмической дроби меньше знаменателя, то логарифм отношения вероятностей и разность вероятностей будут отрицательными величинами и при перемножении дадут положительную величину.

В итоге всегда положительная величина  $J(x_i)$ , отражает абсолютное значение вклада данного диапазона в приближении к любому правильному диагностическому порогу.

Данный алгоритм был оформлен в виде удобной программы студентами ТПУ. Данный метод хорошо себя зарекомендовал, поэтому было принято решение воспользоваться им. Таким образом можно выделить следующие этапы расчёта информативности:

1. Взяли признаки из БАПИ и БАСП групп
2. Далее определили для каждого признака минимальное и максимальное значение.
3. Задали количество интервалов распределения и подсчитали количество значений, которые попадают в каждый интервал (всего 5 интервалов распределения).
4. Рассчитали вероятность попадания признака в группу 1 (до лечения) и в группу 2 (после лечения).
5. По формуле, приведенной выше, рассчитали информативность.

Повторили описанные 5 пунктов для БАПИ-БАНП и БАСП-БАНП выборок.

В результате была посчитана информативность для каждой группы признаков. Результаты представлены на рис. 12 БАПИ и БАСП, БАПИ и БАНП, а также БАСП-БАНП соответственно.



Информативность		Информативность		Информативность	
И-W МОД15	14,34	И-Rвыд	30,98	И-Rвыд	26,75
И-Rвыд	7,61	И-Rвд	21,41	И-WMBЛуд	12,94
И-WMBЛуд	6,54	И-Вн.эл	18,31	И-МВЛ	10,86
И-Вобщ	5,79	Возр.1эп.б-ни	13,36	И-МОС75	9,87
И-Вуд	4,97	И-МОС25	12,39	И-Вн.эл	9,76
И-Cdyn	3,74	И-Вуд	11,1	И-Rвд	8,82
И-МВЛ	3,53	И-ПОС	9,12	И-Вуд	6,6
И-WMBЛобщ	2,77	И-W МОД15	8,65	И-Вобщ	6,28
Вес	2,39	И-Вэл	7,31	И-ЖЕЛ	3,14
И-МОД	2,14	И-Cstat	3,81	И-WMBЛобщ	2,81
И-МОС75	2,06	И-Вобщ	3,67	Возр.1эп.б-ни	2,07
И-Cstat	1,98	И-W МОД10	3,45	И-Cstat	1,81
И-МОС25	1,15	И-МОД	1,99	И-W МОД10	1,73
Возр.1эп.б-ни	1,01	И-Cdyn	1,93	И-Cdyn	1,55
И-ПОС	0,69	И-МОС75	1,89	И-МОС50	0,58
И-W МОД10	0,68	И-ОФВ1	1,88	Ст.тяж.БА	0,34
И-ФЖЕЛ	0,66	И-МОС50	1,61	И-Вэл	0,33
И-МОС50	0,59	И-ФЖЕЛ	1,39	И-W МОД15	0,19
И-ЖЕЛ	0,45	И-ЖЕЛ	0,79	И-ФЖЕЛ	0,11
И-ОФВ1	0,36	И-WMBЛуд	0,71	И-ПОС	0,07
И-Вэл	0,18	Вес	0,2	И-МОД	0,07
И-Вн.эл	0,09	И-МВЛ	0,19	Вес	0,03
Ст.тяж.БА	0,03	Ст.тяж.БА	0,16	И-МОС25	0,01
И-Rвд	0,02	И-WMBЛобщ	0,14	И-ОФВ1	0

Рис. 12 Результат оценки информативности

Таким образом, после оценки информативности было принято решение очистить набор показателей для исследования от наименее информативных и повторить анализ.

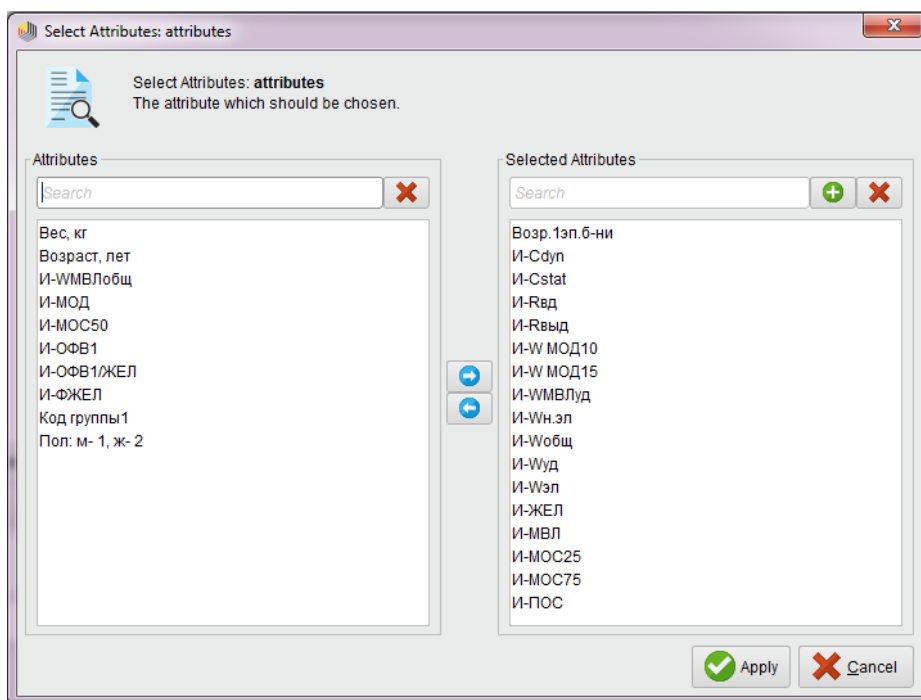


Рис. 13 Выборка показателей

## 2.7. Анализ данных с учетом информативности

В данном эксперименте используется перекрестная проверка. Данный метод тестирует алгоритм следующим образом: делит входные данные на равные части и вращается по всем частям, всегда используя одну часть для тестирования и все остальные для обучения модели. В итоге в результате получается среднее значение точности тестирования. Это отличный способ вычислить точность моделей, исключая случайные «сложные» или «простые» тесты.

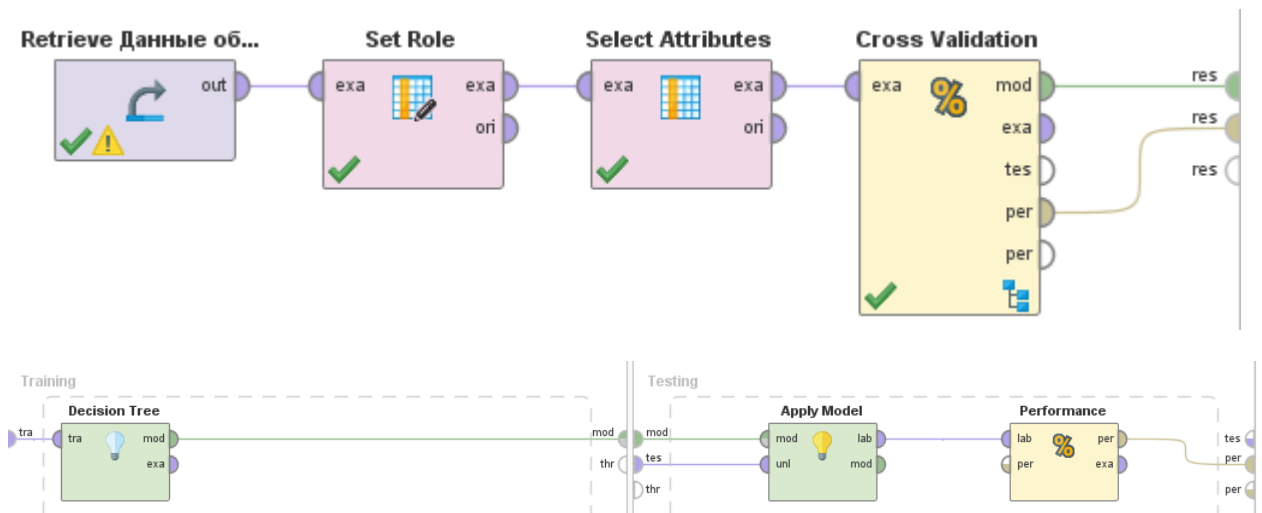


Рис. 14 Программа для анализа данных

В результате анализа получили дерево решений (рис. 15)

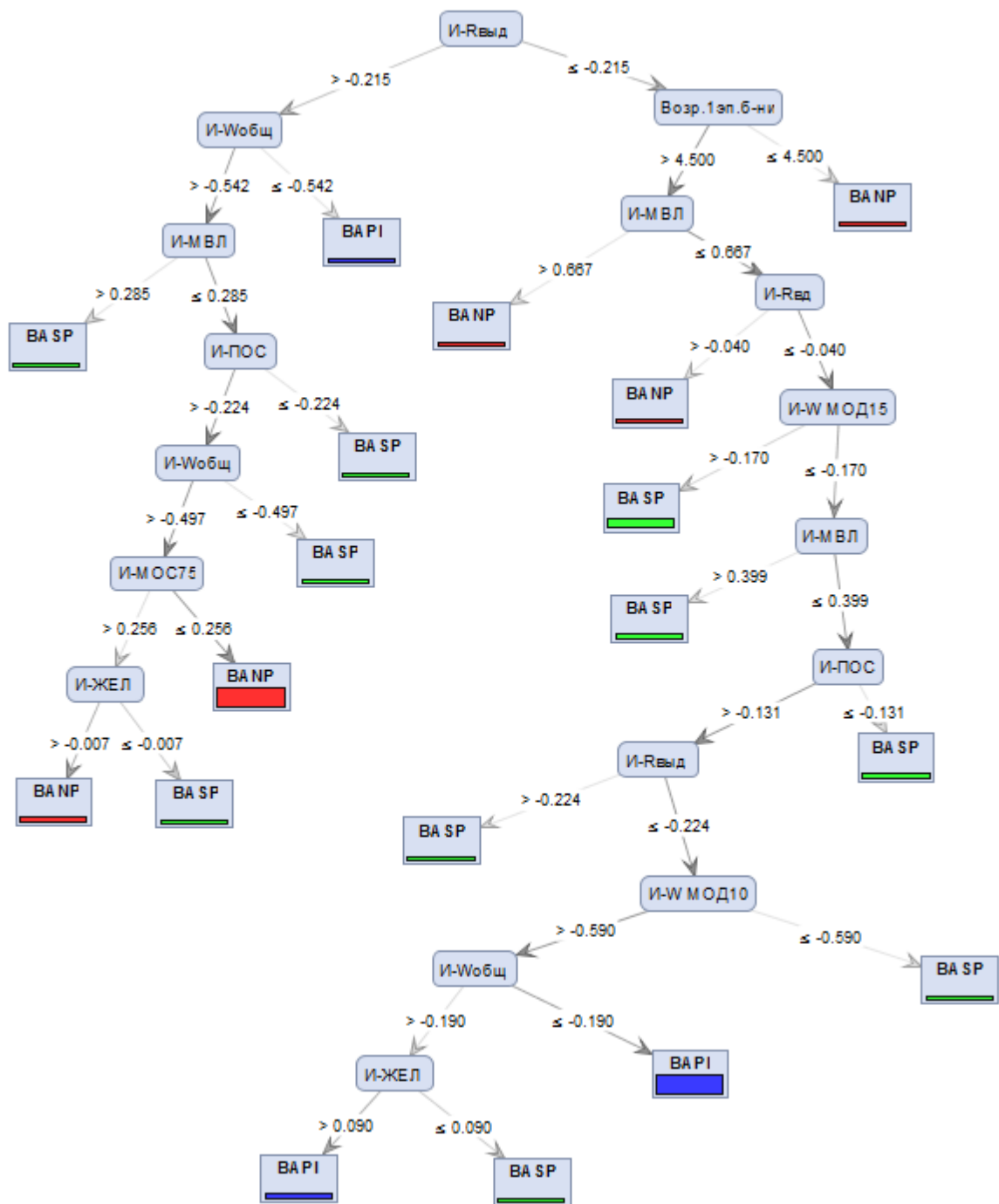


Рис. 15 Дерево решений

Таким образом алгоритм определения типа БА выглядит следующим образом

# Tree

```

И-Рвыд > -0.215
|   И-Вобщ > -0.542
|   |   И-МВЛ > 0.285: BASP {BAPI=0, BASP=4, BANP=0}
|   |   И-МВЛ ≤ 0.285
|   |   |   И-ПОС > -0.224
|   |   |   |   И-Вобщ > -0.497
|   |   |   |   |   И-МОС75 > 0.256
|   |   |   |   |   |   И-ЖЕЛ > -0.007: BANP {BAPI=0, BASP=0, BANP=4}
|   |   |   |   |   |   И-ЖЕЛ ≤ -0.007: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   И-МОС75 ≤ 0.256: BANP {BAPI=0, BASP=0, BANP=46}
|   |   |   |   |   |   И-Вобщ ≤ -0.497: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   И-ПОС ≤ -0.224: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   И-Вобщ ≤ -0.542: BAPI {BAPI=2, BASP=0, BANP=0}
И-Рвыд ≤ -0.215
|   Возр.1эп.б-ни > 4.500
|   |   И-МВЛ > 0.667: BANP {BAPI=0, BASP=0, BANP=2}
|   |   И-МВЛ ≤ 0.667
|   |   |   И-Рвд > -0.040: BANP {BAPI=0, BASP=0, BANP=2}
|   |   |   И-Рвд ≤ -0.040
|   |   |   |   И-W МОД15 > -0.170: BASP {BAPI=0, BASP=16, BANP=0}
|   |   |   |   И-W МОД15 ≤ -0.170
|   |   |   |   |   И-МВЛ > 0.399: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   И-МВЛ ≤ 0.399
|   |   |   |   |   |   И-ПОС > -0.131
|   |   |   |   |   |   |   И-Рвыд > -0.224: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   |   И-Рвыд ≤ -0.224
|   |   |   |   |   |   |   |   И-W МОД10 > -0.590
|   |   |   |   |   |   |   |   |   И-Вобщ > -0.190
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   И-ЖЕЛ > 0.090: BAPI {BAPI=4, BASP=0, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   И-ЖЕЛ ≤ 0.090: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   И-Вобщ ≤ -0.190: BAPI {BAPI=42, BASP=0, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   И-W МОД10 ≤ -0.590: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   И-ПОС ≤ -0.131: BASP {BAPI=0, BASP=2, BANP=0}
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Возр.1эп.б-ни ≤ 4.500: BANP {BAPI=0, BASP=0, BANP=4}

```

Рис. 16 Алгоритм

Перекрестное тестирование позволило определить среднюю точность алгоритма 88,14 (рис. 17)

accuracy: 88.14% +/- 9.61% (mikro: 88.03%)

	true BAPI	true BASP	true BANP	class precision
pred. BAPI	43	7	2	82.69%
pred. BASP	5	28	2	80.00%
pred. BANP	0	1	54	98.18%
class recall	89.58%	77.78%	93.10%	

Рис. 17 Результаты тестирования алгоритма

Результаты работы алгоритма полностью удовлетворили специалистов-медиков. Однако исходя из того, что информативность каждого из признаков по отдельности не высока, то появилась идея использовать метод «Случайный лес» (рис. 18)

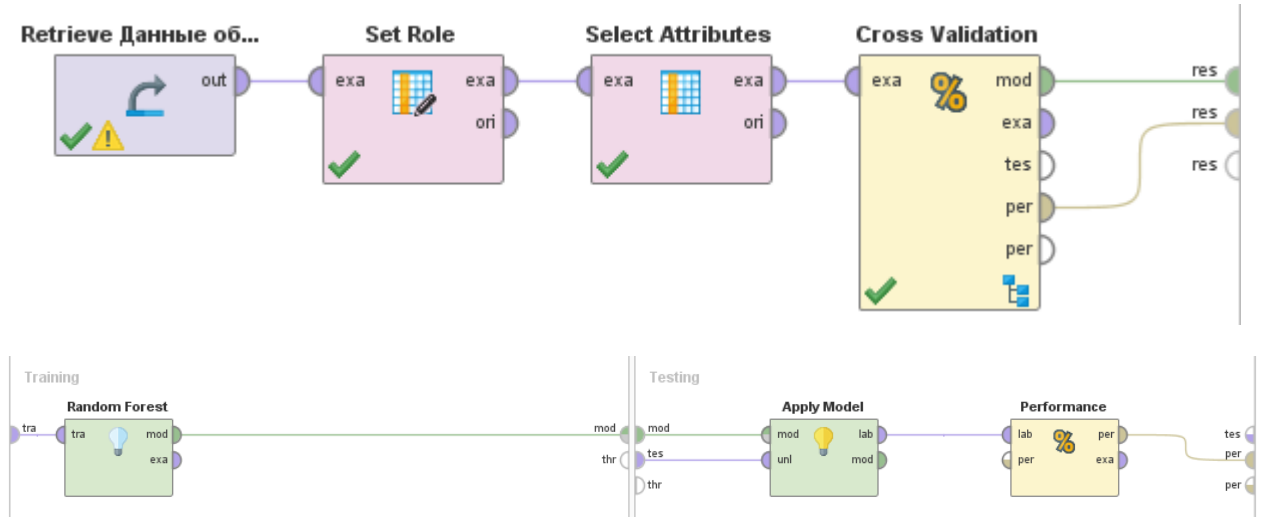


Рис. 18 Программа для тестирования алгоритма «Случайный лес»

Алгоритм оказал очень хорошие результаты, используя его мы повысили среднюю точность диагностики до 91% (рис. 19)

accuracy: 90.95% +/- 6.88% (mikro: 90.85%)

	true BAPI	true BASP	true BANP	class precision
pred. BAPI	47	3	3	88.68%
pred. BASP	0	27	0	100.00%
pred. BANP	1	6	55	88.71%
class recall	97.92%	75.00%	94.83%	

каппа: 0.859 +/- 0.107 (mikro: 0.859)

Рис. 19 Результаты тестирования метода «Случайный лес»

### 3. Разработка модуля информационной системы

#### 3.1.Существующая информационная система

На бакалавриате мной и моей коллегой была разработана информационная система для СибГМУ. [18] Система позволяет проходить анкетирование в электронном виде, хранить данные пациентов и быстро получить любой интересующий срез данных для анализа. Также система позволяет импортировать и экспортировать данные в MS Excel, а также отображать экспортируемые данные в виде отчета.

Поступил запрос на доработку информационной системы модулем «Диагностика типа бронхиальной астмы». Вспомним дизайн и архитектуру информационной системы.

Система имеет модель данных, представленную в Приложении Б.

Wizard, анкетирования, позволяющий собрать все необходимые данные, а также модули импорта и экспорта данных.

The screenshot shows a web-based questionnaire interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: 'Главная', 'Анкета' (highlighted in red), 'Экспорт', and 'Импорт'. Below the navigation bar, the main form is titled 'Персональные данные' and contains several input fields with red error messages indicating they are required. The fields are: 'Имя', 'Фамилия', 'Отчество', 'Пол' (with radio buttons for 'Мужской' and 'Женский'), 'Дата Рождения', 'Национальность', 'Цвет глаз', 'Цвет волос', 'Место рождения', 'Каким ребенком по счету в семье вы являетесь', 'Возраст матери на момент рождения', and 'Возраст отца на момент рождения'. To the right of the main form is a sidebar titled 'Информация' which lists the required fields: '-Имя', '-Фамилия', '-Отчество', '-Пол', '-Дата рождения', '-Национальность', '-Цвет глаз', '-Цвет волос', and '-Место рождения', followed by the text 'ОБЯЗАТЕЛЬНЫ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ!'.

Рис. 20 Первая страница анкетирования

Главная   Анкета   **Экспорт**   Импорт

Выберите поля, которые необходимо отразить в файле

Фамилия     Национальность     Возраст матери на момент рождения   
 Имя     Место рождения     Возраст отца на момент рождения   
 Отчество     Рост   
 Пол     Вес   
 Дата рождения     Уровень образования

**Семейный анамнез**

Заболевания сердца     Онкологическая патология     Рассеянный склероз(и др. демиелинизирующие заболевания)     Расстройства памяти, деменция   
 Сахарный диабет     Психологические заболевания     Болезнь Паркинсона (и др. экстапиримидные заболевания)

**Диагностика заболевания опрашиваемого**

Рак легких     Инфаркт, стенокардия     Сахарный диабет   
 Ишемическая болезнь сердца     Мерцающая аритмия

**Укажите условия отбора**

Национальность  ▲  
 Место жительства  ▲  
 Уровень образования  ▲  
 Вес от  до   
 Семейное положение

**Итог**

Рис. 21 Модуль «Экспорт»

Более подробно с функциями и особенностями реализации системы можно ознакомиться в работе [18]

### 3.2. Доработка базы данных нового модуля

Модель данных для нового модуля представлена на рис. 22

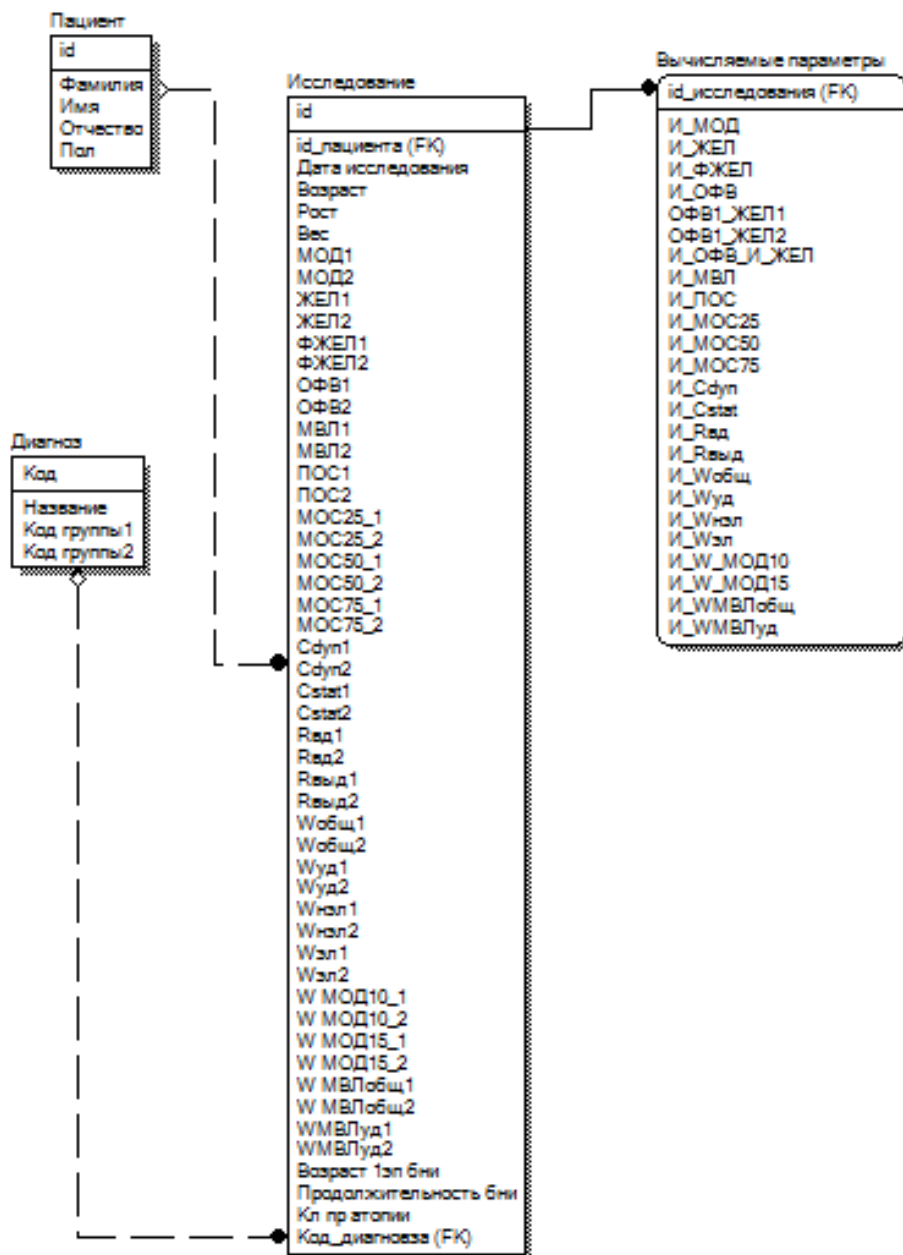


Рис. 22 Исходная модель данных

Таким образом выглядит модель данных, которые предоставила Городская больница №3. В первую очередь стоит преобразовать поле «возраст пациента», который отражает возраст во время исследования в дату рождения пациента. Это неизменная информация будет храниться в сущности «Пациент» и позволит в будущем рассчитать возраст во время любых последующих исследований и избежать дублирования информации. Также



такая модель будет легко интегрирована в уже существующую систему анализа данных.

Что касается структуры данных, то для того чтобы обеспечить расширяемость системы в будущем, при появлении новых заболеваний и/или алгоритмов для диагностики, при появлении новых признаков, по которым мы сможем дописывать новые алгоритмы и добавлять новые исследования.

На рис. 23 представлена доработанная модель данных.

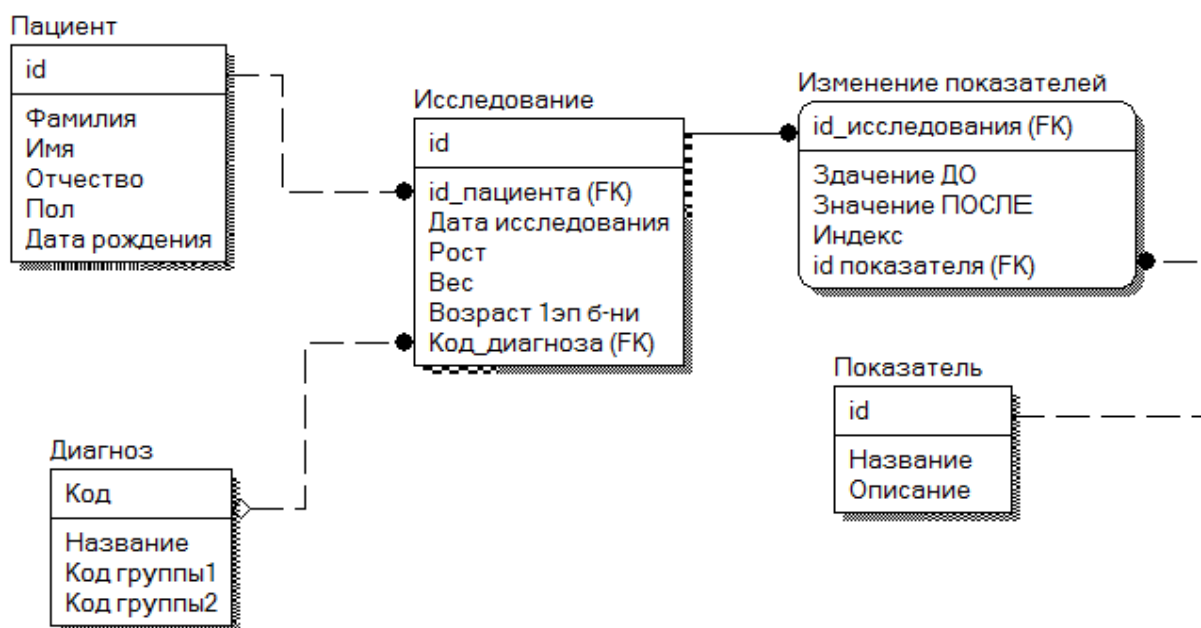


Рис. 23 Переработанная модель данных

В этом случае запросы будут выглядеть немного сложнее, однако гибкость системы значительно повышается. DDL нового модуля представлены в приложении Б. Таблица пациента уже существует в системе как «Личность» и включает все необходимые для нового модуля данные, поэтому таблицу пациента создавать нет необходимости.

Диагноз также существует в система как «Заболевание». Однако типа заболеваний «Бронхиальная астма» там нет, поэтому в базу данных был внесен новый тип заболевания – Бронхиальная астма, и 3 типа БА в таблицу «Заболевания». Осталось дополнить структуру БД всего 3 таблицами.

### 3.3.Разработка модуля «Диагностика бронхиальной астмы»

В существующую систему была добавлена вкладка «Диагностика БА», в которой по запросу медиков были вынесены только показатели индексов, участвующих в алгоритме диагностики. Это позволило нам создать модуль, работающий независимо от базы данных. То есть даже если данных о пациенте нет, то по анонимным данным исследования можно получить предположительный диагноз.

Главная Анкета Экспорт Импорт **Диагностика БА**

Индексы показателей маханики дыхания Отмена Получить тип БА Информация

Возраст 1-го эпизода болезни

И\_Cstat

И\_Рвд

И\_Рвыд

И\_W\_МОД10

И\_W\_МОД15

И\_W\_МВЛуд

И\_Вн.эл

И\_Вуд

И\_Вобщ

ИИ\_МОС25

И\_МОС75

Результат анализа Заполните все поля и нажмите "Получить тип БА"

Все показатели являются обязательными для заполнения.

Рис. 24 Модуль Диагностика бронхиальной астмы

Внутреннее устройство данной странички представлено на рис.25. Каждому показателю была настроена проверка на пустоту в, так как в данном случае все поля обязательны для заполнения, ведь все они участвуют в принятии решения.

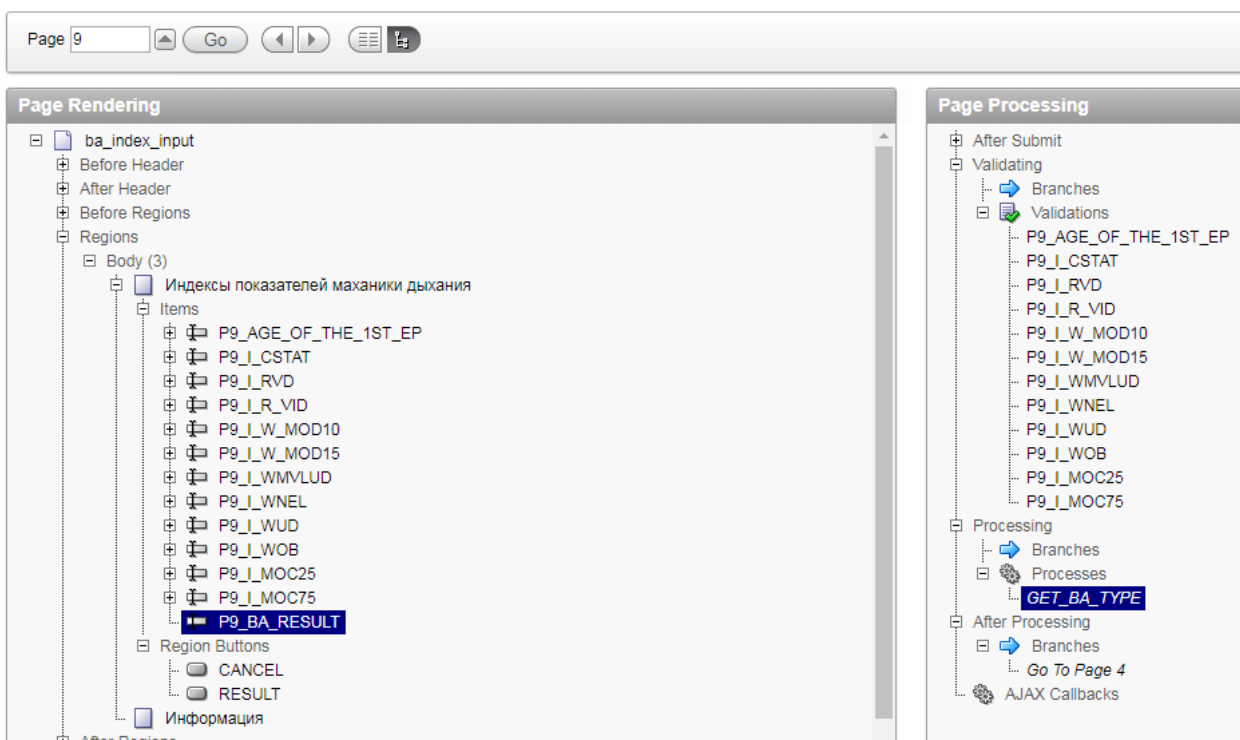


Рис. 25 Внутреннее содержание вкладки «Диагностика БА»

Процесс GET\_BA\_TYPE запускает алгоритм, представленный на рис. 16. И выдает результат рис. 26:

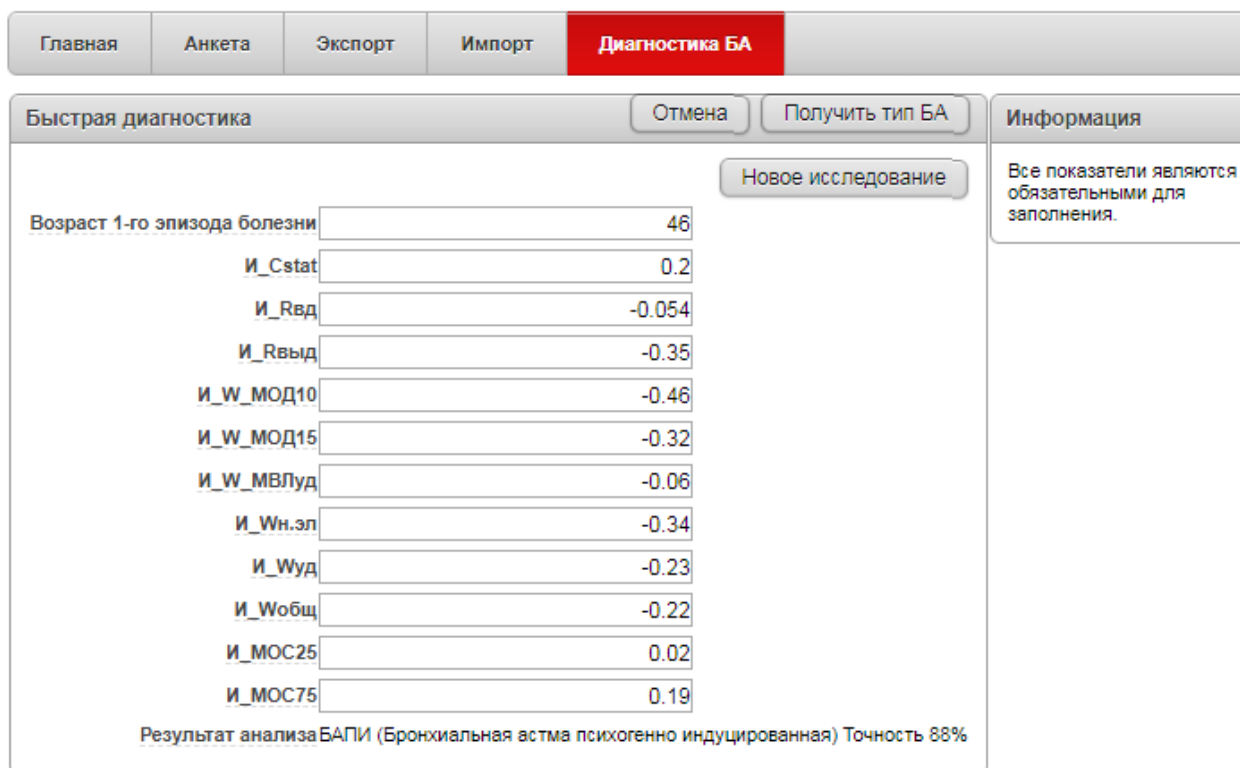


Рис. 26 Функциональность «Быстрая диагностика»

Также было необходимо иметь возможность собирать данные и хранить их. Для этого была создана дополнительная кнопка, ведущая на форму создания нового исследования. На форме выделены звёздочкой поля, обязательные для заполнения. Кнопка сохранить запускает процедуру, которая вставляет данные в необходимые таблицы. Также автоматически заполняется дата исследования. Кнопка «Сохранить» проверяет поля «до» ABC на пустоту. Таким образом, можно заполнить эти данные, сохранить, и потом, после проведения ABC вернуться к исследованию и до заполнить недостающие данные, избегая потерь результатов в бумажном виде.

Кнопка «Получить тип БА» запускает полную проверку необходимых данных, высчитывает и заполняет в БД значения индексов, а затем запускает уже используемый нами алгоритм с рис.15. В результате имеем следующую картину (рис. 27).

The screenshot shows a web application interface for 'Диагностика БА' (BA Diagnosis). The top navigation bar includes 'Главная', 'Анкета', 'Экспорт', 'Импорт', and 'Диагностика БА' (highlighted in red). The main window is titled 'Заполнение данных' and contains a form for patient information and test results. The patient's name is 'Иван Иванович Иванов'. The form includes fields for age, height, weight, and various test parameters, organized into two columns: 'До аудиовизуальной стимуляции' (Before audiovisual stimulation) and 'После аудиовизуальной стимуляции' (After audiovisual stimulation). A 'Информация' box on the right states: 'Все показатели, помеченные \*, являются обязательными для заполнения.' (All indicators marked with \* are mandatory for completion.) At the bottom, a note reads: 'Результат анализа данных БАСП (Бронхиальная астма соматопсихогенная) Точность 88%' (Result of data analysis for BASP (Somatopsychogenic bronchial asthma) Accuracy 88%).

До аудиовизуальной стимуляции		После аудиовизуальной стимуляции	
Сstat*	0.142		0.133
Рвд*	4.8		4.5
Рвыд*	6.06		3.1
W_МОД10*	0.356		0.25
W_МОД15*	0.48		0.41
W_МВЛуд*	0.217		0.31
Wн.эл*	0.356		0.26
Wуд*	0.036		0.025
Wобщ*	0.356		0.26
МОС25*	47.8		73.6
МОС75*	46.7		63.4
И_Сдуп*	0.134		0.121
МОД	10		8
ЖЕЛ	82.5		84.6
ФЖЕЛ	80.4		82.3
ОФВ	64.5		88.3
МВЛ	58.3		88.2
ПОС	48.6		70
МОС50	35.1		42.2
Wэл	0.119		0.12

Рис. 27 Результат работы модуля «Диагностика БА»

Эти поля редактируемы. Также имеется функциональность, позволяющая работать с исследованиями. Для примера на рис. 28

представлена реализация поля «Пациент», которая формируется на основании данных БД.

**Name**

Page: 9 ba\_index\_input

\* Name

Display As  Text , Number , Date , Textarea , Select List , Radio , Popup List of Values , Checkbox , Display Only , Hide

**Displayed**

\* Sequence

\* Region

Begin On New Line  Field  ColSpan  Row Span

Width  Maximum Width

**Label**

Label

Horizontal / Vertical Alignment

Template

HTML Table Cell Attributes

**Settings**

Value Required

Input Field

Fetch

**List of Values**

Named LOV

Display Extra Values

Display Null Value

Null Display Value

Null Return Value

Cascading LOV Parent Item(s)

**List of values definition**

Failed to parse LOV SQL query!

ORA-00904: " ": invalid identifier

```
select FIRST_NAME||' '||PATRONYMIC||' '||LAST_NAME||' '||DATE_OF_BIRTH as
display_value, PARTISIPANT_NUMBER as return_value
from PERSONALITY
order by 1
```

Create or edit static List of Values

Рис. 28 Реализация механизма заполнения поля «Пациент»

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Цель данного раздела - спроектировать и создать конкурентоспособную разработку, отвечающую современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Он посвящен оценке коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования, выбору наиболее эффективного, с позиции финансовой и ресурсной эффективности, варианта решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи.

Для этого необходимо проанализировать конкурентные технические решения, выявить и сравнить варианты исполнения научно-исследовательской работы, проанализировать преимущества и недостатки решений, посчитать бюджет затрат и произвести сравнительную оценку эффективности разработки. Полученные результаты позволят достичь цели исследования оптимальным, с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности, путем.

### **4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Данная разработка нацелена на использование внутри Городской больницы №3 города Томска в рамках диагностики психогенно индуцированной астмы.

Предполагается использование данной системы только в медицинских целях.

Сегментирование можно провести по типам информационных систем и типам бронхиальной астмы. В Главе 2 подробно расписано большое разнообразие решений, существующих сегодня. На карте сегментирования существование рабочих решений обозначено знаком «+». Все они имеют свои

положительные и отрицательные стороны и созданы для решения конкретных задач. Знаком «-» обозначены ячейки, направления, в которых на текущий момент технических решений пока нет.

Таблица 2. Карта сегментирования

		Типы информационных систем				
		Справочно-библиотечные системы.	Системы автоматизации врачебных назначений	Системы формирования «интегрального анамнеза»	Системы сбора, хранения и анализа медицинских данных	Система поддержки принятия диагностических решений
Типы Бронхиальной астмы	Психогенно - индуцированная БА	-	-	+	-	-
	Не психогенно - индуцированная БА	+	+	+	+	+

По результатам карты мы видим, что на текущий момент в связи со сложностью диагностики психогенно-индуцированной бронхиальной астмы и нетривиальностью лечения этого заболевания решений пока нет. Это значит, что это направление на рынке еще не занято, а значит исследование в этом направлении перспективно. Так как данные исследований, предоставленные Городской клинической №3 города Томска уникальны и главной задачей является поиск зависимостей и тенденций в причинах заболевания, а также оформление результата в виде информационной системы, то в нашем случае

мы намерены занять 2 свободных сегмента на рынке: «Системы сбора, хранения и анализа медицинских данных», а также «Система поддержки принятия диагностических решений», связанных с диагностикой психогенно - индуцированной БА.

#### **4.1.2. Анализ конкурентных технических решений**

Существует множество информационных систем поддержки принятия решения, в том числе затрагивающих анализ данных и диагностику бронхиальной астмы, однако поддержки принятия решений выявления психогенно индуцированной астмы не проводилось. Поэтому в данном разделе сравнение ведется с косвенными конкурентами.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Делая упор на слабые места конкурентов можно получить большое преимущество на рынке. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Далее будет представлена (таблица 3) оценочная



карта для сравнения конкурентных технических решений,  $B_{k1}$  – «Эскулап: медицинский скрининг»,  $B_{k2}$  – «Мед ИТ-Решения».

Таблица 3 Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{k1}$	$B_{k2}$	$K_{\phi}$	$K_{k1}$	$K_{k2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Улучшение производительности труда заказчика	0.15	5	5	3	0,75	0,75	0,45
2. Функциональная мощность	0.1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
3. Удобство в эксплуатации	0.15	4	4	3	0,6	0,6	0,45
4. Потребность в ресурсах памяти	0.1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
5. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность разработки	0.1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
2. Уровень востребованности среди потребителей	0.1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
3. Цена	0.05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
4. Финансирование научной разработки	0.1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
5. Срок исполнения	0.1	3	5	4	0,3	0,5	0,4
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>33</b>	<b>4,2</b>	<b>4,35</b>	<b>3,25</b>

Исходя из расчётов, сделанных выше, можно сделать вывод, что наша разработка имеет достаточно высокий уровень конкурентоспособности. Позиции конкурентов наиболее уязвимы в техническом развитии и ценовом диапазоне. Данные пункты определяют конкурентное преимущество нашей разработки.

#### 4.1.3. Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Результат оценки по технологии QuaD представлены в таблице 3.

Таблица 4 Технология QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Улучшение производительности труда заказчика	0.15	95	100	0,95	0,1425
2. Функциональная мощность	0.1	85	100	0,85	0,085
3. Удобство в эксплуатации	0.15	90	100	0,9	0,135
4. Потребность в ресурсах памяти	0.1	90	100	0,9	0,09
5. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	85	100	0,85	0,0425
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
1. Конкурентоспособность разработки	0.1	90	100	0,9	0,09
2. Уровень востребованности среди потребителей	0.1	80	100	0,8	0,08
3. Цена	0.05	85	100	0,85	0,0425
4. Финансирование научной разработки	0.1	80	100	0,8	0,08
5. Срок исполнения	0.1	70	100	0,7	0,07
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>85,75</b>

Значение показателя  $P_{cp}$  составляет 85,75, что означает высокую перспективность проекта.

#### 4.1.4. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта был проведен SWOT-анализ, который отражает сильные и слабые стороны разрабатываемого проекта.

Таблица 5 SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей). С2. Функциональная мощность (предоставляемые возможности). С3. Конкурентоспособность продукта. С4. Повышение производительности труда.	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Длительный период подготовки продукта к выходу на рынок. Сл2. Значительные временные и интеллектуальные затраты на реализацию. Сл3. Потребность в ресурсах памяти.
<b>Возможности:</b> В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Публикации о проекте в тематических журналах. В3. Появление дополнительного спроса на разработку. В4. Повышение стоимости конкурентных разработок. В5. Привлечение специалистов из ТПУ для работы над проектом.	Использование инновационной структуры ТПУ позволит повысить конкурентоспособность и ускорить выход на рынок. Возможно появление дополнительного спроса на новый продукт благодаря использованию доступной среды разработки.	Привлечение кадров из ТПУ увеличит штат сотрудников, работающих над проектом и позволит увеличить темпы работы над проектом. Публикация в журнале позволит познакомить целевую аудиторию с проектом.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на расширение разработки. У2. Отказ от реализации и технической поддержки проекта после внедрения. У3. Нехватка вычислительных ресурсов. У4. Развитая конкуренция разработчиков ИС.	Развитая конкуренция разработчиков может привести к снижению конкурентоспособности продукта. Отказ от технической поддержки может повлиять на мотивацию привлечения сотрудников в проект.	Отсутствие спроса на расширение разработки может замедлить срок выхода на рынок и понизить квалификацию научного труда. Нехватка вычислительных ресурсов также может затянуть срок выхода на рынок.

В результате анализа были выявлены сильные и слабые стороны проекта, что дает возможность спланировать работу. Слабые стороны исследования необходимо по возможности минимизировать, базируясь прежде всего на имеющихся сильных сторонах. Поддержка сильных сторон позволит улучшить имидж университета и способствовать дальнейшему сотрудничеству с Городской больницей №3 и привлекать новые ресурсы в работу. Мы можем по результатам проведенного анализа акцентировать внимание и усилия по развитию сильных сторон исследования и устранению негативных факторов. Стратегическое планирование позволит избежать возникающих угроз и использовать все возможности, появляющиеся во внешнем окружении. Исходя из анализа можно сформировать стратегию деятельности, т.е. долгосрочный план по достижению цели в будущем.

Таким образом планируется ускорить выход продукта на рынок путем использования инновационной структуры ТПУ и привлечения сотрудников и студентов к разработке. Планируется увеличить спрос на продукт используя доступную среду разработки и публикациями в журналах. Также необходимо продумать план и убедить заказчиков в необходимости поддержки проекта и его развития, а также поддержания необходимых вычислительных ресурсов.

#### **4.2.Определение возможных альтернатив проведения научных исследований**

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Морфологическая матрица приведена в таблице 6.

Таблица 6 Морфологическая матрица

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
А. Среда разработки	Oracle APEX.	Visual Studio	Eclipse
Б. База данных	Oracle	Access	
В. Язык программирования	PLSQL	C#	Java
Г. Реализация	Web - приложение	Windows Forms	

Для данной матрицы выберем три сочетания А1Б1В1Г1, А2Б2В2Г2, А3Б2В3Г2

### **4.3. Планирование научно-исследовательских работ**

#### **4.3.1. Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 7.

Таблица 7 Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания.	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор материалов по теме	Руководитель
	3	Изучение материалов по теме	Магистр
	4	Выбор направления	Руководитель, магистр
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, магистр
Проектирование структуры и разработка ИС	6	Интеллектуальный анализ данных	Магистр
	7	Проектирование структуры ИС	Магистр
	8	Разработка ИС	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Магистр
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Магистр

#### 4.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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

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

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

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

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

Для выполнения перечисленных в таблице 7 работ требуются специалисты:

- Магистр (М);
- Бакалавр (Б);
- Научный руководитель (Р).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

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

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

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

#### **4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования**

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где  $T_{\text{КАЛ}}$  – календарные дни ( $T_{\text{КАЛ}} = 366$ );

$T_{\text{ВД}}$  – выходные дни ( $T_{\text{ВД}} = 53$ );

$T_{\text{ПД}}$  – праздничные дни ( $T_{\text{ПД}} = 11$ ).

$$T_K = \frac{366}{366 - 53 - 11} = 1,212$$

Временные показатели проведения научного исследования представлены в таблице 8.



Таблица 8 Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$				
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожид}$ , чел-дни				Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.		
	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.	Испол.									
1	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	Р	Р	Р	4,8	4,8	4,8	6	6	6
2	8	8	8	12	12	12	9,6	9,6	9,6	Р	Р	Р	9,6	9,6	9,6	12	12	12
3	14	14	14	20	20	20	16,4	16,4	16,4	Б	Б	Б	8,2	8,2	8,2	10	10	10
4	7	7	7	12	12	12	9	9	9	Р,Б	Р,Б	Р,Б	3	3	3	4	4	4
5	4	4	4	10	10	10	6,4	6,4	6,4	Р,Б	Р,Б	Р,Б	2,1	2,1	2,1	3	3	3
6	23	22	25	25	26	28	23,8	23,6	26,2	Б	Б	Б	11,9	11,8	13,1	14	14	16
7	18	20	21	20	23	25	18,8	21,2	22,6	Б	Б	Б	9,4	10,6	11,3	11	13	14
8	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Б	Б	Б	0,7	0,7	0,7	1	1	1
9	3	3	3	5	5	5	3,8	3,8	3,8	Р,Б	Р,Б	Р,Б	1,3	1,3	1,3	2	2	2
10	17	17	17	23	23	23	19,4	19,4	19,4	Б	Б	Б	9,7	9,7	9,7	12	12	12
<b>И</b>	Всего												60,7	61,8	63,8	74	75	77
<b>то</b>	Руководитель												20,8	20,8	20,8	25	25	25
<b>го</b>	Бакалавр												46,3	47,4	49,4	56	57	60

На основании таблицы 7 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского. План-график приведен в таблице 9.

Таблица 9 Календарный план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания.	Руководитель	6	■										
2	Подбор материалов по теме	Руководитель	12	■	■									
3	Изучение материалов по теме	Магистр	10			■	■							
4	Выбор направления	Руководитель, Магистр	4				■							
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Магистр, Бакалавр	3				■							
6	Интеллектуальный анализ данных	Магистр	12					■	■					
7	Проектирование структуры ИС	Магистр	2						■					
8	Разработка ИС	Бакалавр	16							■	■	■		
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Магистр	2										■	
10	Составление пояснительной записки	Магистр	12											■

#### 4.3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;

- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

#### **4.3.5. Расчет материальных затрат НИИ**

Произведем расчет всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхи} , \quad (6)$$

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

$N_{расхи}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Материальные затраты представлены в таблице 10.

Таблица 10 Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
<b>Программное обеспечение</b>										
Среда разработки	шт	1	1	1	40896	29448	37300	40896	29448	37300
<b>Офисные принадлежности</b>										
Бумага для принтера А4	уп	1	1	1	150	150	150	150	150	150
Картридж для принтера	шт	1	1	1	500	500	500	500	500	500
Папка со скоросшивателем	шт	1	1	1	50	50	50	50	50	50
<b>Итого</b>					<b>41596</b>	<b>30148</b>	<b>38000</b>	<b>41596</b>	<b>30148</b>	<b>38000</b>

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

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблице 11.

Таблица 11 Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
		Испол. 1	Испол. 2	Испол. 3	Испол. 1	Испол. 2	Испол. 3	Испол. 1	Испол. 2	Испол. 3
1.	Компьютер	1	1	1	17000	17000	17000	19550	19550	19550
2.	Монитор	1	1	1	7000	7000	7000	8050	8050	8050
3.	Принтер	1	1	1	5000	5000	5000	5750	5750	5750
<b>Итого</b>								<b>33350</b>	<b>33350</b>	<b>33350</b>

##### 4.3.6.1. Основная заработная плата исполнителей темы

Рассчитаем основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

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

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

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (8)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 7);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (9)$$

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 12).

Таблица 22 Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	107	107
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	234	234

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (10)$$

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

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{\text{тс}}$ );

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

Тарифная заработная плата  $Z_{\text{тс}}$  находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда  $T_{ci} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_{\text{т}}$  и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 13.

Таблица 13 Расчёт основной заработной платы

Исп.	Исполнители	Разряд	З <sub>осн</sub> , руб.	k <sub>пр</sub>	k <sub>д</sub>	k <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> , раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Исполнение 1	Руководитель	Ст. преп.	16751,29	0,3	0,15	1,3	31576,18	1511,34	20,8	31435,84
	Магистр	1	6976,22	0,3	0,15	1,3	13150,17	629,41	46,3	29141,69
	Бакалавр	1	6976,22	0,3	0,15	1,3	13150,17	629,41	46,3	29141,69
	<b>Итого</b>									<b>89719,22</b>
Исполнение 2	Руководитель	Ст. преп.	16751,29	0,3	0,15	1,3	31576,18	1511,34	20,8	31435,84
	Магистр	1	6976,22	0,3	0,15	1,3	13150,17	629,41	47,4	29834,04
	Бакалавр	1	6976,22	0,3	0,15	1,3	13150,17	629,41	47,4	29834,04
	<b>Итого</b>									<b>91103,92</b>
Исполнение 3	Руководитель	Ст. преп.	16751,29	0,3	0,15	1,3	31576,18	1511,34	20,8	31435,84
	Магистр	1	6976,22	0,3	0,15	1,3	13150,17	629,41	49,4	31092,86
	Бакалавр 2	1	6976,22	0,3	0,15	1,3	13150,17	629,41	49,4	31092,86
	<b>Итого</b>									<b>93621,56</b>

#### 4.3.6.2. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

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

Таблица 3 Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			k <sub>доп</sub>	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Испол.1	Испол.2	Испол.3		Испол.1	Испол.2	Испол.3
Руководитель	31435,84	31435,84	31435,84	0,12	3772,30	3772,30	3772,30
Бакалавр 1	29141,69	29834,04	31092,86		3497	3580,08	3731,14
Бакалавр 2	29141,69	29834,04	31092,86		3497	3580,08	3731,14
<b>Итого</b>					<b>10766,31</b>	<b>10932,47</b>	<b>11234,59</b>

#### 4.3.6.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 14.

Таблица 4 Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Полная заработная плата, руб.		
	Испол.1	Испол.2	Испол.3	Испол.1	Испол.2	Испол.3
Руководитель	31435,84	31435,84	31435,84	35208,14	35208,14	35208,14
Магистр	29141,69	29834,04	31092,86	32638,69	33414,12	34824
Бакалавр	29141,69	29834,04	31092,86	32638,69	33414,12	34824
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
<b>Итого</b>						
Исполнение 1	<b>27231,58</b>					
Исполнение 2	<b>27651,86</b>					
Исполнение 3	<b>28416,02</b>					

#### 4.3.6.4. Расчет затрат на научные и производственные командировки

На данном этапе в научных и производственных командировках нет необходимости.



#### 4.3.6.5. Контрагентные расходы

На данном этапе невозможно оценить влияние контрагентных расходов на проект.

#### 4.3.6.6. Накладные расходы

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Исполнение 1 =  $(41596+33350+89719,22+10766,31+27231,58) * 0,16 = 202663,11 * 0,16 = 32426,1$

Исполнение 2 =  $(30148+33350+91103,92+10932,47+27651,86) * 0,16 = 193186,25 * 0,16 = 30909,8$

Исполнение 3 =  $(38000+33350+93621,56+11234,59+28416,02) * 0,16 = 204622,17 * 0,16=32739,55$

#### 4.3.6.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 16.

Таблица 56 Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Испол.1	Испол.2	Испол.3	
1. Материальные затраты НИИ	41596	30148	38000	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	33350	33350	33350	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	89719,22	91103,92	93621,56	Пункт 3.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	10766,31	10932,47	11234,59	Пункт 3.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	27231,58	27651,86	28416,02	Пункт 3.4.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	0	0	Пункт 3.4.6
7. Контрагентские расходы	0	0	0	Пункт 3.4.7
8. Накладные расходы	32426,1	30909,8	32739,55	16 % от суммы ст. 1-7
9. Бюджет затрат НИИ	235089,21	224096,05	237361,72	Сумма ст. 1- 8

#### 4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

*Интегральный показатель финансовой эффективности* научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (см. табл. 15). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

*Интегральный финансовый показатель* разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (15)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

Максимальная стоимость составляет 237361,72 рублей, следовательно:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{р1}}}{\Phi_{\text{max}}} = 0,990$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{р2}}}{\Phi_{\text{max}}} = 0,944$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{р3}}}{\Phi_{\text{max}}} = 1$$

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

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (16)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 17 Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Испол.1	Испол.2	Испол.3
1. Улучшение производительности труда заказчика	0,25	5	4	4
2. Функциональная мощность	0,20	4	3	3
3. Удобство в эксплуатации	0,25	5	4	3
4. Потребность в ресурсах памяти	0,15	5	3	3
5. Надежность	0,15	4	4	4
ИТОГО	1			

$$I_{p-исн1} = 5*0,25+4*0,20+5*0,25+5*0,15+4*0,15 = 4,65;$$

$$I_{p-исн2} = 4*0,25+3*0,20+4*0,25+3*0,15+4*0,15 = 3,65;$$

$$I_{p-исн3} = 4*0,25+3*0,20+3*0,25+3*0,15+4*0,15 = 3,4.$$

**Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки** ( $I_{исн.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исн.1} = \frac{I_{p-исн1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исн.2} = \frac{I_{p-исн2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.} \quad (15)$$

$$I_{исн.1} = \frac{4,65}{0,99} = 4,7 ; \quad I_{исн.2} = \frac{3,65}{0,944} = 3,67 ; \quad I_{исн.3} = \frac{3,4}{1} = 3,4$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исн.1}}{I_{исн.2}} \quad (16)$$

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{4,7}{3,67} = 1,28 ; \quad \mathcal{E}_{cp2} = \frac{3,67}{3,4} = 1,08 ; \quad \mathcal{E}_{cp3} = \frac{3,4}{4,7} = 0,72$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 18.

Таблица 6 Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Испол.1	Испол.2	Испол.3
1	Интегральный финансовый показатель исполнения	0,990	0,944	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности исполнения	4,65	3,65	3,4
3	Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения	4,7	3,67	3,4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,28	1,08	0,72

#### **Общий вывод по разделу:**

В результате работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выявили и сравнили три варианта исполнения научно-исследовательской работы. Бюджет затрат первого варианта исполнения равен 235089,21 рублей, второго -224096,05, третьего - 237361,72. Произвели сравнительную оценку эффективности разработки и исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее эффективным вариантом решения поставленной в магистерской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 вариант исполнения – использование среды разработки Oracle APEX.

## **5. Социальная ответственность**

Выпускная квалификационная работа по проектированию и реализации информационной технологии поддержки врачебных решений при диагностике заболеваний бронхиальной астмы выполнялась на кафедре Оптимизации систем управления в одном из кабинетов Кибернетического центра Томского Политехнического Университета. Проектируемое рабочее место представляет собой офисное помещение, в котором будет работать инженер-программист.

В данной работе освещен комплекс мер организационного, правового, технического и режимного характера, которые минимизируют негативные последствия разработки информационной системы, а также рассматриваются вопросы техники безопасности, охраны окружающей среды и пожарной профилактики, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Специфика и режим работы аналитика и разработчика характеризуются значительным умственным напряжением, сильной нагрузкой на зрительный аппарат, неподвижностью и напряженностью в шейно-грудном и поясничном отделах позвоночника, что приводит к появлению усталости изменению функционального состояния центральной нервной системы, появлению болей в запястьях, локтевых суставах, кистях, пальцах рук и спине. При длительной работе за экраном монитора появляются болезненные ощущения в глазах и головная боль.

Разработка информационной системы никаким образом не оказывает отрицательного воздействия на общество и окружающую среду, но в процессе работы специалиста с информационной системой для учета и обработки анкетных данных медицинских исследований при использовании ПЭВМ возможно образование твердых отходов, таких как бумага, батарейки, лампочки, использованные картриджи, отходы от продуктов питания и личной гигиены, отходы от канцелярских принадлежностей и т.д.

## **5.1. Производственная безопасность.**

По природе возникновения вредные и опасные производственные факторы делятся на 4 группы: физические, химические, психофизиологические и биологические. В нашем случае биологические и химические факторы существенного влияния на состояние здоровья исполнителей не оказывают, то подробнее рассмотрим лишь физические и психофизиологический факторы.

Единственным фактором, относящимся к физически опасным, является опасность поражения электрическим током. В качестве же вредных производственных факторов, которые имеют место при работе с компьютером, были выделены следующие позиции: повышенный уровень электромагнитных излучений (электроннолучевая трубка монитора компьютера), отклонение показателей микроклимата, повышенный уровень шума (вентиляторы внутри системного блока, накопители на жестких и магнитных дисках, светильники люминесцентных ламп и др.), недостаточная освещённость рабочей зоны

### **5.1.1. Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Как любые электрические приборы, видеотерминалы (ВДТ) и системные блоки производят электромагнитное излучение, воздействие этого излучение на организм человека напрямую зависит от напряжённостей электрического, магнитного поля, от потока энергии, частоты колебаний, а также от размера облучаемого тела.

При воздействии электромагнитных полей низкой напряжённости нарушения, возникающие в организме человека, носят обратимый характер. Однако если напряжённость магнитных полей выше предельно допустимого уровня, то страдают нервная и сердечно-сосудистая системы, органы пищеварения, а также ухудшаются некоторые биологические показатели крови.

Большая часть электромагнитных излучений происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически всё электромагнитное излучение идет от системного блока.

Согласно [5] на расстоянии 50 см вокруг ВДТ напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей должна быть не более 25 В/м, если частота находится в диапазоне 5 Гц ÷ 2 кГц, не более 2,5 В/м, если частота находится в диапазоне 2 кГц ÷ 400 кГц

Плотность магнитного потока не должна превышать 250 нТл, если частота находится в диапазоне 5 Гц ÷ 2 кГц и 25 нТл, если частота находится в диапазоне 2 кГц ÷ 400 кГц

Основной подход – увеличить расстояние от источника, экран видеомонитора не должен находиться ближе 50 см от пользователя;

Использование приэкранного фильтра, специального экрана, а также других средств индивидуальной защиты, которые прошли испытание в аккредитованных лабораториях и которые имеют соответствующий гигиенический сертификат.

### **5.1.2. Отклонение показателей микроклимата**

Микроклимат производственных помещений характеризуется следующими параметрами: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха. Все эти параметры влияют на организм человека как сами по себе, так и в комплексе. Оптимальные значения характеристик микроклимата установлены в соответствии с [5] и отображены в таблице 19.

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к лёгкой физической работе категории I а, с энергозатратами организма до 120 Дж/с, т.к. работа проводилась сидя, не требуя систематического физического напряжения.



Таблица 7 Оптимальные значения характеристик микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодн.	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Таблица 20 Допустимые значения микроклимата рабочего стола. [5]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, 0С		Температура поверхностей, 0С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Ниж е опт.	Выш е опт.			Ниж е опт.	Выш е опт.
Холодный	Категория Ia (до 139)	20-21,9	24,2-25	19-26	15-75	0,1	
Теплый		21-22,9	25,1-28	20,29		0,1	0,2

Параметры микроклимата помещения, регулирующийся системой центрального отопления, а также приточно-вытяжной вентиляцией, имеют следующие значения: влажность 40%, скорость движения воздуха 0,1 м/с, температура летом 20-25°С, зимой 15-18°С, что соответствует требованиям [5].

Если говорить о мероприятиях по оздоровлению воздушной среды, то в производственном помещении к ним относится правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, а также отопление помещений. Вентиляция должна осуществляться как естественным, так и механическим путём.

В аудитории принудительная вентиляция отсутствует. Но имеется естественная, т.е. воздух поступает и удаляется через окна, двери, щели. Однако воздух поступает в помещение без очистки и нагревания. Естественная вентиляция допускается в том случае, если на одного работающего приходится не менее  $40\text{ м}^3$  всего объема воздуха в помещении. Объём воздуха на одного человека в аудиториях КЦ—  $28,88\text{ м}^3$ ), следовательно, необходимо наличие принудительной вентиляции.

В зимнее время в помещении должна быть система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В аудиториях используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками.

### **5.1.3. Недостаточная освещённость рабочей зоны**

Недостаточная освещённость пагубно влияет на зрительный аппарат, то есть снижает зрительную работоспособность, также освещённость рабочей зоны влияет на психику человека, эмоциональное состояние, может вызывать усталость центральной нервной системы, которая возникает в результате приложения дополнительных усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Для оптимизации условий труда большую роль играет освещение рабочих мест. Организация освещённости рабочих мест должно выполнить два требования: обеспечить различаемость рассматриваемых предметов и уменьшить напряжение и утомляемость органов зрения. Производственное

освещение должно быть устойчивым и равномерным, иметь правильное направление, исключать слепящее действие и образование резких теней.

Основным качественным показателем световой среды является коэффициент пульсации освещенности (Кп). Для рабочих мест с ПЭВМ этот показатель не должен превышать 5%. Оптимальная яркость экрана дисплея составляет 75–100 кд/м<sup>2</sup>. При такой яркости экрана, а также яркости поверхности стола в пределах от 100 до 150 кд/м<sup>2</sup> обеспечивается работоспособность зрительного аппарата на уровне 80–90 % и сохраняется постоянный размер зрачка на допустимом уровне 3–4 мм. Местное освещение не должно создавать блики на поверхности экрана и не должно увеличивать освещенность экрана ПЭВМ более, чем 300 лк. Следует ограничивать прямую и отраженную блескостность от любых источников освещения.

В лаборатории, где проводится ВКР, используется смешанное освещение, т.е. сочетание естественного и искусственного освещения. Оно освещено 3 светильниками, в каждом из которых установлено 4 люминесцентных лампы типа ЛБ-40. Светильники расположены равномерно по всей площади потолка в ряд, создавая при этом равномерное освещение рабочих мест. Световой поток каждой из ламп в помещении свидетельствует о соблюдении норм освещенности.

Следует ограничивать отраженную блескостность на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка, при применении системы отраженного освещения, не должна превышать 200кд/м<sup>2</sup>.

В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

Для освещения помещений с ПЭВМ следует применять светильники серии ЛПО36 с зеркализированными решетками, укомплектованные

высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м<sup>2</sup>, защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

В помещении три оконных проема. КЕО при совмещенном освещении и боковом естественном освещении для данного типа помещений составляет 0,7. Уровень искусственного освещения должен быть не менее 300 лк.[4]

Таблица 8 Параметры систем естественного и искусственного освещения на рабочих местах

Наименование рабочего места	Тип светильника и источника света	Коэффициент естественной освещенности, КЕО, %		Освещенность при совмещенной системе, лк	
		Фактически	Норм. значение	Фактически	Норм. значение
Помещение для работы с ПЭВМ	ОДР ЛБ-40	---	0,7	1021 лк	300÷500 лк

#### 5.1.4. Расчет искусственного освещения

Расчет сводится к выбору вида и систем освещения, определению необходимого числа светильников и их размещению. Для расчета выбран метод коэффициента использования светового потока.

Общий световой поток ( $F_{общ}$ ) определяется по формуле:

$$F_{общ} = \frac{E_H \cdot S \cdot k_3 \cdot z}{\eta}, \quad (17)$$

где:  $E_n$  – нормированная минимальная освещенность;  $S$  – площадь освещаемого помещения,  $m^2$ ;  $z$  – коэффициент неравномерности освещения (для люминесцентных ламп  $z = 1.1$ );  $k_z$  – коэффициент запаса, зависящий от вида технологического процесса и типа применяемых источников света ( $k = 1,5$  – для помещений с малым выделением пыли);  $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Минимальная освещенность при использовании ПЭВМ и одновременной работе с документами по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 должна быть не менее  $E_n = 300 \text{ Лк}$  (средняя точность работ).

Площадь помещения с длиной  $l = 6$  м и шириной  $d = 3$  м равна:

$$S = l * d = 6 * 3 = 18 \text{ м}^2.$$

Коэффициент использования светового потока выбираем из таблицы в зависимости от типа светильников, размеров помещения, определяемых индексом помещения, коэффициентов отражения стен и потолка помещения.

Коэффициент отражения побелённого потолка  $\rho_n = 70\%$ ; коэффициент отражения от стен, окрашенных в светлую окраску  $\rho_{ст} = 50\%$ ;

Вычислим индекс помещения по формуле (5.2):

$$i = \frac{l \cdot d}{h \cdot (l + d)}, \quad (18)$$

где:

$h$  – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м ( $h=3$ м);

$l$  – длина помещения, м ( $l=6$ м);

$d$  – ширина помещения, м ( $d=3$ м).

Тогда индекс помещения равен:

$$i = \frac{18}{3 \cdot (6 + 3)} = 0,66.$$

Для того, чтобы использовать таблицу «Коэффициенты использования светового потока светильников с люминесцентными лампами», округляем значение индекса помещения до 0,7. Тогда коэффициент использования светового потока при коэффициентах отражения потолка  $\alpha_{\text{п}}=0,7$ , стен  $\alpha_{\text{с}}=0,5$  и пола  $\alpha_{\text{р}}=0,1$  равен  $\eta = 0,39$ .

Теперь определяем общий световой поток по формуле (17):

$$F_{\text{общ}} = \frac{300 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{0,39} = 22846 \text{ лм.}$$

Наиболее приемлемыми для помещения являются люминесцентные лампы ЛБ (белого света) или ЛТБ (тёпло-белого света), мощностью 20, 40 или 80 Вт.

Световой поток одной лампы ЛБ-20-1 составляет не менее  $F_{\text{л}} = 1200$  лм. Для получения светового потока  $F_{\text{общ}} = 22846$  лм необходимо  $N$  ламп, число которых можно определить по формуле (5.3):

$$N = \frac{F_{\text{общ}}}{F_{\text{л}}}. \quad N = \frac{22846}{1200} = 19 \text{ шт.} \quad (19)$$

При расчете люминесцентного освещения, намечено число рядов равное 2, которое подставляется в формулу вместо  $N$ , тогда под  $F_{\text{общ}}$  следует подразумевать световой поток светильников одного ряда.

Таким образом, чтобы обеспечить световой поток  $F_{\text{общ}}=22846$  лм в одном ряду надо использовать 10 шт. ламп. Рассматриваемая комната оснащена 6 светильниками, в каждом из которых установлено 4 люминесцентных лампы типа ЛБ-20. Светильники расположены равномерно по всей площади потолка в два ряда по 3 светильника в одном ряду, создавая при этом равномерное освещение рабочих мест.

Так как количество светильников в помещении удовлетворяет рассчитанному числу светильников, следовательно, данная система освещения удовлетворяет требования СанПиН 2.2.2.542-96.

### **5.1.5. Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Одним из важнейших параметров, которые наносят большой ущерб здоровью и резко снижают производительность труда, является шум.

Шум может создаваться чем угодно, будь это работающее оборудование, установки кондиционирования воздуха, преобразователи напряжения, работающие осветительные приборы дневного света, или шум, проникающий извне.

В ходе исследований установлено, что шум и вибрация оказывают пагубное воздействие на организм человека. Действие шума различно: он затрудняет разборчивость речи, снижает работоспособность, повышает утомляемость, вызывает изменения в органах слуха человека. Шум воздействует на весь организм человека, а не только на органы слуха. Отмечается ослабление внимания, ухудшение памяти, снижение реакции, увеличение числа ошибок при работе.

Производственные помещения, в которых для работы используются ПЭВМ, не должны находиться по соседству с помещениями, в которых уровень шума и вибрации превышают нормируемые значения.

Допустимый уровень звукового давления, звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах должны отвечать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [5].

При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

### **5.1.6. Электробезопасность**

В этом разделе нас интересует статическое электричество, которое возникает в результате процессов перераспределения электронов и ионов, когда происходит соприкосновение двух поверхностей неоднородных жидких, либо твердых веществ, на которых образуется двойной электрический слой. Разделение поверхностей означает разделение зарядов этого слоя, а

значит между разделенными поверхностями возникает разность потенциалов и образуется электрическое поле.

В помещении статическое электричество часто возникает при прикосновении человека к элементам ЭВМ. Разряды не представляют опасность для пользователей, но они могут привести к проблемам с ЭВМ. Чтобы снизить величины возникающих зарядов статического электричества покрытие полов в помещении выполняется из однослойного линолеума. При работе с электроприборами крайне важно соблюдать технику безопасности.

Опасность поражения человека электрическим током напрямую зависит от условий в помещении. Риск поражения возрастает при следующих условиях: повышенная влажность (относительная влажность воздуха превышает 75%), высокая температура (более 35°C), наличие токопроводящей пыли, токопроводящих полов, а также возможности одновременного соприкосновения к металлическим элементам, имеющим соединение с землей, и металлическим корпусом электрооборудования. Следовательно, работа может проводиться исключительно в помещениях без повышенной опасности, при этом существует опасность электропоражения:

- при прикосновении к токоведущим частям, например, во время ремонта ПЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, которые оказались под напряжением (при нарушении изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Аудитории КЦ, в которых проводились работы, по опасности электропоражения не относятся к помещениям повышенной опасности.



В лабораториях используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

1) перед началом работы необходимо убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;

2) при обнаружении неисправности оборудования и приборов, необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;

3) запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

## **5.2. Экологическая безопасность**

Научно-технический прогресс, увеличивает возможности человека воздействовать на окружающую среду, это создает условия для возникновения экологического кризиса. При этом развитие технологий открывает и новые пути поддержания природной среды и предлагает новые варианты преодоления уже существующих проблем. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений [9].

### **5.2.1. Отходы**

Основные виды загрязнения литосферы – твердые бытовые и промышленные отходы. В ходе выполнения ВКР, образовывались различные твердые отходы. К ним можно отнести: бумагу, батарейки, лампочки,

использованные картриджи, отходы от продуктов питания и личной гигиены, отходы от канцелярских принадлежностей и т.д.

Защита почвенного покрова и недр от твердых отходов реализуется за счет сбора, сортирования и утилизации отходов и их организованного захоронения.

### **5.3. Организационные мероприятия обеспечения безопасности**

При организации рабочего места необходимо учитывать требования безопасности, промышленной санитарии, эргономики, технической эстетики. Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развитию у него профессионального заболевания. Согласно требований [7,5] при организации работы на ПЭВМ должны выполняться следующие условия:

- персональный компьютер(ПК), и соответственно рабочее место должно располагаться так, чтобы свет падал сбоку, лучше слева;
- ПК лучше установить так, чтобы, подняв глаза от экрана, можно было увидеть какой-нибудь удаленный предмет в помещении или на улице. Перевод взгляда на дальнее расстояние является одним из наиболее эффективных способов разгрузки зрительного аппарата при работе на ПК;
- окна в помещениях с ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т.д.);
- высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 680 – 800 мм над уровнем пола; а высота экрана (над полом) –900–1280см;
- монитор должен находиться от оператора на расстоянии 60 – 70 см на 20 градусов ниже уровня глаз;
- Положение тела пользователя относительно монитора должно соответствовать направлению просмотра под прямым углом или под углом 75 градусов.

Согласно СанПиНу 2.2.2.542-96 при 8-ми часовой рабочей смене на ВДТ и ПЭВМ перерывы в работе должны составлять от 10 до 20 минут каждые два часа работы.

#### **5.4. Особенности законодательного регулирования проектных решений.**

При работе с персональным компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха.

В табл. 22 представлены сведения о регламентированных перерывах, которые необходимо делать при работе на компьютере, в зависимости от продолжительности рабочей смены, видов и категорий трудовой деятельности с ВДТ (видеодисплейный терминал) и ПЭВМ в соответствии [5].

Таблица 22 Время регламентированных перерывов при работе на компьютере

Категория работы с ВДТ или ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работы с ВДТ			Суммарное регламентированное время	
	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, часов	При 8-часовой смене	При 12-часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2,0	30	70
II	до 40 000	до 30 000	до 4,0	50	90
III	до 60 000	до 40 000	до 6,0	70	120

Время перерывов дано при соблюдении указанных Санитарных правил и норм. При несоответствии фактических условий труда требованиям Санитарных правил и норм время регламентированных перерывов следует увеличить на 30%.

#### **5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.**

##### **5.5.1. Оценка пожарной безопасности помещения**

Согласно нормам технологического проектирования [4], в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по

пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Наличие в аудитории 204-КЦ деревянных изделий (столы, шкафы), электропроводов напряжением 220В, а также применение электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами – паяльниками дает право отнести помещение по степени пожарной и взрывобезопасности к категории В.

Необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана. В качестве возможных причин пожара можно указать следующие: короткие замыкания, опасная перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции, нередко пожары происходят при пуске оборудования после ремонта. Для предупреждения пожаров от коротких замыканий и перегрузок необходимы правильный выбор, монтаж и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических средств автоматизации. Следовательно, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

#### **5.5.2. Анализ возможных причин загорания**

Причиной возгорания может быть неисправность токоведущих частей установок, работа с открытой электроаппаратурой, короткие замыкания в блоке питания или высоковольтном блоке дисплейной развертки, несоблюдение правил пожарной безопасности, наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.

#### **5.5.3. Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров**

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности: исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция), применение при строительстве и отделке зданий негорючих или трудно сгораемых материалов.

Необходимо в аудитории проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия: организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта, эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования, технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия, такие как противопожарный инструктаж обслуживающего персонала, обучение персонала правилам техники безопасности, издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия, такие как соблюдение эксплуатационных норм оборудования, обеспечение свободного подхода к оборудованию, содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

1) соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В аудитории 204-КЦ имеется углекислотный огнетушитель типа ОУ-2, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара, и на досягаемом расстоянии находится пожарный щит (2 этаж КЦ). Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться углекислотные огнетушители типа ОУ-2.

2) профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Кроме устранения самого очага пожара, нужно своевременно организовать эвакуацию людей.

**Вывод по разделу:** разработка данной системы не оказывает вредного воздействия на общество и окружающую среду, соответствует нормам техногенной безопасности.

## **Заключение**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, был разработан алгоритм выявления скрытых закономерностей, который основывается на системе поддержки медицинских исследований БА, а также был создан модуль информационной системы, отвечающий за поддержку принятия решения относительно типа бронхиальной астмы на основании анализа клинико-лабораторных показателей.

Стоит также отметить, что медицинская информационная система, созданная нами на бакалавриате оказалась легко расширяемой для новой функциональности, что подтверждает качество ранее выполненной нами работы. Не все информационные системы так легко могут принять новую функциональность.

Данная система позволит существенно сократить временные и финансовые затраты, связанные с диагностикой психологической природы бронхиальной астмы. Пациентам не придется безосновательно тратить время и средства на психолога, система позволит направить ход диагностики и лечения в нужном направлении. Конечно, система не заменит доктора, однако поможет повысить эффективность работы и сократить количество врачебных ошибок. Не всегда врачи всерьез задумываются о психологической составляющей болезни. Очень много информации приходится им держать в голове. А это чрезвычайно важно, ведь пациентам БАПИ нужно лечение не медикаментозное, а в первую очередь психологическое. Для таких пациентов не работают классические назначения, а любое неправильно назначенное серьезное лечение может нанести серьезный ущерб здоровью.

Точности алгоритма 84% была принята медиками достаточной, однако в ходе работы нам удалось улучшить точность до 91% с помощью метода «Случайный лес». Этот метод в связи с ограниченностью во времени не был реализован в данной системе в рамках данной работы, однако планируется расширять систему новыми алгоритмами, и новыми модулями по поддержке принятия медицинских решений.

## Список публикаций

1. Бочарова А.Е. Методы интеллектуального анализа данных для прогнозирования форм бронхиальной астмы // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. Сборник научных трудов IV Международной конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 2017. — С. 329-330.
2. Бочарова А.Е., Воронцовская Н.А. Формирование набора данных для медицинских исследований // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. Сборник научных трудов III Международной конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 2016. — С. 851-852.
3. Бочарова А.Е., Воронцовская Н.А. Проблемы учета и обработки анкетных данных медицинских исследований // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. Сборник научных трудов II Международной конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — 2015. — С. 846-847.

## Список литературы

- 1) Сеидова А. Система поддержки медицинских научных исследований бронхиальной астмы.
- 2) Языков К.Г., Немеров Е.В.
- 3) Бурцева А.Л. Исследование физиологических особенностей у больных различными формами бронхиальной астмы на основе статистических методов анализа данных.
- 4) Сборник научных трудов Всероссийской конференции с международным участием «Информационные и математические технологии в науке, технике, медицине», часть 1, стр. 182.
- 5) The Institute for Healthcare Improvement (IHI) Researches. [Электронный ресурс]  
URL:[http://www.ihl.org/about/news/Documents/IHIPressRelease\\_IHILaunchesCampaigntoReduceHarm\\_Dec06.pdf](http://www.ihl.org/about/news/Documents/IHIPressRelease_IHILaunchesCampaigntoReduceHarm_Dec06.pdf)
- 6) Г.И.Галанова Врачебная ошибка – проблема не только врача. // Менеджер здравоохранения. [Электронный ресурс] URL:<https://cyberleninka.ru/article/v/vrachebnaya-oshibka-problema-ne-tolko-vracha>
- 7) А. В. Гусев, Т. В. Зарубина Поддержка принятия врачебных решений в медицинских информационных системах. // Врач и информационные технологии, 2017. – 62с. [Электронный ресурс]
- 8) URL: [http://www.kmis.ru/media/files/sppvr\\_mis\\_mo\\_2017.pdf](http://www.kmis.ru/media/files/sppvr_mis_mo_2017.pdf)
- 9) Присакарь А.В. Получение решающих правил для определения типа бронхиальной астмы методами нелинейной динамики // Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL:  
<http://www.scienceforum.ru/2015/1126/11281>.
- 10) Атьков О.Ю., Кудряшов Ю.Ю., Прохоров А.А., Касимов О.В. Система поддержки принятия врачебных решений. // Врач и информационные технологии, № 62013 г., стр. 67–75.
- 11) Мокина Е.Е., Марухина О.В., Шагарова М.Д., Дубинина И.А. Использование методов Data Mining при принятии медицинских диагностических решений // Фундаментальные исследования. 2016. № 5-2. С. 269-274.
- 12) Шульман Е.И., Пшеничников Д.Ю., Глазатов М.В., Микшин А. Г., Рот Г.З. Клиническая информационная система ДОКА+: решения, свойства, возможности и результаты применения // Врач и информационные технологии, № 12007 г., стр. 12–19.



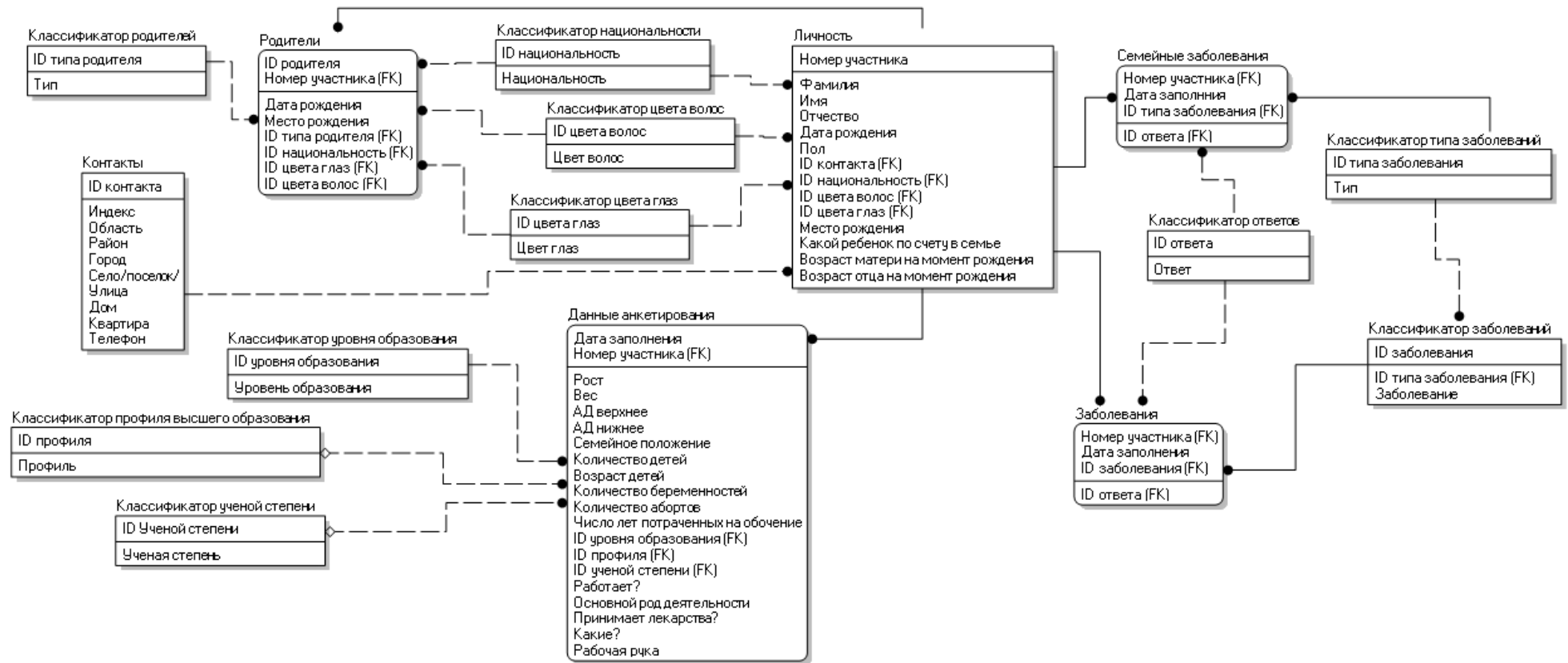
- 13) Сайткулов К.И., Улумбекова Г.Э., Лавров Д.Б. Концептуальный подход к разработке электронной информационно-образовательной системы «Консультант врача» // Врач и информационные технологии, № 52007 г., стр. 63–65.
- 14) Атьков О.Ю., Кудряшов Ю.Ю., Прохоров А.А., Касимов О.В. Система поддержки принятия врачебных решений. // Врач и информационные технологии, № 62013 г., стр. 67–75.
- 15) 9. Клинические руководства – в помощь // URL: <https://www.medvestnik.ru/content/articles/Klinicheskie-rukovodstva-v-pomosh.html> (дата обращения 15.04.2017).
- 16) 15. Раводин Р.А., Резванцев М.В. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений как инструмент профилактики врачебных ошибок // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2013. № 1. С. 27–31.
- 17) 16. Гаврилов Э.Л., Хоманов К.Э., Короткова А.В., Аслибекян Н.О., Шевченко Е.А. Актуальные направления развития справочно-информационных он-лайн приложений для врачей // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2017. Т. 12. № 1. С. 83–87.
- 18) 17. Приказ Минздравсоцразвития России № 364 от 28 апреля 2011 г. «Об утверждении концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» // URL: <https://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials/99>.
- 19) 18. Зарубина Т. В., Швырев С.Л., Соловьев В. Г., Раузина С.Е., Родионов В.С., Пензин О.В., Сурин М.Ю. Интегрированная электронная медицинская карта: состояние дел и перспективы // Врач и информационные технологии, № 22016 г., стр. 35–44.
- 20) Безопасность жизнедеятельности: конспект лекций. Ч. 1 / Под ред. С.В. Белова. – М.: ВАСОТ, 1992. – 136с.
- 21) Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 15 с.
- 22) Безопасность жизнедеятельности: Справочное пособие по дипломному проектированию / Под редакцией Иванова Н.И. и Фадиной И.М. – СПб.: БГТУ, 1995.
- 23) НПВ 105-95 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений, 1995.

- 24) СанПиН 2.22.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электро-вычислительным машинам и организации работы. М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 55с.
- 25) СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. М.: 1995. - 35 с. – (Строительные нормы и правила РФ).
- 26) Безопасность жизнедеятельности: конспект лекций. Ч. 1 / Под ред. С.В. Белова. – М.: ВАСОТ, 1992. – 136с.

## Приложение А

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	N	N_осв	ФИО	Диагноз	Код диагноза	Код группы1	Код группы2	№ группы	Пол: м- 1, ж- 2	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг	Датиссл	МОД1	МОД2	И-МОД	ЖЕЛ1	ЖЕЛ2	И-ЖЕЛ	ФЖЕЛ1	ФЖЕЛ2
2	1	46	Хусаинова Ю.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	18	168	55	22.04.1996	11,5	9	-0,21739	93	95,1	0,022581	76,1	88
3	2	2	Псарева Н.Е.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	48	154	70	26.01.1996	10,3	7,7	-0,25243	79,1	78,4	-0,00885	77,2	92
4	3	1	Аношина М.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	31	170	58	02.02.1996	8,2	8,5	0,036585	76,3	90,5	0,186107	84,4	87
5	4	10	Газетова Е.А.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	36	160	62	24.10.1996	7,9	7,7	-0,02532	81,1	85,5	0,054254	67,7	84
6	5	33	Шмидт Н.А.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	40	167	85	20.03.1998	11,4	12,7	0,114035	76,4	97,8	0,280105	75,4	8
7	6	12	Соколова Т.А.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	48	158	58	17.09.1998	10	9,6	-0,04	52,5	50,5	-0,0381	51,3	8
8	7	38	Катаев О.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	1	32	181	66	09.10.1998	8,8	8	-0,09091	57,2	64,6	0,129371	50,8	72
9	8	60	Изотова Е.И.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	41	164	80	03.04.1999	9	6,5	-0,27778	60,17	64,5	0,071963	54,64	72
10	9	62	Яткина Г.Н.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	49	156	82	10.04.1999	7,5	7,7	0,026667	82,1	82	-0,00122	96,6	106
11	10	82	Шумилина Л.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	43	156	52	24.12.1999	9,32	8,92	-0,04292	101	102	0,009901	98,7	10
12	11	105	Василинин А.Н.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	1	45	176	84	27.12.2000	5,8	4,6	-0,2069	88,6	94,2	0,063205	81	90
13	12	125	Давыдова Н.М.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	42	167	84	07.05.2001	9,03	6,97	-0,22813	65,2	78	0,196319	74,2	7
14	13	126	Тайчинов А.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	1	38	160	56	28.05.2002	8,99	7,03	-0,21802	104,7	107	0,021968	83,9	76
15	14	64	Старкова В.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	47	150	80	09.06.1999	7,5	7,7	0,026667	73,4	80,9	0,10218	73	81
16	15	63	Гогина С.А.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	41	164	71	12.05.1999	9,4	8,4	-0,10638	63,04	57,58	-0,08661	68,75	85,7
17	16	84	Хаджаева А.А.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	16	160	50	24.04.2000	10,66	4,5	-0,57786	57,8	59,1	0,022491	53,5	75
18	17	99	Козлов С.П.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	1	42	162	62	23.05.2000	6	6,59	0,098333	107,1	110,2	0,028945	79,3	98
19	18	139	Зарубина Л.Ф.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	46	163	64	22.05.2002	8,5	8,6	0,011765	71,3	77,1	0,081346	105,3	122
20	19	40	Гибадуллина Ф.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	52	168	77	07.11.2001	6,22	6,25	0,004823	55,2	64,8	0,173913	56,1	58
21	20	134	Севастьянов В.А.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	1	49	178	100	29.07.2002	8,52	7,5	-0,11972	88,4	90,1	0,019231	77,4	96
22	21	61	Ревичев В.М.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	1	43	172	70	03.04.1999	8,2	7,1	-0,13415	80	83	0,0375	59,2	71
23	22	79	Донцова С.В.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	48	158	60	20.11.1999	8,3	7,7	-0,07229	83	85,5	0,03012	83	8
24	23	93	Саранцева С.И.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	2	38	144	34	02.04.2000	8,6	8,1	-0,05814	75,5	66,1	-0,1245	75,1	8
25	24	52	Афанасьев П.И.	БА	10	ВАР1	ВА1	1	1	40	168	85	02.04.2000	8,1	7,4	-0,08642	100	101	0,01	100,1	106
26	1	3	Лимонец О.В.	БА	10	ВАСР	ВА2	2	2	34	157	50	28.02.1996	7,5	8,4	0,12	83,3	86,95	0,043818	63,6	86
27	2	11	Кочина В.И.	БА	10	ВАСР	ВА2	2	1	41	165	56	05.04.1997	6,3	6,2	-0,01587	69,1	69,5	0,005789	66,3	68

## Приложение Б



## Приложение В

```
CREATE TABLE PARAM_VALUES(  
    value_before_AVS    INTEGER NULL ,  
    value_after_AVS     INTEGER NULL ,  
    «index»            INTEGER NULL ,  
    research_id         INTEGER NOT NULL ,  
    parameter_id       INTEGER NULL );  
  
ALTER TABLE PARAM_VALUES ADD CONSTRAINT XPKPARAM_VALUES PRIMARY KEY  
(research_id);  
  
CREATE TABLE Parameter(  
    id                 INTEGER NOT NULL ,  
    description        VARCHAR2(20) NULL ,  
    name              VARCHAR2(20) NULL );  
  
ALTER TABLE Parameter ADD CONSTRAINT XPKParameter PRIMARY KEY (id);  
  
CREATE TABLE RESEARCH(  
    id                 INTEGER NOT NULL ,  
    patient_id        INTEGER NULL ,  
    date_of_research  DATE NULL ,  
    height            INTEGER NULL ,  
    weight            INTEGER NULL ,  
    age_of_the_fist_ep INTEGER NULL ,  
    id_diagnoz       INTEGER NULL );  
  
ALTER TABLE RESEARCH  ADD CONSTRAINT XPKRESEARCH PRIMARY KEY (id);  
ALTER TABLE PARAM_VALUES ADD (CONSTRAINT R_1 FOREIGN KEY (research_id)  
REFERENCES RESEARCH (id));  
ALTER TABLE PARAM_VALUES ADD (CONSTRAINT R_2 FOREIGN KEY (parameter_id)  
REFERENCES Parameter (id) ON DELETE SET NULL);
```

## **Приложение Г**

### **Introduction**

The state of health of our entire planet population is one of the most significant values. And the well-being of the whole society directly depends on this state.

Relevance of this problem grows with the number of patients with asthma. It is possible to single out a special group among patients. This group is formed by patients, in the pathogenesis of which an important role is played by emotional factors. As a result, the problem of psychosomatic disorders in the medical and social terms becomes a problem requiring an interdisciplinary approach.

The interest to the problem of asthma is not weakened because, firstly, the prevalence of asthma tends to increase. Therefore, other risk factors, except for traditional (allergens) must be studied. It is necessary to take into account the internal psycho-physiological characteristics of the organism under conditions of changes in the social and information environment. Secondly, despite the effective therapy, effective control of asthma is not achieved. Many epidemiological studies show that psychological problems and social stresses reduce the effectiveness of asthma therapy. Thirdly, during the last two decades, such trends in science as psychoneuroimmunology, psychoneuroendocrinology have been actively developing. They try to explain the complex mechanisms of many diseases, the development of which occurs during the close integration of the nervous, immune and endocrine systems.

The object of this study is the physiological data of patients with various forms of bronchial asthma collected in a few months at the City Hospital No. 3 in Tomsk.

The problem to which this work is devoted is connected with the fact, that the treatment of bronchial asthma of a psychological nature and not psychological nature is different. In order to diagnose the psychogenic nature of bronchial asthma, a long dialogue between the patient and the psychologist is probably necessary. And this requires serious time and financial costs.

In connection with this, the aim of the work is to shorten the time for the diagnosis of the psychological nature of bronchial asthma. In order to achieve this aim, it is necessary to solve the following series of tasks.

- To study the role of psycho-social factors in the development, course and control of bronchial asthma
- To study the effect of audiovisual stimulation on patients with bronchial asthma
- To identify informative indicators.
- To identify patterns that with a certain degree of probability allow to diagnose the type of bronchial asthma.
- To issue in the form of an algorithm.
- To create an information support system for decision-making.

Thus, the work is aimed at finding an algorithm that allows to diagnose, with a certain degree of probability, the psychogenic nature of asthma, and also to issue this algorithm in the form of an information system.

The development of the information system was conducted in the Oracle Apex environment. The software product is implemented as a web application, the use of which does not require special user training.

The relevance of creating such a system of decision support is undeniable. This disease has many different causes, which greatly complicates the diagnosis. Such a system with a high probability will make it possible to narrow the search for the causes and, accordingly, the methods of asthma treatment.

## **Subject area**

Bronchial asthma is a chronic progressive inflammatory disease of the respiratory tract, characterized by reversible bronchial obstruction and hyperreactivity of the bronchi.

Bronchial asthma is one of the most urgent problems of modern medicine due to high levels of spread, persistent disability, reduced quality of life and mortality. Currently in the world, this disease affects about 300 million people.

The role of psycho-social factors in diagnosing bronchial asthma (BA) is assessed by various specialists quite dissonantly, so the mechanisms remain unclear. But the interest to this problem is not weakening. There are several reasons for this.

Firstly, the prevalence of asthma tends to increase and this requires the study of other risk factors. In addition to traditional (allergens), it is necessary to take into account the internal psycho-physiological characteristics of the organism in the conditions of changes in the social and information environment.

Secondly, despite the effective therapy, effective control of asthma is not achieved. Many epidemiological studies show that psychological problems and social stresses reduce the effectiveness of asthma therapy.

Thirdly, during the last two decades new directions in science have been actively developing: psychoneuroimmunology, psychoneuroendocrinology, claiming to explain the complex mechanisms of many diseases, the development of which occurs during the close integration of the nervous, immune and endocrine systems.

Evolution of views on this problem has a centuries-old history. For a long time, the psychological theory of asthma development dominated, but then it was replaced by the biological (allergic) theory, which also did not explain the diversity of the disease

In recent decades, the need to develop an interdisciplinary and even multidisciplinary approach - the biopsychosocial approach - is being discussed. But



in reality, in respect that the amount of information and new knowledge in each of these areas is growing, we can see, that it is not the connection that is going on, but the further separation between specialists.

The contradictory nature of psychological research results is probably due to the fact that such kind of research is usually carried out by psychologists or psychiatrists who are considered by all BA patients as a homogeneous population reacting with the same type of bronchial obstruction. But clinicians understand that asthmatic patients represent a non-homogeneous population and, even more recently, distinguish different types of this disease. But they do it according to other principles, dividing the BA into allergic and non-allergic, neutrophilic and eosinophilic (by the type of inflammation), controlled and uncontrolled (by the effect of therapy).

The hypothesis proposed by the researchers at the Siberian State Medical University: among a heterogeneous population of patients with asthma, there is a group of people with high sensitivity and reactivity to the effects of psychotraumatic factors. Having identified this group and comparing it with patients reacting to traditional triggers, one can come closer to studying the contribution of psychosocial factors to the pathogenesis of this disease. A look at the psycho-emotional sphere in case of somatic pathology is not from the position of a psychologist (psychiatrist), but from the position of an internist clinician, a look at the clinical picture as a whole, rather than a separate pathology of the lungs.

For this purpose the term "stressful life event" was used as a "litmus test". Because, unlike "psychological stress," various "psycho-traumatic factors," a life event can be measured, specified, described. A life event has a beginning and an ending, a specific point in time, a certain intensity of impact on each particular individual. The study of the life path is widespread both in domestic and foreign psychology; as well as from ancient times in medical practice as an anamnesis of life.

Medical staff of Siberian State Medical University offer a new classification

BAPI - bronchial asthma psychogenic-induced;

BASP - bronchial asthma somatopsychogenic;

BANP - bronchial asthma non-psychogenic[4];

The first group (main group) is the BAPI, initially conditionally named as BA psychogenically induced. This group included patients who developed the first attack of asthma after suffering emotional stress, emotional shock or a traumatic life event. The subsequent sharp deterioration of the course of the disease was associated with any psychological problems of a negative nature.

The second group - BANP - is a group of patients with BA, initially conditionally called nonpsychogenic. This group included individuals with asthma, mainly atopic form of the disease, who had various manifestations of atopy (rhinitis and conjunctivitis) at the beginning of the disease. The aggravation of the disease, in turn, was caused by allergies, various viral infections, as well as physical factors (cold, temperature changes). Influences of psychological factors were not observed.

The third group (additional group) is BASP, initially conditionally designated as BA somatopsychogenic. In these patients' group, the "usual" course of "ordinary" disease was disturbed by life stress, after which psycho-emotional triggers (external stimuli) caused severe attacks of suffocation, as well as exacerbation of the disease.

Then the researchers began to study the reaction (reactivity) of the bronchopulmonary system to the psychogenic effect in patients with bronchial asthma (BA) associated with stressful life events.

The model of psychogenic exposure was chosen audiovisual stimulation (ABC) of the brain with the Voyager XL instrument according to the relaxation program.

The technology of audio-visual stimulation (ABC) is effective in changing the psychophysiological state of a person. ABC acts on the activity of the brain, affecting the frequency range, altered in this or that disease. ABC is effective in the

prevention and treatment of hypertension, angina pectoris, peptic ulcer, bronchial asthma, premenstrual tension syndrome, insomnia, depression, chronic fatigue, alcohol and drug dependence. The ABC effect known as the entrainment reaction was discovered by G. Walter in 1940. He showed that EEG waves repeat the frequency of flickering light, especially in the alpha or theta frequency range. Binaural beats, a pulsating sound which parameters are modulated at the corresponding frequency, also have a similar effect. The combination of the impacts from the effects of pulsations of light and sound led to the emergence of a technology for changing the wave activity of the human brain - audio-visual stimulation (light and sound relaxation systems, or AVS (Audio Visual Stimulation). When signals are fed to the right and left analyzers, there arise an additional effect: synchronization of the activity of the right and left hemispheres of the brain, interhemispheric interaction improves. Changes in the bioelectrical activity of the brain as the transition from the usual waking state to relaxation, show a change in the fast wave activity of the beta band (12-42Hz) and an increase in alpha rhythms (8-12Hz), which is characteristic of a serene, receptive and expanded state of consciousness. Different types of meditation also correspond to the transition of the level of brain activity from alpha-rhythm (8-12Hz) to theta (4-7Hz) and delta (0.1-4Hz) rhythm, with the preservation of consciousness. Strengthening theta-activity of the brain is accompanied by the appearance of drowsiness, a decrease in muscle tension, the appearance of images. Being intermediate between sleeping and waking, the theta-state opens access to the unconscious and to the appearance of hypnagogic effects.

ABC has an effect on the body through the visual and auditory analyzers. This method is most suitable in the work with psychosomatic diseases. Firstly, ABC, acting on the emotional component of a psychosomatic disease, is a pathogenetic method. Secondly, ABC is a non-medicamentous effect, which avoids adverse reactions. The use of ABC in psychosomatic disorders can break the vicious circle from internal anxiety, stress, and the amplification of symptoms connected with it.

The ABC was conducted using the Vojader XL instrument according to the

relaxation program, which began with the beta range (14-20 Hz), then the rhythm was reduced to alpha frequencies (9-13 Hz) with further slowing down to the theta range (4 -8 Hz), which corresponds to the state of relaxation (deep relaxation).

Before and after the ABC procedure, synchronous registration of the spirogram, pneumotachogram and the transpulmonary pressure curve using the intrasophageal probe was used to study not only the traditional lung ventilation parameters, but also breathing mechanics, since the latter more accurately reflected the contribution to the process of respiration of intrapulmonary resistance. The traditional parameters of lung ventilation were evaluated: Pulmonary minute volume, vital capacity, forced volume vital capacity, forced expiratory volume-1, maximum breathing capacity, peak flow expiratory rate, volume of the heart per minute-25, volume of the heart per minute-50, volume of the heart per minute-75 and parameters of respiratory mechanics: general work of breathing with spontaneous breathing ( $W_{tot.}$ ) and its fractions: nonelastic ( $W_{ne.}$ ) and elastic ( $W_{e.}$ ) the specific work of breathing per liter of ventilation ( $W_{spec.}$ ), the work of breathing under conditions of the same mode of modulation equal to 10 liters per minute ( $W_{PMV-10}$ ), total ( $W_{MBC\ total}$ ), and specific ( $W_{MBC\ spec.}$ ) breathing at MBC; as well as dynamic ( $C_{dyn.}$ ) and static ( $C_{stat.}$ ) lung elongation and bronchial inspiratory resistance ( $R_{insp.}$ ) and expiration ( $R_{exp.}$ ), measured under interruption of air flow.

As a result, patients with BAPI have more pronounced changes in the mechanical properties of the lungs after ABC than BASP patients have and, especially, BANP patients. This indicates the highest psycho-physiological response of the bronchopulmonary system in response to psychogenic (psychophysiological) effects.

### **The current state of decision support systems in medicine**

The modern level of medical science development offers the physician thousands of different diagnostic and therapeutic techniques and drugs. In their application, the clinician has to take into account a variety of factors. For example

indications and contraindications of the technique or method of treatment, characteristics of the patient and the disease, the compatibility of certain methods of examination or drugs to with each other, how it they influence to each other, individual drug intolerance etc.

As a result, a doctor, who usually have has a high large workload, has to take into account all these features for to make the right examination and appointment selection of treatment during the patient's admission. The Specialist is forced to base his decisions on his or her experience, knowledge, clinical presentation the symptoms of the patient and multivolume clinical guidelines. It's so easy to skip omit or forget something. The task of keeping in mind recalling all of this points and making error-free, correct and quick decisions becomes has become more and more complicated. Moreover, the situation is rapidly aggravated by the fact that the amount of knowledge in medicine is growing enormously. But the time for available to make taking an corresponding appropriate decision does has not increase.

Unfortunately, it this is the reason why the number of medical errors is increasing. It thereby decreasing the efficiency of health care systems and increasing the mortality rates.

In the US hospitals, about 40,000 cases of damage to the health of patients due to medical errors are registered daily, which is about 15 million such cases per year. One and a half million Americans become victims of mistakes related to misuse of medicines. About 7 thousand of them die due to inadvertence errors by of doctors and pharmacists. According to the Institute of Medicine, which is the part of the structure of the National Academy of Sciences of the USA, the damage costs resulting from this problem is are about \$ 3.5 billion.[5]

In the European Union (EU), every tenth case of access to medical care leads to a wrong diagnosis or the prescribing of e the wrong an inappropriate treatment. According to the EU Commission, medical errors kill about 25 thousand people in Germany every year. About 100 thousands people suffer from misdiagnosis, wrong

prescription and other defects. The number of patients affected by medical errors in Australia is 27%, Canada is 27%, New Zealand is 25% [6]

Germany is 23% and UK is 23%. In Russia such official statistics does are not conducted compiled due to the lack of legislative consolidation of concepts such as "medical error", "defect of medical care", "negligence in the provision of medical care." [3]

One of the most promising and effective methods for preventing such errors or at least reducing its number is the introduction of various IT solutions into clinical practice. Their main task is to analyze and prevent actions that can damage the life and health of the patient. Creation and development of the Unified State Health Information System (USHIS) initiated the process of unification and collection of data from all over the country. There is a certain standardization of medical information systems (MIS): instead of hundreds of different, often highly specialized and diverse developments, which become unified product. The basic "brick" of the foundation of the USHIS, with respect to primary health care, is the information system of the medical organization (IS MO).

At the current stage, the main task of the IS MO is the creation of transition to electronic management of patient medical records. (EMPMR), the accumulation of primary medical information in electronic form and the automation of basic tasks such as reducing the non-core actions of medical personnel for documentation, the automatic generation of medical statistics, registers for obligatory medical insurance, automation of the medicine registration, etc.

The next step will be the development of a cognitive assistant for the doctor, including the introduction of clinical guidelines, automatic quality control of medical care and other areas that can significantly improve the quality of medical care and reduce the number of medical errors. In this case, the addition or improvement in the IS MO is a very important tool for reforming and improving the performance and quality of the industry.

In the “Typical requirements for the IS MO”, the division of the IS MO is divided into 3 levels of development: minimal, basic and extended. The minimum level is those functions, without which it is impossible to call this software product a full-fledged medical information system. The basic level is a list of functions that allow you to replace paper and pen as electronic way of maintaining medical records. The functions of first two levels works successfully nowadays. The advanced level is the maximum list of what the MIS developer should provide for medical organizations, including support for making medical decisions. Documents provide a detailed description of the functionality in various areas of work of the IS MO, but there is no description of specific functions that could be attributed to supporting the adoption of medical decisions.

In general, the term "Decision Support System" (DSS) refers to a computer system that can influence decision-making processes in various areas of human activity through the collection and analysis of information.

The analysis of publications in the scientific literature on the topic of DSS in health care has shown that developments and research in this field have been carried out worldwide in various directions for at least 20 years. The dynamics of publications on this topic in our country show a steady growth, especially significant in the last 2 years[7] (Figure 1).

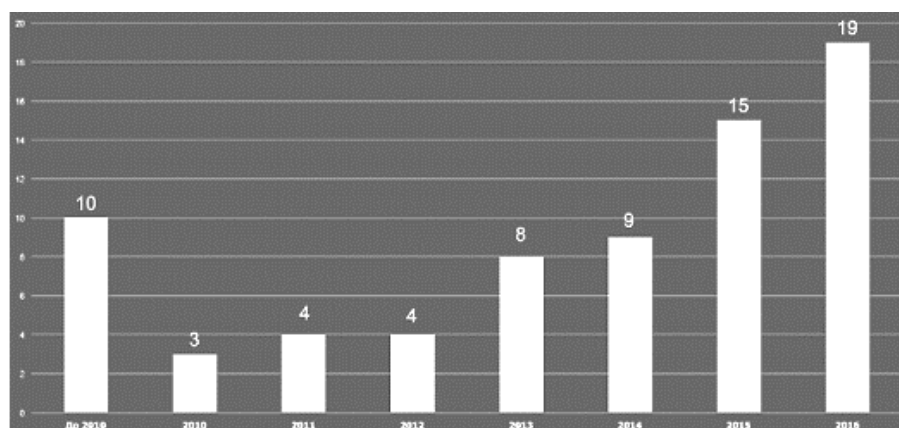


Figure 1. The dynamics of publications

Thus, the decision support system is a software that influence the doctor's decision making by examining the patient, diagnosing, prescribing treatment to reduce errors and improve the quality of medical care by collecting and analyzing information. Next, we will consider various examples of implementing some functions in the medical information system.

#### Electronic medical cards. (EMC).

Simplification and acceleration of medical documents formation is the minimum level of development of MIS, which allows talking about some help to the doctors. It is a basis for most future functions. Strictly speaking, the management of the EMC is not a system of decision-making support, but without EMC it is not possible to talk about any informatization of medical work at all.

#### Reference-library functions of MIS

The minimum level of functionality of MIS, which can be attributed to decision-making support, includes a variety of reference functions. The main task of reference-library functions is collecting medical information such as clinical recommendations or drug description or other materials at the doctor's request. For example, a medicine reference book integrated in the MIS have to allow a doctor to receive a detailed annotation when he prescribes drug therapy. The value of such functions is to enable the doctor or nurse quickly, preferably in the context of the current work, to obtain the required certificate. Nowadays, the burden of doctors is extremely high, especially given the volume of medical papers and the amount of rules that regulate their work. They simply does not have enough time to use the Internet or some special separate programs to read a medical article or study extensive clinical recommendations during the workday. In this regard, the MIS should also allow finding the answer to the raised question directly through its interface.

#### Formation of an "integral history"



The formation and conclusion of a "signal information" at the request of a doctor is a generally accepted approach that allows the user to receive basic clinically relevant information about the patient, ensuring the continuity of medical care. It is important to do this not only within the medical organization, but also between the different MISs of the region or the entire country as a whole. For this purpose, the MIS should be integrated and exchange relevant data with the basic federal service of the Integrated Electronic Medical Card (IEMC).

#### Automation of medical appointments

Automation of medical appointments is, perhaps, the most common form of support for making medical decisions at the MIS. Most often this functionality is presented in the form of "electronic appointment sheets" (EAS). The main task, which is solved through the introduction of EAS, is the implementation of different functions that help prevent wrong actions or inaction regarding the life and health of patients. The most advanced implementations include the automation of prescription by using templates and medical standards, the monitoring of errors in the appointment of drug therapy, the selection of recommendations to the patient based on the established diagnosis, etc. In our country, there is quite a lot of experience in developing and evaluating the effectiveness of this approach. Professors E.I. Shulman and V.M. Tavrovsky developed and described a whole range of solutions, which they called «private algorithms of the doctor's actions». The published results present the actual clinical effect of such functions. It reduce the risks of medical errors and increase the efficiency of the doctor's work.