

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

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки «Прикладная информатика»  
Кафедра оптимизации систем управления (ОСУ)

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Анализ данных о смертности в России для разработки корпоративной системы пропаганды здорового образа жизни населения (на примере МО «Здоровье»)

УДК 004.732:314.422:519.23:61(47+57)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8KM41	Баранова Анна Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ОСУ	Ротарь В.Г.	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОСУ	Иванов М.А.	к.т.н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 127 с., 13 рис., 34 табл., 16 источников, 1 прил.

Ключевые слова: телемедицина, анализ данных, статистика, статистический анализ, пропаганда, здоровый образ жизни.

Объектом исследования являются данные, полученные путем анкетирования, предоставленные МО «Здоровье». База данных составляет 26 187 случаев смертей в г. Томск в период с 1990 по 2001 гг.

Цель работы провести статистический анализ данных, установить слабые места для исследования зависимости влияния курения на смертность, выявить и проверить закономерности в исследованиях на Россию и в регионах. А также разработать прототип web-системы пропаганды здорового образа жизни для снижения числа смертности в регионах России.

В процессе работы проводился ряд исследований по влиянию курения на смертность, распространенности курения среди населения, обзор методов статистического анализа в медицинских исследованиях и практика их применения.

В результате исследования определены основные методы статистического анализа в медицинских исследованиях, а также удобный программный пакет для обработки данных, получен комплекс обработанных данных, для дальнейшего использования в корпоративной системе пропаганды здорового образа жизни и прототип данной веб-системы.

В качестве средств достижения поставленной цели использовались: среда обработки данных STATISTICA, Microsoft Excel 2010, СУБД Microsoft Access 2010.

Степень внедрения: результаты исследований вошли в итог сессии научной конференции «Энергетика: эффективность, надежность, безопасность», утвержденный макет будущей веб-системы для медицинского портала МО «Здоровье».

Область применения: телемедицина, медицина, пропаганда здорового образа жизни.

В будущем планируется продолжение медицинских исследований для формирования полной системы пропаганды здорового образа жизни.

## Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Телемедицина** - прикладное направление медицинской науки, связанное с разработкой и применением на практике методов дистанционного оказания медицинской помощи и обмена специализированной информацией на базе использования современных телекоммуникационных технологий.

**База данных** - совокупность хранимых в памяти компьютера *данных*, относящихся к определенному объему или кругу деятельности, специально организованных, обновляемых и логически связанных между собой.

**Пропаганда** – распространение политических, философских, научных, художественных и др. взглядов и идей с целью их внедрения в общественное сознание и активизации массовой практической деятельности.

**Здоровый образ жизни** – образ жизни человека, направленный на профилактику болезней и укрепление здоровья.

**Data Mining** - собирательное название, используемое для обозначения совокупности методов обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

**Медицинская статистика** – самостоятельная общественная наука, изучающая количественную сторону массовых общественных явлений в неразрывной связи с их качественной стороной, позволяющая методом обобщающих показателей изучить закономерности этих явлений, системе организации медицинской помощи населению.

**Статистические методы** - это совокупность приемов обработки материалов массовых наблюдений, к которым относятся: группировка, сводка, получение показателей, их статистический анализ и т.д.

## **Перечень условных обозначений, единиц и терминов**

- БД – база данных
- ЗОЖ – здоровый образ жизни
- МО – медицинское объединение
- MS – Microsoft
- БСК – болезни систем кровообращения
- ВП – внешние причины
- НО - новообразования
- ВОЗ – всемирная организация здравоохранения
- АЦМП – Архангельский центр медицинской профилактики
- ХНИЗ – хронические неинфекционные заболевания
- КИС – корпоративная информационно-аналитическая система

## Оглавление

РЕФЕРАТ .....	2
Определения .....	4
Перечень условных обозначений, единиц и терминов .....	5
Введение .....	9
1. Проблема смертности в России.....	11
2. Обзор понятий здорового образа жизни и его пропаганды.....	11
3. Обзор технологии Data mining .....	14
3.1. Задачи Data Mining .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4. Статистический анализ .....	16
4.1. Статистика в медицине .....	16
4.2. Сравнение методов между пакетами обработки статистических данных .....	18
4.3. Использование статистических методов для медицинских исследований .....	20
4.4. Практика использования статистических методов .....	25
5. Проведение исследований .....	25
5.1. Распределение Пирсона .....	25
5.2. Влияние табакокурения на различные формы заболеваний по гендерным группам (мужчины и женщины) и возрастным группам (15-74 лет) .....	29
5.3. Корреляционный анализ .....	34
5.3.1. Проверка гипотезы.....	36
6. Разработка прототипа веб-системы .....	40
6.1. Моделирование процессов в организации .....	40
6.3. Обзор платформы .....	43
6.4. Прототип системы.....	44
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	46
7.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	46

7.2.	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	48
7.3.	SWOT-анализ.....	49
7.4.	Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	50
7.5.	Метод коммерциализации результатов научно-технического исследования .....	51
7.6.	Инициация проекта .....	52
7.7.	Планирование управления научно-техническим проектом .....	54
7.7.1.	Иерархическая структура работ проекта .....	54
7.7.2.	Контрольные события проекта .....	55
7.7.3.	План проекта .....	55
7.8.	Бюджет научного исследования .....	57
7.8.1.	Специальное оборудование для научных работ .....	57
7.8.2.	Расчет основной заработной платы.....	57
7.8.3.	Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ .....	59
7.8.4.	Отчисления на социальные нужды .....	59
7.8.5.	Расчет затрат на электроэнергию .....	60
7.8.6.	Расчет амортизационных расходов .....	62
7.8.7.	Прочие расходы.....	63
7.8.8.	Расчет бюджета .....	63
7.9.	Организационная структура проекта .....	64
7.10.	Матрица ответственности.....	65
7.11.	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	66
7.11.1.	Оценка абсолютной эффективности исследования.....	66
7.11.2.	Оценка сравнительной эффективности исследования .....	68
8.	Социальная ответственность .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.1.	Техногенная безопасность.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.1.1.	Анализ вредных и опасных производственных факторов .	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

- 8.1.2. Техника безопасности..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 8.1.3. Производственная санитария..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 7.4. Региональная безопасность ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.4.1. Охрана окружающей среды ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.4.2. Загрязнение селитебной зоны..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.4.3. Загрязнение атмосферного воздуха..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.4.4. Загрязнение гидросферы ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.4.5. Отходы ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 7.5. Организационные мероприятия обеспечения безопасности..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.5.1. Компоновка рабочего места..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.5.2. Технологические перерывы ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.5.3. Вентиляция помещения..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 7.6. Особенности законодательного регулирования проектных решений. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.6.1. Охрана труда для операторов и пользователей ПК. .... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.6.2. Требования безопасности во время работы... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.6.3. Требования безопасности в аварийных ситуациях..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.6.4. Требования к организации медицинского обслуживания пользователей ПЭВМ  
**Ошибка! Закладка не определена.**
- 7.7. Пожарная безопасность ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.7.1. Пожарная профилактика ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.7.2. Оценка пожарной безопасности помещения. **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.7.3. Анализ возможных причин загорания ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
  - 7.7.4. Мероприятия по устранению и предупреждению пожаров ... **Ошибка! Закладка не определена.**
- Заключение ..... **Ошибка! Закладка не определена.**



Список литературы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение А .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Приложение Б.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## **Введение**

Всем известно, что курение на сегодня достигло масштабов глобальной эпидемии и по данным ВОЗ сегодня в мире насчитывается примерно 1,1 млрд. курильщиков, которые составляют 1/3 населения мира в возрасте 15 лет и старше и, что особенно неблагоприятно, по прогнозу ВОЗ к 2025 он увеличится до 1,6 млрд. Широкая распространенность курения в России – 40 млн. человек курящих и 60 млн. лиц с пассивным курением; высокий вклад в преждевременную смертность населения – 400 тыс. человек ежегодно; большой экономический ущерб (13,7 млрд. рублей) определяют актуальность изучения курения и необходимость его профилактики в условиях России и Западной Сибири [1]. Наибольший интерес в последние 10 лет вызывает изучение ситуации смертности в условиях Западной Сибири, в которой состояние здоровья населения является определяющим фактором развития региона. В то же время рост доли городского населения, увеличение их роли в жизни, являющиеся характерной особенностью развития общества, вызывает интерес к актуальным проблемам здоровья горожан. Город Томск с населением более 500 тысяч человек – с одной стороны типичный представитель городов Западной Сибири с другой - признанный центр образования, науки и инновационного бизнеса в России. По прогнозам ученых, если не будут предприняты адекватные, ограничивающие потребление табака меры, то к 2020 г. курение станет основной (лидирующей) причиной возникновения болезней, а 1 из 8 смертей в мире будет связана с курением. Снижение смертности от БСК является приоритетной стратегической целью отечественного здравоохранения,

в том числе и на уровне типичных регионов, к которым относится и Томск. [2] Исследования о влиянии курения на болезни БСК проведены НИИ Кардиологии г. Томска в рамках НИР «Эпидемиологическое изучение преждевременной смертности населения в России», но статистическая обработка данных проведена не в полном объеме, а также развитие направления медицинской науки как телемедицина привели к старту исследований в этой области.

Цель работы – провести статистический анализ данных, установить слабые места для исследования зависимости влияния курения на смертность, выявить и проверить закономерности в исследованиях на Россию и в регионах. А также разработать прототип web-системы пропаганды здорового образа жизни для снижения числа смертности в регионах России.

Проблема заключается в отсутствии эффективной системы пропаганды здорового образа жизни, а как следствие повышение смертности населения.

Исследования были проведены на основе данных предоставленных МО «Здоровье», которое является одним из крупнейших медицинских учреждений города Томска. Данное учреждение оказывает полный комплект медицинских услуг.

В рамках данного проекта были проведены исследования методов статистического анализа, используемых в медицинских исследованиях, исследования, которые показывают влияние различных факторов, такие как стаж курения, социальный статус, возраст и т.д. на болезни систем кровообращения. Также был разработан прототип будущей web-системы для сайта МО «Здоровье», на котором будут размещены данные исследования.

## **1. Проблема смертности в России**

Крайне высокая смертность населения России: более 2,3 млн. человек в год или 16,4 на 1000 чел. населения (в два раза выше, чем в развитых странах, и в полтора раза выше, чем в мире) является главной причиной депопуляции населения страны. Известно так же, что сердечно-сосудистые заболевания, начиная с середины XX века, самая частая причина смерти в мире, и, что особенно неблагоприятно, по прогнозам экспертов ВОЗ, к 2030г. от болезней сердца и инсультов, которые останутся единственными основными причинами смерти, будут погибать около 23,6 млн. человек. Несмотря на то, что в России, начиная с 2007г., отмечается сокращение смертности и рост продолжительности жизни, она продолжает занимать одно из первых мест в мире по смертности от болезней системы кровообращения (БСК), составляющей в 2015г. 631,8 случаев на 100 тыс. населения и существенный вклад в эту ситуацию вносит наиболее распространенный фактор риска – курение (К). Очевидно, что снижение смертности от БСК является приоритетной стратегической целью отечественного здравоохранения, в том числе и на уровне типичных регионов, к которым относится и Томск. [3]

## **2. Обзор понятий здорового образа жизни и его пропаганды**

Здоровый образ жизни направлен на профилактику различных заболеваний человека, а также на предотвращение причин, которыми вызвано это заболевание.

Пропаганда здорового образа жизни - одно из стратегических направлений гигиенического обучения и воспитания. [4]

Курение настолько вошло в обыденную жизнь, что воспринимается большинством если не как привычная составляющая быта, то, как вполне рядовое событие, не привлекающее внимания. Число курящих в мире огромно и составляет на сегодняшний день 1,1 млрд. человек. Это означает, что каждый

третий взрослый курит. Помимо курения существует проблема алкоголизма, употребления токсических и наркотических веществ.

Формирование здорового образа жизни – это создание системы преодоления факторов риска в форме активной жизнедеятельности людей, направленной на сохранение и укрепление здоровья. ЗОЖ включает несколько компонентов, среди которых создание способствующих сохранению здоровья условий труда, активное участие в культурных и оздоровительных мероприятиях, тренировки и отказ от вредных привычек, не мало важным является и формирование межличностных отношений в семье и трудовых коллективах, а также сознательное участие в профилактических мероприятиях, который проводят медицинские учреждения.

Целью пропаганды здорового образа жизни является формирование гигиенического поведения населения, выполнение мероприятий по укреплению здоровья, пропаганде факторов образа жизни, способствующих сохранению здоровья и повышению уровня медицинской информированности населения с целью предупреждения воздействия неблагоприятных для здоровья факторов риска.

Улучшение системы медицинского информирования населения и пропаганды здорового образа жизни должно проводиться с учетом таких обязательных принципов как научность и объективность, правдивость и достоверность, систематичность и последовательность, преемственность и комплексность, конкретность и профильность, доступность и убедительность, авторитетность и простота изложения. Для каждого медицинского работника (руководитель подразделения, врач любой специальности, медсестра и др.) является обязательным и необходимым разделом работы с отражением объема и результатов при планировании в индивидуальных планах работы и отчетах. Это важная профессиональная обязанность медицинского работника.

Пропаганда медицинских знаний может быть массовой, групповой и индивидуальной.

Существует несколько методов пропаганды ЗОЖ, это методы устной, печатной, наглядной (изобразительной) и комбинированной пропаганды.

**Метод устной пропаганды** является наиболее эффективным. Это самый популярный, экономичный, простой и доступный в организационном отношении метод. Он включает следующие средства пропаганды: лекции, беседы, дискуссии, конференции, кружковые занятия, викторины, теле- и радиоинформация и др.

**Метод печатной пропаганды** охватывает широкие слои населения. Он включает статьи, санитарные листки, памятки, листовки, стенные газеты, журналы, буклеты, брошюры, книги, лозунги.

**Наглядный метод** – самый многообразный по числу входящих в него средств. Их можно разделить на 2 группы: натуральные объекты и изобразительные средства (фотографии, видеофильмы, макеты, выставки, агитбригады, концерты и др.).

**Комбинированный метод** – метод массовой пропаганды, при которой происходит одновременное воздействие на слуховые и зрительные анализаторы.

Среди основных требований к средствам и методам пропаганды обязательными являются такие как краткость и доходчивость, выразительность и привлекательность, смысловая и изобразительная точность, достоверность и др. [5]

Результаты данного исследования охватывают несколько методов: наглядное представление результатов исследований в виде графиков, презентации на сайте клиента. Выступление на конференциях с результатами

исследований, а также публикации. Не исключается возможность создания буклетов, листовок по теме исследований.

## **1. Обзор технологии Data mining**

Технологии Data Mining представляют собой мощный аппарат современной бизнес-аналитики и исследования данных для обнаружения скрытых закономерностей и построение предсказательных моделей. Data Mining или добыча знаний основывается не на умозрительных рассуждениях, а на реальных данных.[6]

Термин Data Mining часто переводится как добыча данных, извлечение информации, раскопка данных, интеллектуальный анализ данных, средства поиска закономерностей, извлечение знаний, анализ шаблонов, раскопка знаний в базах данных, информационная проходка данных, "промывание" данных.

Понятие Data Mining, появившееся в 1978 году, приобрело высокую популярность в современной трактовке примерно с первой половины 1990-х годов. До этого времени обработка и анализ данных осуществлялся в рамках прикладной статистики, при этом в основном решались задачи обработки небольших баз данных.

Суть и цель технологии Data Mining можно охарактеризовать так: это технология, которая предназначена для поиска в больших объемах данных неочевидных, объективных и полезных на практике закономерностей.

**Неочевидных** - это значит, что найденные закономерности не обнаруживаются стандартными методами обработки информации или экспертным путем.

**Объективных** - это значит, что обнаруженные закономерности будут полностью соответствовать действительности, в отличие от экспертного мнения, которое всегда является субъективным.

**Практически полезных** - это значит, что выводы имеют конкретное значение, которому можно найти практическое применение.

Следует отметить, что существует два подхода отнесения статистических методов к Data Mining. Первый из них противопоставляет статистические методы и Data Mining, его сторонники считают классические статистические методы отдельным направлением анализа данных. Согласно второму подходу, статистические методы анализа являются частью математического инструментария Data Mining. Большинство авторитетных источников придерживается второго подхода.

В этой классификации различают две группы методов:

1. статистические методы, основанные на использовании усредненного накопленного опыта, который отражен в ретроспективных данных
2. кибернетические методы, включающие множество разнородных математических подходов

**Статистические методы Data Mining** представляют собой четыре взаимосвязанных раздела:

- предварительный анализ природы статистических данных (проверка гипотез стационарности, нормальности, независимости, однородности, оценка вида функции распределения, ее параметров и т.п.);
- выявление связей и закономерностей (линейный и нелинейный регрессионный анализ, корреляционный анализ и др.);
- многомерный статистический анализ (линейный и нелинейный дискриминантный анализ, кластерный анализ, компонентный анализ, факторный анализ и др.);

- динамические модели и прогноз на основе временных рядов.

## **1.1. Классы систем Data Mining**

Data Mining является мультидисциплинарной областью, возникшей и развивающейся на базе достижений прикладной статистики, распознавания образов, методов искусственного интеллекта, теории баз данных и др. В соответствии с этим наличие множества методов и алгоритмов, реализованных в различных системах Data Mining. К таким системам относятся предметно-ориентированные системы, статистические пакеты, нейронные сети, системы рассуждений на основе аналогичных случаев, деревья решений, эволюционное программирование, генетические алгоритмы, алгоритмы ограниченного перебора, системы визуализации многомерных данных.

В данной работе были задействованы статистические пакеты. Последние версии почти всех известных статистических пакетов включают помимо статистических методов и элементы Data Mining. Но основное внимание, конечно же, уделяется традиционным методикам, таких как корреляционный, регрессивный, факторный анализ и другие.

## **2. Статистический анализ**

### **2.1. Статистика в медицине**

Статистика в медицине является одним из инструментов анализа экспериментальных данных и клинических наблюдений. Математический аппарат широко применяется в диагностических целях, решении классификационных задач и поиске новых закономерностей, для постановки новых научных гипотез. [8]

Медицинская статистика охватывает вопросы, связанные с медициной, гигиеной и здравоохранением. В данной статистике можно выделить два направления: статистику здоровья населения и статистику здравоохранения.



Статистика здоровья изучает здоровье общества в целом и отдельных его групп и устанавливает влияние различных факторов социальной среды на здоровье. Статистика здравоохранения анализирует данные о сети медицинских и санитарных учреждений, их деятельности и кадрах, оценивает эффективность различных мероприятий по профилактике и лечению болезней.

В практике обработки результатов проведенных исследований используются два типа статистического анализа данных – первичный (запланированный) и вторичный (незапланированный).

*Первичный анализ данных* – используется для изучения и описания закономерностей, существование которых предполагается исследователем, и которые являются собственно гипотезой исследования. В таком случае анализируются признаки, изучение которых учтено при планировании исследования, и проверяются заранее сформулированные гипотезы.

*Вторичный анализ данных* – используется для формирования перспектив проведенного исследования, поиска, разведки потенциальных закономерностей и гипотез. В таком случае выполняется «просеивание» незапланированных в конкретной работе данных, что часто бывает целесообразно уже на первом этапе знакомства с данными. [8]

Использование статистических методов в медицине позволяет:

- изучить состояния общественного здоровья населения в целом и его основных групп путем сбора и анализа статистических данных о численности и составе населения, его воспроизводстве, физическом развитии, распространенности и длительности различных заболеваний и т.д.;
- выявить и установить связи общего уровня заболеваемости и смертности от каких-либо отдельных болезней с различными факторами окружающей среды;

- собрать и изучить числовые данные о сети медицинских учреждений, их деятельности и кадрах для планирования медико-санитарных мероприятий, контролировать выполнение планов развития сети и деятельности учреждений здравоохранения и оценки качества работы отдельных медицинских учреждений;
- оценить эффективность мероприятий по предупреждению и лечению заболеваний;
- определить статистическую значимость результатов исследования в клинике и экспериментах. [9]

Основной целью применения статистических методов является минимизация случайных ошибок в научном исследовании. При этом могут решаться следующие основные задачи:

- планирование объемов выборок (как для выдвижения, так и для проверки научных гипотез);
- выдвижение научных гипотез (в том числе изучение структуры наблюдений, изучение структуры признаков, визуализация данных и результатов их анализа, построение моделей явлений, проверка статистических гипотез);
- проверка научных гипотез путем проверки статистических гипотез.

## **2.2. Сравнение методов между пакетами обработки статистических данных**

Перед началом работы всегда возникает вопрос оптимального статистического пакета для поиска верных решений. Оптимальным можно назвать вариант, который включает ряд необходимых функциональных возможностей, высокое качество работы и приемлемую цену.

Также существует возможность статистической обработки данных в пакете MS Excel. Основными средствами анализа статистических данных в Excel являются *статистические процедуры* надстройки *Пакет анализа*

(Analysis ToolPак) и *статистические функции* библиотеки встроенных функций. Основные сведения обо всех этих средствах имеются в электронной справочной системе Excel. Однако качество описаний статистических процедур и функций, приведенных в этой системе не на таком хорошем уровне. Некоторые из этих описаний не очень понятны, в них имеются неточности, а подчас и просто ошибки (это относится как к англоязычному оригиналу, так и к русскому переводу). Эти недостатки с завидным постоянством повторяются и во многих пособиях по Excel. Также к недостаткам можно отнести отсутствие гибкости системы, ограниченный набор функций.

Наиболее развитыми средствами анализа данных являются статистические процедуры Пакета анализа. Они обладают большими возможностями, чем статистические функции. С их помощью можно решать более сложные задачи обработки статистических данных и выполнять более тонкий анализ этих данных.

В Пакет анализа входят следующие наиболее часто употребляемые медиками статистические процедуры: генерация случайных чисел, гистограмма, описательная статистика, двухвыборочный z-тест и t-тест для средних, корреляция, регрессия, скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание, анализ. [10]

Для исследования брались два программных продукта SPSS и STATISTICA, так как эти два продукта имеют русскоязычные версии и наиболее популярны и просты в использовании.

В таблице 1 представлены основные характеристики, методы, которые часто употребляются в медицинских исследованиях. Можно наглядно посмотреть какие из методов не поддерживаются каждым из пакетов.

Таблица 1. Сравнительная таблица пакетов статистического анализа: Statistica и SPSS

Характеристика	Наименование пакета	
	STATISTICA	SPSS
<b>Поддержка метода Дисперсионного анализа</b>		
One-way	+	+
Two-way	+	+
MANOVA	+	+
GLM	+	+
Mixed model		+
Post-hoc	+	+
Latin squares	+	+
<b>Поддержка метода регрессионного анализа</b>		
Метод наименьших квадратов (OLS/WLS)	+	+
Нелинейный метод наименьших квадратов	+	+
Логистическая регрессия	+	+
Общая линейная модель (GLM)	+	+
Абсолютных отклонений (LAD)	+	-
Пошаговая регрессия (Stepwise)	+	+
Квантиль	-	-
Распределение Пуассона	+	
<b>Поддержка различных статистических графиков и диаграмм</b>	+	+
<b>Другие возможности</b>		
Описательная статистика	+	+
Непараметрическая статистика	+	+
Анализ выживаемости	+	+
Кластерный анализ	+	+
Дискриминантный анализ	+	+

На основе данной таблицы видно, что функционал двух пакетов практически одинаков и они поддерживают необходимые методы статистического анализа для медицинских исследований.

### 2.3. Использование статистических методов для медицинских исследований

За последние десятки лет накоплено огромное количество массивов данных в медицине, информационные технологии не стоят на месте и становятся все доступнее, все это выводит медицинские исследования на новый

уровень, все чаще применяются математические методы и проводятся статистические анализы этих данных. История науки позволяет выделить следующие этапы развития, обусловленные доминирующей методологией и уровнем познания предмета исследования: эмпирический этап, характеризующийся накоплением и описанием фактов, частичной их систематизацией; теоретический этап - анализ и синтез накопленных фактов в виде отдельных концепций, объединяющихся в относительно непротиворечивые теории; наконец, количественный, математический этап - на базе накопленных фактов исследуются количественные закономерности, создаются математические модели исследуемых явлений и объектов.

В медицинских исследованиях рассматриваются наиболее востребованные и популярные методы анализа. Объемы данных и размеры выборок могут сильно варьировать, данные могут быть разнообразными, тут возникает необходимость использования методов статистического анализа.

Очень важно выбрать правильный статистический метод. Существует алгоритм выбора подходящего метода, для успешного продвижения предполагается знать ответы на следующие вопросы:

- a) тип данных (непрерывные или дискретные);
- b) зависимые или независимые данные;
- c) распределение нормальное (параметрическое) или отличное от нормального (непараметрическое);
- d) количество сравниваемых групп.

В ходе исследования было выявлено, что в медицинских исследованиях математическая обработка данных заключается в нахождении среднего арифметического, стандартной ошибки среднего, стандартного отклонения (дисперсии), достоверности различия. Чаще всего разницу между средним арифметическим считают достоверной при значении  $p < 0,05$ . Величина  $p$  отражает уровень достоверности результата исследования, т.е. выраженную

количественную степень уверенности, что результаты эксперимента можно распространить на всю популяцию, и вероятность ошибки, связанной с распространением. Чем выше  $p$ -уровень, тем ниже уровень доверия к найденной зависимости.

Как правило, в процессе проведения эксперимента выделяют контрольную и опытную группы пациентов. При этом сходство и отличие количественных признаков в основной и контрольной группах определяют по их средним значениям. Для этого может использоваться двухвыборочный  $t$ -тест с различными дисперсиями по рядам данных. Так же для исследования данных выдвигают гипотезы, за основу берут нулевую гипотезу, которая предполагает равенство средних двух выборок. Определение абсолютного значения  $t$ -статистики позволяет принять либо, напротив, опровергнуть нулевую гипотезу. Нулевая гипотеза считается опровергнутой, если средние двух выборок достоверно различаются.

Многими исследователями в области медицины для демонстрации достоверности различия применяется метод доверительных интервалов, которая устанавливается на уровне  $X \pm 1,96s$ , где  $X$  – среднее арифметическое ряда данных; 1,96 – значение функции Лапласа при  $\alpha = 0,05$  (т.е. с уровнем надежности 95%);  $s$  –среднеквадратическое отклонение. При помощи доверительного интервала можно установить статистическую достоверность или недостоверность наблюдаемых различий.

Важным критерием, с помощью которого определяют качественные признаки, является значение  $\chi^2$  (хи-квадрата). Этот критерий является основным при сравнении качественных признаков в медицине. Предварительно наблюдения группируются в классы, все результаты наблюдений разбиваются на интервалы и строится дополнительная таблица частот попадания наблюдений в каждый интервал. Таким образом,  $\chi^2$  представляет собой статистический критерий для проверки гипотезы о том, что наблюдаемая

случайная величина подчиняется некому теоретическому закону распределения.

Далее вступают понятия параметрические и непараметрические статистики. Параметрический метод используют для анализа непрерывных (численных) переменных, значения которых распределены нормально. Чаще используют «тест Стьюдента» или непарный  $t$ -тест, который позволяет провести проверку нулевой гипотезы об отсутствии различия средних значений переменной в двух независимых выборках, исходя из предположения об одинаковости стандартного отклонения в них. При неуверенности в одинаковых дисперсиях выборок используется модифицированный  $t$ -тест Уэлча, но применим он только к независимым выборкам.

Непараметрический метод анализа можно применить и к непрерывным и к дискретным данным. Для непрерывных переменных используют U тест Манна-Уитни, который проверяет, являются ли две сравниваемые группы выборками из одного и того же распределения, используя медиану возможных разностей между элементами одной и второй выборки. При сравнении переменной более чем в двух независимых группах используют тест Крускала-Уоллиса. Если данные не распределены нормально, являются непрерывными и зависимыми, то лучше использовать тест знаковых рангов Вилкоксона.

Для независимых категориальных, а так же бинарных данных обычно используют методы таблиц сопряжения. Сравнительный анализ проводится чаще всего с помощью точного теста Фишера или хи-квадрат  $\chi^2$  теста.

Хи-квадрат тест может быть применен к таблицам практически любой размерности, что удобно в медицинских данных, где объемы данных могут достигать несколько сотен тысяч. Стоит отметить, что статистика хи-квадрат не может использоваться, если ожидаемое значение признака в какой-либо ячейке таблицы менее 5.

Если категориальные данные являются зависимыми, используется тест МакНемара, который представляет собой модификацию хи-квадрата для парных или соотнесенных данных.

К преимуществам непараметрических методов можно отнести:

- могут быть использованы, когда характеристики популяции, из которой делается выборка, частично неизвестны;
- большая мощность;
- относительная несложность вычислений;
- менее жесткие начальные допущения.

Недостатками можно назвать:

- меньшая эффективность, чем у параметрических методов;
- меньшая специфичность;
- потенциальная трудоемкость при применении к большим массивам данных.

В медицинских исследованиях часто необходимо выявить влияние тех или иных факторов на смертность, болезнь и т.д., т.е. выявить взаимосвязь между переменными. В таких случаях используют корреляционный и регрессионный анализ. Корреляционный анализ определяет характер взаимосвязи переменных (прямой или обратный), а регрессионный – форму зависимости (насколько сильно изменится переменная, если изменится вторая).

Следующие методы, используемые медиками в исследованиях это методы анализа выживаемости. Они подразумевают изучение закономерности появления ожидаемого события у представителей наблюдаемой выборки во времени. Это не обязательно будет являться летальный исход, им может быть рецидив заболевания или, наоборот, выздоровление. Точкой отсчета может быть дата выполнения процедуры, назначения лекарственного препарата, возраст на момент диагноза и т.п.



## 2.4. Практика использования статистических методов

На сегодняшний день можно привести достаточно много примеров использования статистического анализа в медицинских исследованиях. Для читателей-медиков и биологов знание основ математической статистики является желательным, но не обязательным. Основной целью применения статистических методов является минимизация случайных ошибок в научном исследовании. При этом могут решаться следующие основные задачи:

- планирование объемов выборок (как для выдвижения, так и для проверки научных гипотез);
- выдвижение научных гипотез (в т.ч. изучение структуры наблюдений, изучение структуры признаков, визуализация данных и результатов их анализа, построение моделей явлений, проверка статистических гипотез);
- проверка научных гипотез путем проверки статистических гипотез.

## 3. Проведение исследований

### 3.1. Распределение Пирсона

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным или меньше 0,05 ( $p$  - достигнутый уровень значимости).

Описание категориальных данных проводилось путем построения таблиц сопряженности с указанием абсолютных и относительных (%) частот встречаемости признаков. Определение корреляционных связей категориальных признаков проводилось по критерию согласия Пирсона.

Распределение Пирсона  $\chi^2$  (хи - квадрат) – распределение случайной величины  $X = X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2$ , где случайные величины  $X_1, X_2, \dots, X_n$  независимы и имеют одно и тоже распределение  $N(0,1)$ . При этом число слагаемых, т.е.  $n$ , называется «числом степеней свободы» распределения хи – квадрат.

Распределение хи-квадрат используют при оценивании дисперсии (с помощью доверительного интервала), при проверке гипотез согласия, однородности, независимости, прежде всего для качественных (категорированных) переменных, принимающих конечное число значений, и во многих других задачах статистического анализа данных. [11]

Проведем проверку гипотезы о нормальном распределении СВ "Продолжительность жизни" при смертности от БСК у мужчин в группе возрастов 25-34.

Выдвинем гипотезу  $H_0$ : распределение генеральной совокупности  $X$  подчинено нормальному закону с параметрами  $Mx=a=30,9$  и  $Sx=\sigma=2,27$ . Проверим эту гипотезу по критерию Пирсона при уровне значимости  $p=\alpha=0,05$ .

Рассчитываем теоретические частоты по формуле:

$$ni_0 = (nh/S) \phi(U_i), \text{ где } U_i = (x_i - Mx)/Sx, \text{ , } h=1$$

$h$  - шаг между значениями возраста, здесь  $x=U_i$

$\phi(U_i)$  - функция плотности стандартного нормального распределения / Значения функции определяем по значению её аргумента по таблице.

Вычисления представим в виде таблицы:

Таблица 2. Все мужчины

Продолжительность жизни $X=\{x_i\}$	$U_i$	$\phi(U_i)$	$ni_0=\phi(U_i)*nh/S$	$ni$	$(ni-ni_0)**2/ni_0$
25	-2,61	0,013	0,544	2	3,898
26	-2,16	0,038	1,558	4	3,825
27	-1,72	0,090	3,675	3	0,124
28	-1,28	0,176	7,131	8	0,106
29	-0,84	0,280	11,388	10	0,169
30	-0,40	0,369	14,967	12	0,588

31	0,04	0,399	16,187	9	3,191
32	0,48	0,355	14,407	15	0,024
33	0,93	0,260	10,552	11	0,019
34	1,37	0,157	6,361	18	21,300
<b>Сумма</b>		2,137			<b>33,245</b>

Таблица 3. Курящие мужчины

НОРМРАС П ( $x;a;b;0$ )	Продолжительно сть жизни $X=\{xi\}$	$U_i$	$\phi(U_i)$	$ni0=\phi(U_i)*nh/S$	$ni$	$(ni-ni0)**2/ni0$	НОРМРАСП ( $x;a;b;0$ )
0,006	25	-2,65	0,012	0,414	2	6,078	0,005
0,017	26	-2,22	0,034	1,204	3	2,679	0,015
0,040	27	-1,78	0,082	2,889	3	0,004	0,036
0,078	28	-1,34	0,163	5,721	5	0,091	0,072
0,124	29	-0,90	0,266	9,344	9	0,013	0,117
0,163	30	-0,46	0,359	12,590	10	0,533	0,157
0,176	31	-0,02	0,399	13,996	7	3,497	0,175
0,157	32	0,42	0,366	12,835	13	0,002	0,160
0,115	33	0,86	0,277	9,710	11	0,171	0,121
0,069	34	1,29	0,173	6,061	17	19,745	0,076
<b>0,94</b>	<b>Сумма</b>		2,131		<b>80</b>	<b>32,814</b>	<b>0,93</b>

Таблица 4. Некурящие мужчины

Продолжительно сть жизни $X=\{xi\}$	$U_i$	$\phi(U_i)$	$ni0=\phi(U_i)*nh/S$	$ni$	$(ni-ni0)**2/ni0$	НОРМРАСП ( $x;a;b;0$ )
25	-2,60	0,014	0,086	0	0,086	0,007
26	-2,07	0,047	0,296	1	1,670	0,025
27	-1,54	0,121	0,771	0	0,771	0,064
28	-1,01	0,239	1,515	3	1,457	0,126
29	-0,48	0,355	2,251	1	0,695	0,188
30	0,04	0,399	2,529	2	0,111	0,211
31	0,57	0,339	2,148	2	0,010	0,179
32	1,10	0,217	1,380	2	0,279	0,115
33	1,63	0,106	0,670	0	0,670	0,056
34	2,16	0,039	0,246	1	2,310	0,021
<b>Сумма</b>		1,874		<b>12</b>	<b>8,058</b>	<b>0,99</b>

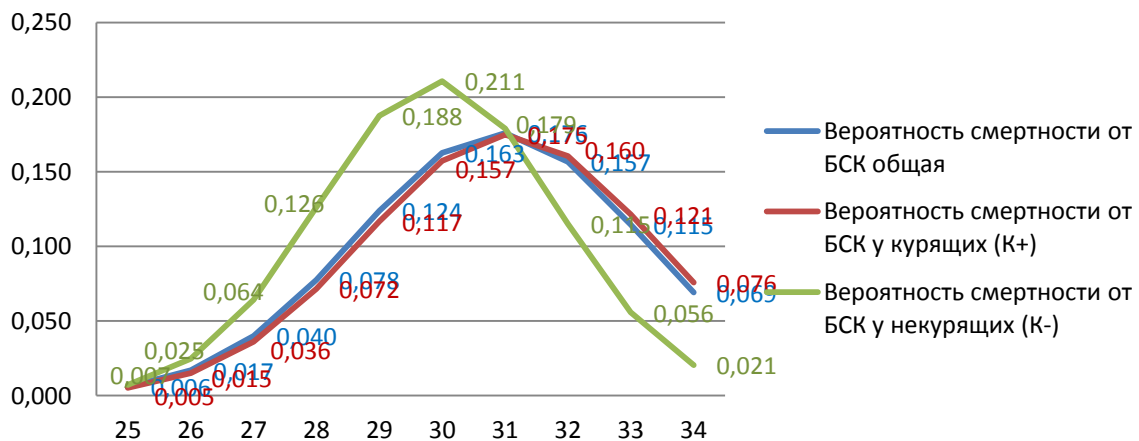
Наблюдаемое значение критерия ( $\chi^2_{\text{наблюдаемое}}$ ) вычислили по формуле (см. Сумма = 33,245).

По таблице критических значений (Хи\_в\_квадрате\_критическое) Пирсона при уровне значимости  $p=\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы  $k=1-3=10-1=9$  найдём Хи в квадрате критическое. Так как Хи\_в\_квадрате\_наблюдаемое=33,245 > Хи в квадрате критическое = 16,92, то есть нулевая гипотеза о нормальном распределении не принимается при данном уровне значимости.

Гипотеза H0 для возрастной группы 25-34 для выборки K+ принимается.

Гипотеза H0 при уровне значимости  $\alpha=0,05$  и числе степеней свободы  $k=9$  не подтверждается для групп "ВСЕ" и "Курящие".

Распределение вероятности смертности от БСК при табакокурении в возрасте 25-34



Возраст	Мужчины	все					K+					K-				
	Продолжительность жизни X={Xi}	ni	xi*ni	(xcp-xi)**2*ni	p	χ2	ni	xi*ni	(xcp-xi)**2*ni	p	χ2	ni	xi*ni	(xcp-xi)**2*ni	p	χ2
25-34	25	2	50	69,67	0,05	33,245	2	50	73,21	0,05	32,81	0	0	0,00	0,05	8,058
	26	4	104	96,13			3	78	76,51			1	26	15,34		
	27	3	81	45,68			3	81	49,21			0	0	0,00		
	28	8	224	67,38			5	140	46,51			3	84	11,02		
	29	10	290	36,18			9	261	37,82			1	29	0,84		
	30	12	360	9,77			10	300	11,03			2	60	0,01		
	31	9	279	0,09			7	217	0,02			2	62	2,35		
	32	15	480	18,08			13	416	11,73			2	64	8,68		
	33	11	363	48,41			11	363	41,83			0	0	0,00		
34	18	612	172,74	17	578	147,94	1	34	16,67							

Сумма	92	2843	564,12			80	2484	495,80			12	359	54,92		
Выборочное среднее Mx	30,90					31,05					29,92				
Выборочная исправленная дисперсия Dx	5,13					5,20					3,58				
Выборочное исправленное среднее квадратическое отклонение Sx	2,27					2,28					1,89				

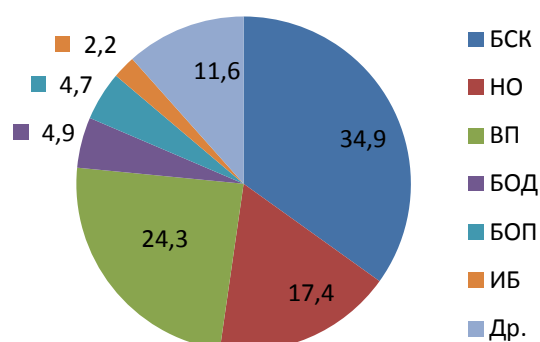
Аналогичным образом проводятся расчеты для женщин и остальных возрастных групп: 35-44, 45-54, 55-64, 65-74.

### **3.2. Влияние табакокурения на различные формы заболеваний по гендерным группам (мужчины и женщины) и возрастным группам (15-74 лет)**

Были выполнены запросы в базе данных Access для выявления среднего возраста смертности от разных причин у курящих и некурящих, как общая статистика так и отдельно по мужчинам и женщинам.

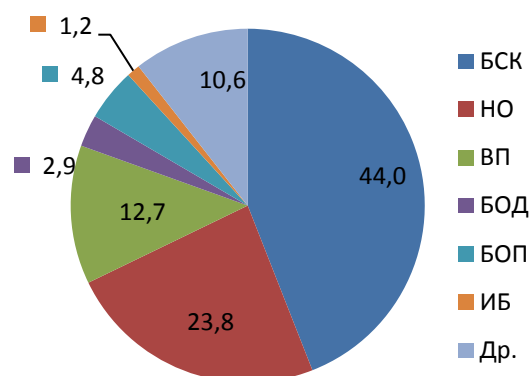
В когорте средний возраст наступления смерти от всех причин составил 54,13 года. Мужчины умирали раньше женщин в среднем на 5,8 лет (в 53,7 и 59,5 лет соответственно;  $p < 0,01$ ). Возраст умерших по причине БСК в среднем был 59,92 лет; при этом мужчины умирали от этих заболеваний раньше женщин в среднем на 2 года (в 59,85 и в 60,5 года соответственно;  $p < 0,01$ ). Средний возраст наступления смерти при новообразованиях статистически не отличался и составил у мужчин  $60,56 \pm 1,15$  лет, у женщин-  $59,9 \pm 1,64$  соответственно.

Распределение причин смертности у куривших мужчин (%)



Выборка - 16973 чел.

Распределение причин смертности у куривших женщин (%)



Выборка - 9213 чел.

Рис.1. Структура смертности от разных причин у мужчин и женщин 15-74 лет

Средний возраст наступления смерти от внешних причин был 43,53 лет и достоверно не различался у мужчин (42,86 лет) и женщин (43,6 лет;  $p > 0,05$ ). Обращал внимание тот факт, что средний возраст наступления смерти от этой причины был значительно меньше, чем возраст, в котором умирали от БСК ( $p < 0,001$ ) и онкологических заболеваний ( $p < 0,001$ ). Подобная ситуация выявлена и при анализе среднего возраста лиц, умерших от инфекционных болезней, который составил 47,2 года, значимо не различаясь у мужчин (46,8 лет) и женщин (48,3 года;  $p > 0,05$ ).

Смертные случаи от болезней органов дыхания и пищеварения наступали в 55,76 и 52,19 лет соответственно, существенно не отличаясь у мужчин (55,5 и 52,19 лет) и женщин (54,78 и 52,23 лет);  $p > 0,05$ . В то же время сравнительный анализ показал, что за 12-летний период в мужской популяции средний возраст смерти от всех причин в целом для возраста 15-74 лет увеличился к 2001 году на 2,7 лет ( $p < 0,02$ ).

Средний возраст смертности от разных причин у  
курящих и некурящих

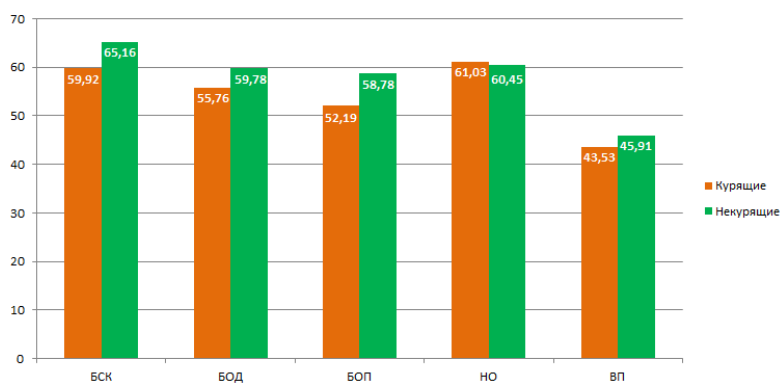


Рис. 2 Средний возраст смертности от разных причин у курящих и некурящих

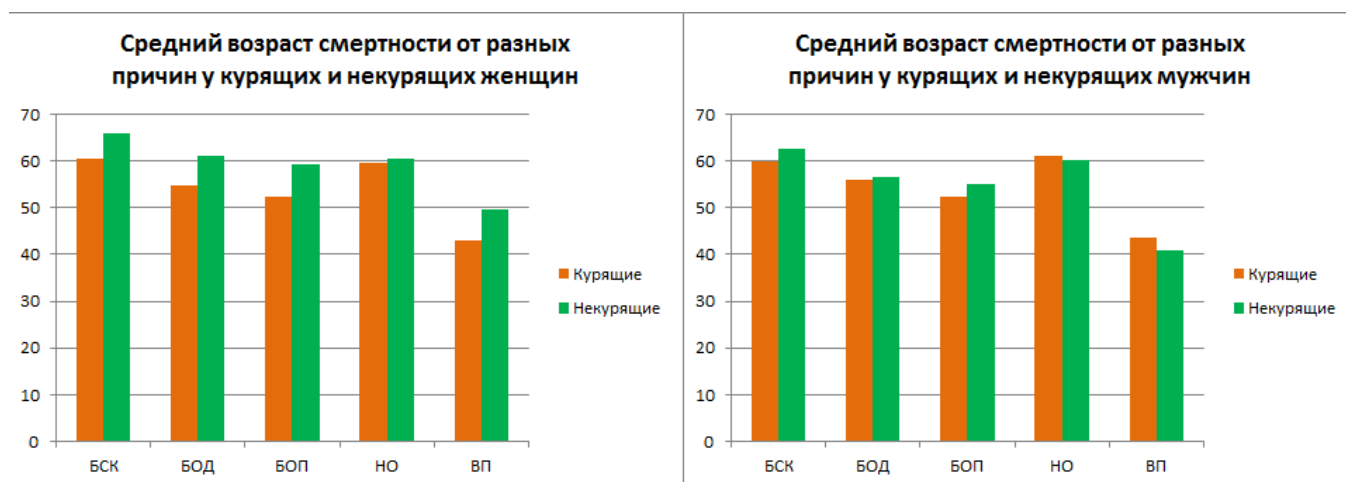


Рис. 3 Средний возраст смертности от разных причин в когорте курящих и некурящих  
мужчин и женщин

Таблица 5 Количество умерших при различных причинах смерти в  
когорте курящих и некурящих мужчин и женщин

	мужчины				женщины				все			
	курящие		некурящие		курящие		некурящие		курящие		некурящие	
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
БСК	5039	85,1	884	14,9	585	14,4	3472	85,6	5624	56,4	4356	43,6
НО	2610	88,5	339	11,5	320	14,6	1872	85,4	2930	57,4	2211	42,6
ВП	3555	86,3	563	13,7	354	30,3	813	69,7	3909	74,0	1376	26,0
БОД	745	89,7	86	10,3	63	23,3	207	76,7	808	73,4	293	26,6
БОП	674	83,6	132	16,4	110	24,9	331	75,1	784	62,9	463	37,1
ИБ	353	93,4	25	6,6	34	30,6	77	69,4	387	79,1	102	20,9
Др.	1663	84,5	305	15,5	238	24,4	737	75,6	1901	64,6	1042	35,4
все	14639	86,2	2334	13,8	1704	18,5	7509	81,5	16343	62,4	9843	37,6

Условные обозначения:

*БСК – болезни системы кровообращения, НО – новообразования, ВП – внешние причины, БОД – болезни органов дыхания, БОП – болезни органов пищеварения, ИБ – ишемические болезни*

Из данной таблицы видно, что курение усугубляет ситуацию с болезнями и увеличивает количество смертности.

Изучена распространенность курения среди населения г. Томска. Установлено, что 62,4% мужчин и женщин употребляли табак. Этот фактор риска среди мужчин встречался в 8,6 раз чаще, чем среди женщин (86,2% и 18,5 % соответственно,  $p < 0,001$ ). Из них в трудоспособном возрасте находились 2170 мужчин (88,8%) и 169 женщин (32,4%). Анализ распространенности курения среди мужчин и женщин, причиной смерти которых были болезни системы кровообращения (БСК) выявил сопоставимо высокие показатели употребления табака у мужчин во всех возрастных группах (рис. 3,4). У женщин выявлены возрастные особенности употребления табака: наибольший процент курения соответствовал возрастным отрезкам 25-34 и 35-44 лет и был значительно ниже в старших возрастных группах.

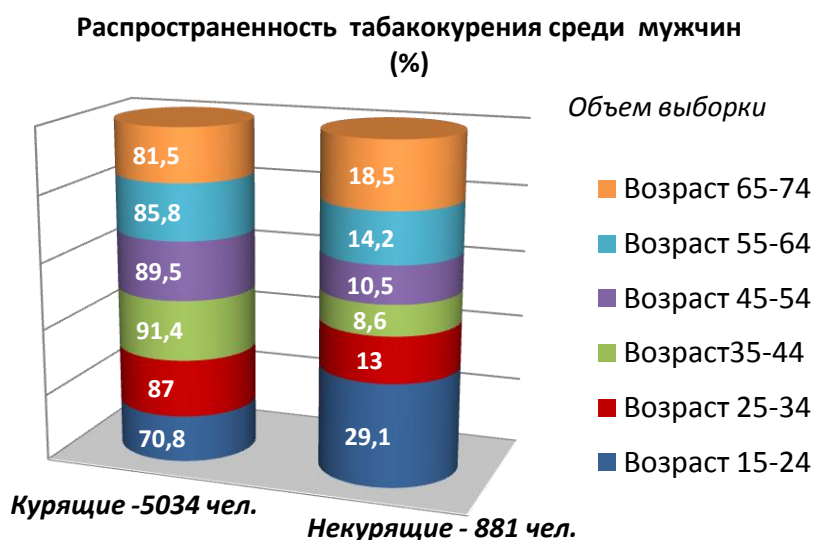


Рис. 4 Распространенность табакокурения среди мужчин



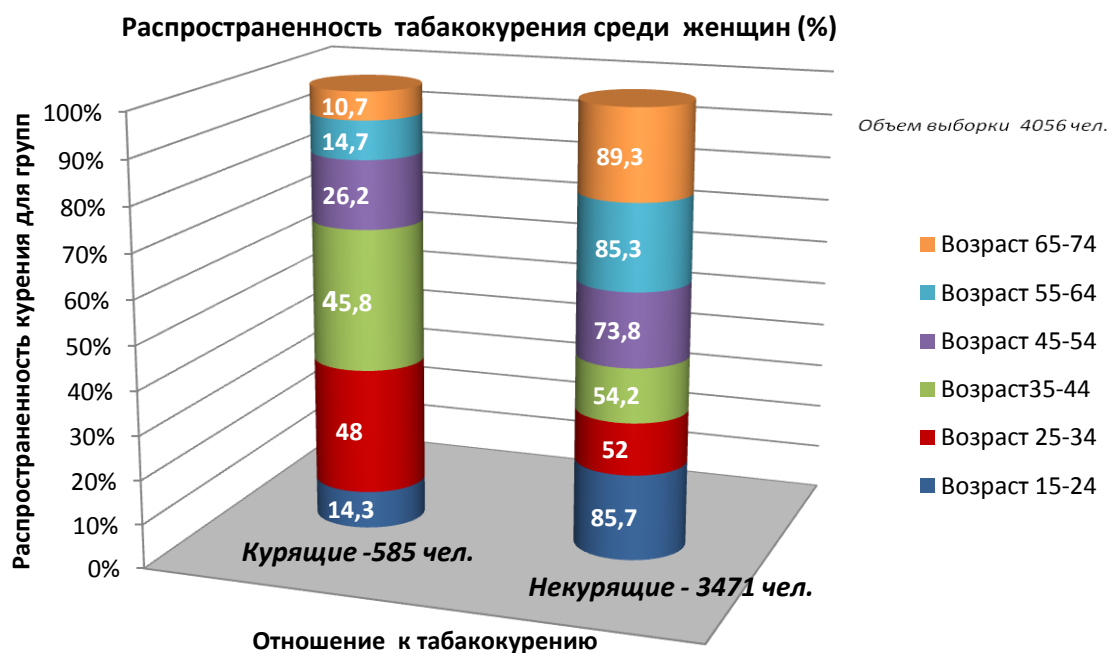


Рис. 5 Распространенность табакокурения среди женщин

Графики распределения смертности от БСК в разных возрастных группах сопоставлены с частотой курения у мужчин и женщин (рис. 3). Установлено, что у мужчин удельный вес смертности в каждой возрастной группе связан положительным коэффициентом корреляции высокой степени с фактором курения. ( $R=+0,98$ ,  $p=0,0000$ ).

В то время как у женщин выявлена обратная зависимость: положительный высокий корреляционный коэффициент получен у некурящих женщин, смерть которых наступила по причине БСК ( $R=+0,99$ ,  $p=0,00001$ ).

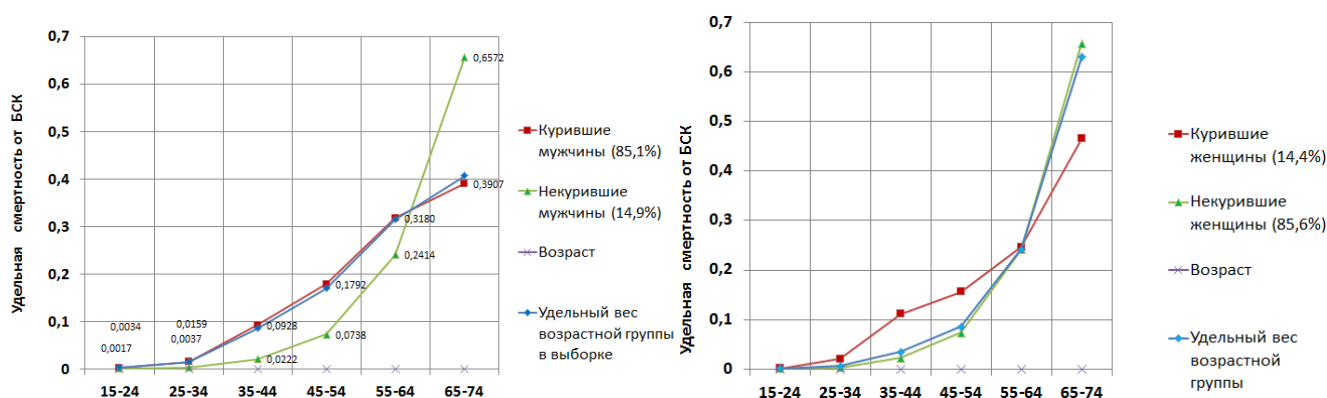


Рис. 6 Частота курения и распределение смертности у мужчин и женщин от болезней системы кровообращения в разных возрастных группах

В структуре общей смертности первое место занимали болезни системы кровообращения (35.6 и 44.7 % у мужчин и женщин), второе – у мужчин внешние причины (22.3%), у женщин – новообразования (23.7%); третье - у мужчин новообразования (17.4), у женщин – внешние причины (11%). Считается, что различия в смертности населения по полу являются следствием образа жизни мужчин и женщин. Мужчины чаще, чем женщины, заняты на работе с тяжелыми и вредными условиями труда, подвержены в большей мере психологическим стрессам, характерными для мужчин являются злоупотребления алкоголем, курение, нарушение режима питания установлена высокая частота употребления табака среди трудоспособных лиц мужского пола (88,8%) города Томска. Подтверждено, что у мужчин фактор курения является самостоятельным фактором риска смертности от БСК, в то время как у женщин этот фактор риска не имеет самостоятельного значения, что требует дальнейшего изучения других факторов риска, которые могли бы объяснить высокую связь смертности некурящих женщин от БСК.

### **3.3. Корреляционный анализ**

Коэффициент корреляции - это объективный показатель, свидетельствующий о наличии или отсутствии связи между переменными, и измеряющий выраженность этой связи. Коэффициент корреляции был предложен как инструмент, с помощью которого можно проверить гипотезу о зависимости и измерить силу зависимости двух переменных. Если распределение переменных нормальное или несущественно отличается от нормального, применяют коэффициент корреляции Пирсона. Для порядковых (ранговых) переменных или переменных, чье распределение существенно отличается от нормального, используется коэффициент корреляции Спирмана или Кендалла. Также существуют и другие коэффициенты. Связь, которая существует между случайными величинами разной природы, например, между величиной  $X$  и величиной  $Y$ , не обязательно является следствием прямой зависимости одной величины от другой (так называемая функциональная связь). В некоторых случаях обе величины зависят от целой совокупности

разных факторов, общих для обеих величин, в результате чего и формируется связанные друг с другом закономерности. Когда связь между случайными величинами обнаружена с помощью статистики, мы не можем утверждать, что обнаружили причину происходящего изменения параметров, скорее мы лишь увидели два взаимосвязанных следствия.

Статистика может лишь, выдвинув гипотезу о наличии связи, подкрепить ее цифрами. Если связь действительно имеется, говорят, что между двумя случайными величинами есть корреляция. Если увеличение одной случайной величины связано с увеличением второй случайной величины, корреляция называется прямой. Если, напротив, рост одной величины связано с уменьшением другой, говорят об обратной корреляции. Термин "корреляция" означает "связь". В эконометрике этот термин обычно используется в сочетании "коэффициенты корреляции". Рассмотрим линейный и непараметрические парные коэффициенты корреляции. Обсудим способы измерения связи между двумя случайными переменными. Пусть исходными данными является набор случайных векторов:

$$(x_i, y_i) = (x_i(\varphi), y_i(\varphi)), i = 1, 2, \dots, n.$$

Выборочным коэффициентом корреляции, более подробно, выборочным линейным парным коэффициентом корреляции К. Пирсона, как известно,

называется число: 
$$r_n = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

Если  $r_n = 1$ , то  $y_i = ax_i + b$ , причем  $a > 0$

Если же  $r_n = -1$ , то  $y_i = ax_i + b$ , причем  $a < 0$

Таким образом, близость коэффициента корреляции к 1 (по абсолютной величине) говорит о достаточно тесной линейной связи. Если случайные вектора независимы и одинаково распределены, то выборочный коэффициент

корреляции сходится к теоретическому при безграничном возрастании объема выборки (сходимость по вероятности):  $r_n \rightarrow \rho = \frac{M(x_1 - M(x_1))(y_1 - M(y_1))}{\sqrt{D(x_1)}\sqrt{D(y_1)}}$

Значения коэффициента корреляции всегда расположены в диапазоне от -1 до 1 и интерпретируются следующим образом:

- если коэффициент корреляции близок к +1, то между переменными наблюдается положительная корреляция. Иными словами, отмечается высокая степень связи входной и выходной переменных. В данном случае, если значения входной переменной  $x$  будут возрастать, то и выходная переменная также будет увеличиваться;
- если коэффициент корреляции близок к -1, это означает, что между переменными наблюдается отрицательная корреляция. Иными словами, поведение выходной переменной будет противоположным поведению входной. Если значение  $x$  будет возрастать, то  $y$  будет уменьшаться, и наоборот;
- промежуточные значения, близкие к 0, будут указывать на слабую корреляцию между переменными и, соответственно, низкую зависимость. Иными словами, поведение входной переменной  $x$  не будет совсем (или почти совсем) влиять на поведение  $y$ .

### 3.3.1. Проверка гипотезы

База данных умерших включала информацию о 26 186 случаях смерти от разных причин (16973 мужчин и 9213 женщин) лиц, умерших за период 1990-2001 гг. в г. Томске. БСК являлись лидирующей причиной смертности и составили 9980 (38,11 %) случаев. Среди всех умерших от БСК курили 5624 человека (21,5 %), являлись некурящими 4356 (16,6 %). [12]

Средний стаж курения умерших составил  $39,54 \pm 12,24$  лет. Средний возраст исследуемых 59 лет, минимальный возраст – 16 лет, максимальный – 74 года, стандартное отклонение  $\pm 10,77$  лет.

Нами проведена оценка интенсивности курения (количество выкуриваемых сигарет в день). Среднее количество выкуриваемых сигарет – 18, минимальное количество выкуриваемых сигарет – 1, максимальное – 60, стандартное отклонение  $\pm 8,84$  сигарет.

Таблица 6. Описательная статистика

	Кол-во респондентов	Среднее	Минимум	Максимум	Станд. отклонение
<b>Возраст</b>	5624	59	16	74	10,77
<b>Сигарет в день</b>	5624	18	1	60	8,84

Куривших исследуемых разбили на возрастные группы, и был определен средний стаж курения в каждой из групп. В таблице 2 представлена средняя продолжительность стажа курения в каждой возрастной группе.

Таблица 7. Средний стаж курения

Возрастная группа	Средний стаж курения
15-24	3,70
25-34	12,86
35-44	21,83
45-54	31,20
55-64	40,80
65-74	47,56

На рисунке 7 показана связь между стажем курения (среднее значение в каждой возрастной группе) и количеством курящих лиц, умерших от БСК с помощью диаграммы рассеивания и линии регрессии.

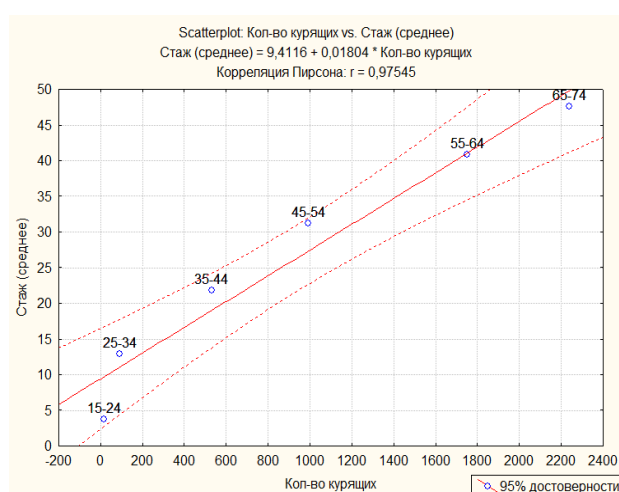


Рис 7. Диаграмма рассеивания

Обнаружена прямая корреляционная зависимость высокой степени между заданными параметрами: стаж курения и количество курящих в каждой

группе( $R=+0,975$ ). Так как есть систематические отклонения, то можно сказать, что данные не подчинены закону нормального распределения.

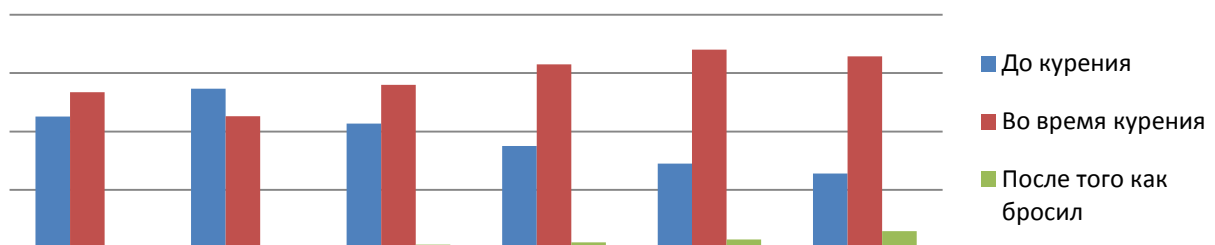
Таблица 8. Описательная статистика

	Кол-во групп	Медиана	Мин	Макс	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Размах	Квартильный размах
Кол-во курящих	6	762,00	18,00	2239,00	92,00	1751,00	2221,00	1659,00
Стаж (среднее)	6	26,52	3,70	47,56	12,86	40,80	43,86	27,94

Рассмотрим отношения периодов курения и некурения к продолжительности жизни в таблице 9.

Таблица 9. Отношение периодов курения и некурения к продолжительности жизни по возрастным когортам

Возрастная группа	До начала курения	Во время курения	После того как бросил курить
15-24	0,451	0,535	0,011
25-34	0,547	0,453	0,000
35-44	0,427	0,560	0,013
45-54	0,350	0,630	0,020
55-64	0,290	0,680	0,030
65-74	0,256	0,658	0,059



Проведем проверку на нормальность:

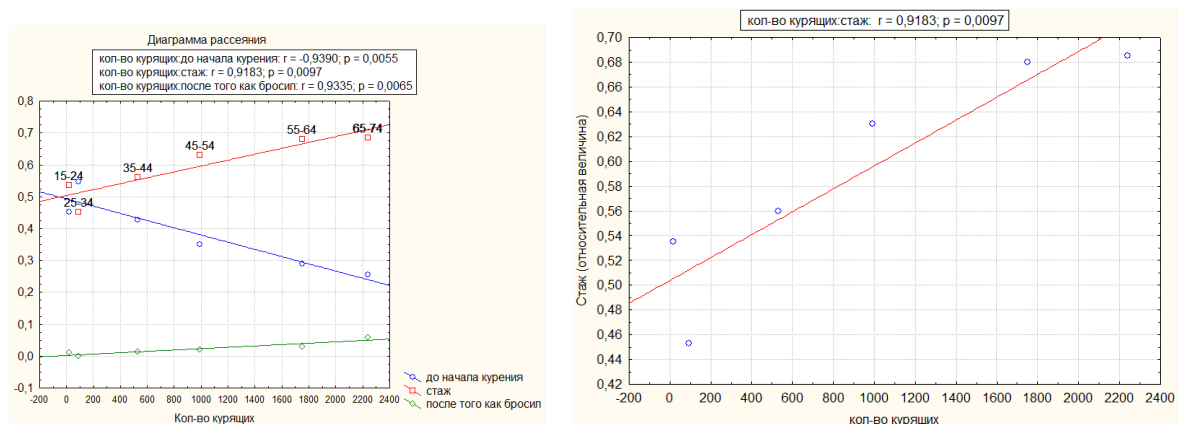


Рис 8. Диаграмма рассеяния для стажа в относительных величинах

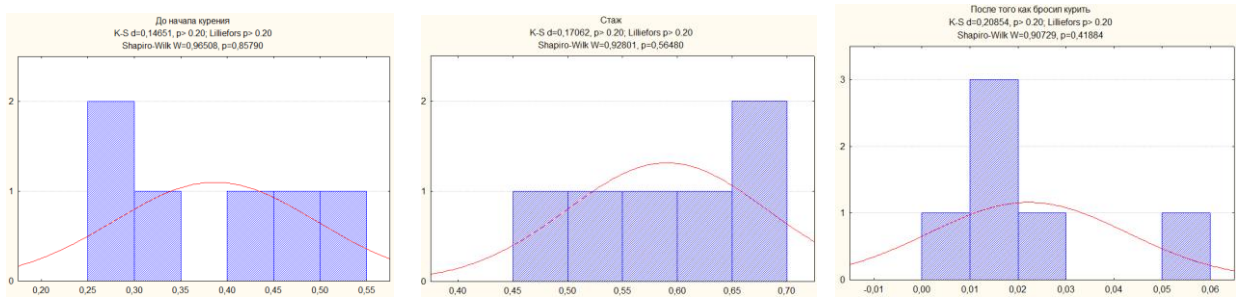


Рис. 9. Частотные гистограммы для каждого периода

На гистограммах видно, что уровень значимости по двум критериям (Колмогорова-Смирнова, где  $p < 0.2$  и Шапиро-Уилка, где  $p < 0.05$ ) показывает ненормальное распределение.

Таблица 10. Описательная статистика для ненормального распределения

	Descriptive Statistics (Spreadsheet18)							
	Кол-во рассматриваемых возрастных групп	Медиана	Минимум	Максимум	Нижний квартиль	Верхний квартиль	Размах	Квартильный размах
до	6	0,389	0,256	0,547	0,290	0,451	0,291	0,161
стаж	6	0,595	0,453	0,685	0,535	0,680	0,232	0,145
после	6	0,017	0,000	0,059	0,011	0,030	0,059	0,019

Так же посмотрим отношение года отказа от курения и года смерти (рисунок 10) и построим таблицу ожидаемых частот.

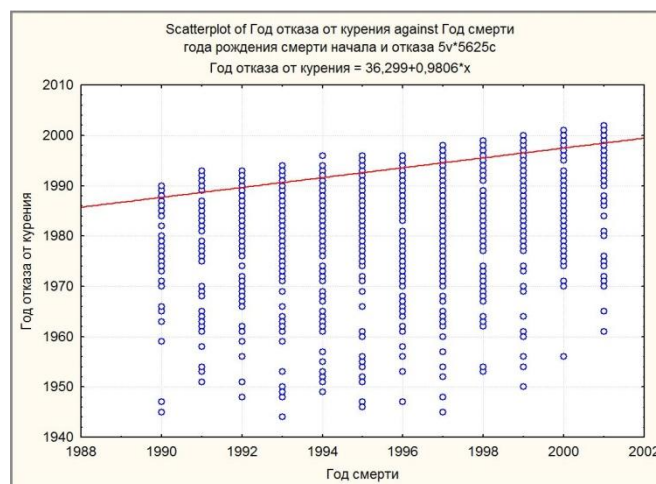


Рис 10. Диаграмма рассеяния для сравнения года отказа от курения и года смерти

Таблица 11. Таблица ожидаемых частот

Summary Table: Expected Frequencies (Spreadsheet116)  
 Marked cells have counts > 5  
 Pearson Chi-square: 45708,1, df=638, p=0,00000

Год отказа от курения	Год смерти 1990	Год смерти 1991	Год смерти 1992	Год смерти 1993	Год смерти 1994	Год смерти 1995	Год смерти 1996	Год смерти 1997	Год смерти 1998	Год смерти 1999	Год смерти 2000	Год сме 2001
1980	1,2891	1,7738	2,3049	2,9237	3,4084	2,9495	2,8618	2,6453	2,5318	2,2276	1,9646	2,1
1981	1,4669	2,0185	2,6229	3,3270	3,8786	3,3563	3,2566	3,0101	2,8810	2,5349	2,2356	2,4
1982	1,2002	1,6515	2,1460	2,7221	3,1734	2,7461	2,6645	2,4628	2,3572	2,0740	1,8291	1,9
1983	1,2891	1,7738	2,3049	2,9237	3,4084	2,9495	2,8618	2,6453	2,5318	2,2276	1,9646	2,1
1984	1,4225	1,9573	2,5434	3,2262	3,7610	3,2546	3,1579	2,9189	2,7937	2,4580	2,1679	2,2
1985	1,4225	1,9573	2,5434	3,2262	3,7610	3,2546	3,1579	2,9189	2,7937	2,4580	2,1679	2,2
1986	1,7336	2,3855	3,0998	3,9319	4,5837	3,9666	3,8487	3,5574	3,4049	2,9957	2,6421	2,8
1987	1,7336	2,3855	3,0998	3,9319	4,5837	3,9666	3,8487	3,5574	3,4049	2,9957	2,6421	2,8
1988	2,4449	3,3642	4,3714	5,5450	6,4643	5,5939	5,4276	5,0169	4,8017	4,2248	3,7260	4,0
1989	2,0004	2,7525	3,5766	4,5368	5,2889	4,5768	4,4408	4,1047	3,9287	3,4566	3,0485	3,2
1990	11,7799	16,2091	21,0624	26,7167	31,1460	26,9523	26,1513	24,1723	23,1357	20,3556	17,9525	19,2
1991	14,4026	19,8179	25,7518	32,6650	38,0804	32,9531	31,9737	29,5541	28,2866	24,8876	21,9495	23,0
1992	18,6255	25,6287	33,3025	42,2427	49,2459	42,6152	41,3487	38,2196	36,5805	32,1849	28,3853	30,6
1993	22,6707	31,1949	40,5352	51,4171	59,9413	51,8706	50,3289	46,5203	44,5252	39,1750	34,5501	37,2
1994	26,0046	35,7824	46,4963	58,9785	68,7562	59,4986	57,7303	53,3615	51,0731	44,9360	39,6310	42,7
1995	22,0484	30,3385	39,4225	50,0057	58,2959	50,4467	48,9474	45,2432	43,3030	38,0996	33,6017	36,2
1996	21,4705	29,5434	38,3892	48,6951	56,7680	49,1245	47,6645	44,0574	42,1680	37,1010	32,7210	35,2
1997	18,9367	26,0569	33,8588	42,9484	50,0686	43,3272	42,0395	38,8581	37,1917	32,7226	28,8595	31,7
1998	17,9143	24,6501	32,0308	40,6296	47,3654	40,9879	39,7697	36,7601	35,1837	30,9559	27,3014	29,4
1999	16,0473	22,0811	28,6926	36,3953	42,4291	36,7162	35,6250	32,9291	31,5169	27,7297	24,4561	26,3
2000	14,1803	19,5121	25,3544	32,1609	37,4927	32,4445	31,4803	29,0980	27,8501	24,5036	21,6108	23,3
2001	14,6693	20,1849	26,2287	33,2699	38,7856	33,5633	32,5658	30,1014	28,8105	25,3485	22,3560	24,7
2002	0,2223	0,3058	0,3974	0,5041	0,5877	0,5085	0,4934	0,4561	0,4365	0,3841	0,3387	0,3
All Grps	250,0000	344,0000	447,0000	567,0000	661,0000	572,0000	555,0000	513,0000	491,0000	432,0000	381,0000	411,0

В построенной таблице ожидаемых частот уровень значимости равен 0, т.е. фактор влияет на отклик.

#### 4. Разработка прототипа веб-системы

##### 4.1. Моделирование процессов в организации

Методология IDEF0 позволяет отобразить функциональную структуру объекта, т.е. действия и связи между объектами системы. Данная методология применяется при проектировании информационных систем для наглядного представления «механизмов» работы системы. Основной сферой применения методологии IDEF0 является пред проектное обследование и анализ системы.

Верхний уровень диаграммы показывает общее описание деятельности фирмы по созданию сайтов.





Рис. 11 Диаграмма основной деятельности фирмы по созданию сайтов

Декомпозируем диаграмму верхнего уровня, чтобы показать составляющие основной деятельности компании.

Подпроцессы системы:

- обсуждение заказа A1
- назначение руководителя проекта и специалистов A2
- дизайн A3
- верстание A4
- программирование A5
- сбор сайта A6

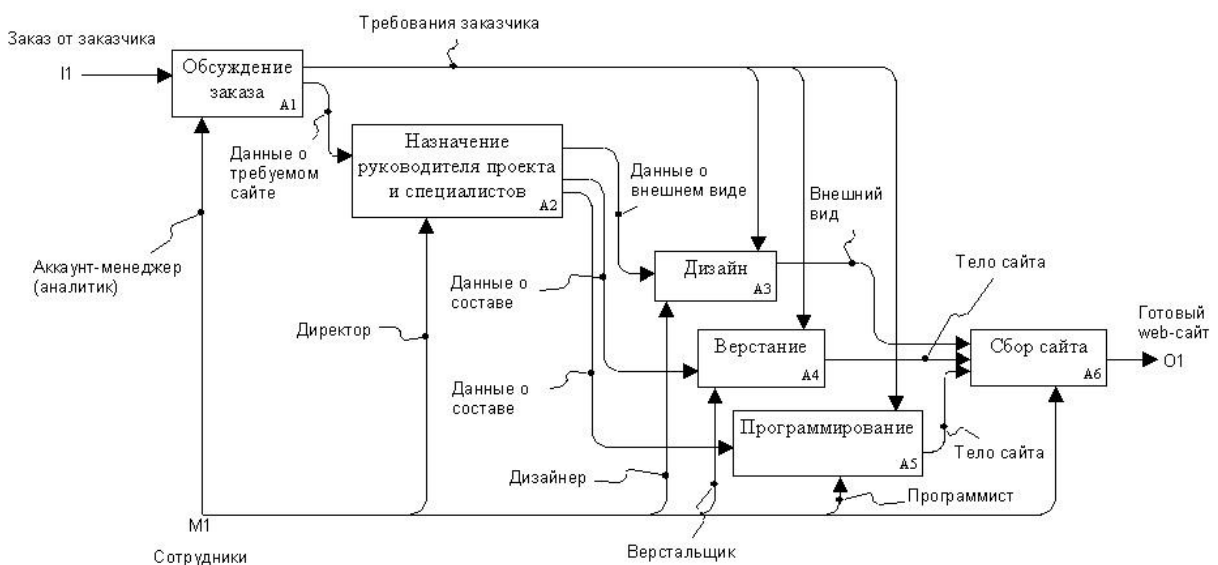


Рис. 12 Схема процесса осуществления деятельности

Далее представлены схемы декомпозиции основных подпроцессов на диаграмме третьего уровня:

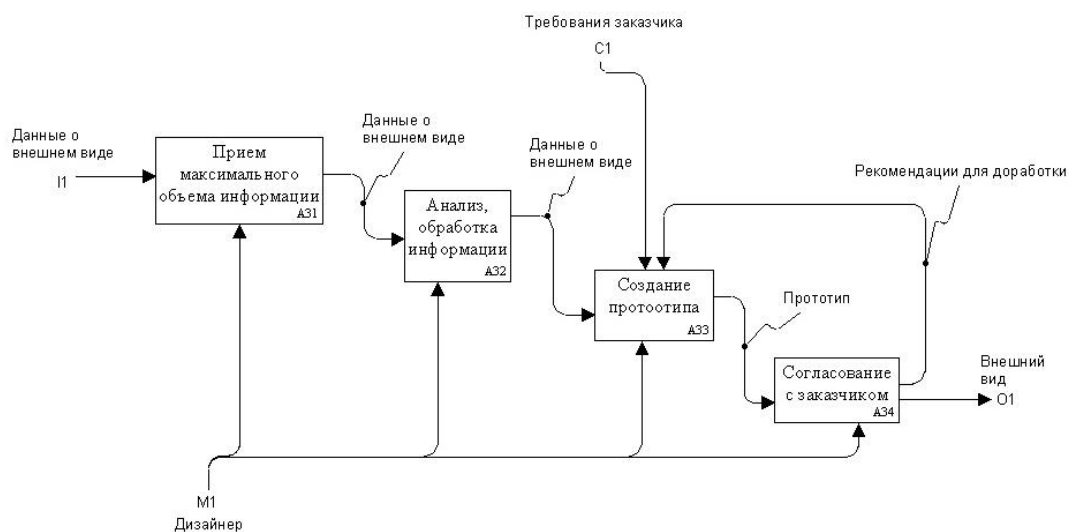


Рис.13 Декомпозиция блока А3 «Дизайн»

## 4.2. Проектирование базы данных

Методология IDEF1X является методом для разработки реляционных баз данных и использует условный синтаксис, специально разработанный для удобного построения концептуальной модели. Концептуальной моделью называют универсальное представление структуры данных в рамках коммерческого предприятия, независимое от конечной реализации базы данных и аппаратной платформы. Использование метода IDEF1X наиболее целесообразно для построения логической структуры базы данных после того, как все информационные ресурсы исследованы (с помощью метода IDEF1X) и решение о внедрении реляционной базы данных, как части корпоративной информационной системы, было принято.

База данных построена на основе данных, полученных путем анкетирования.

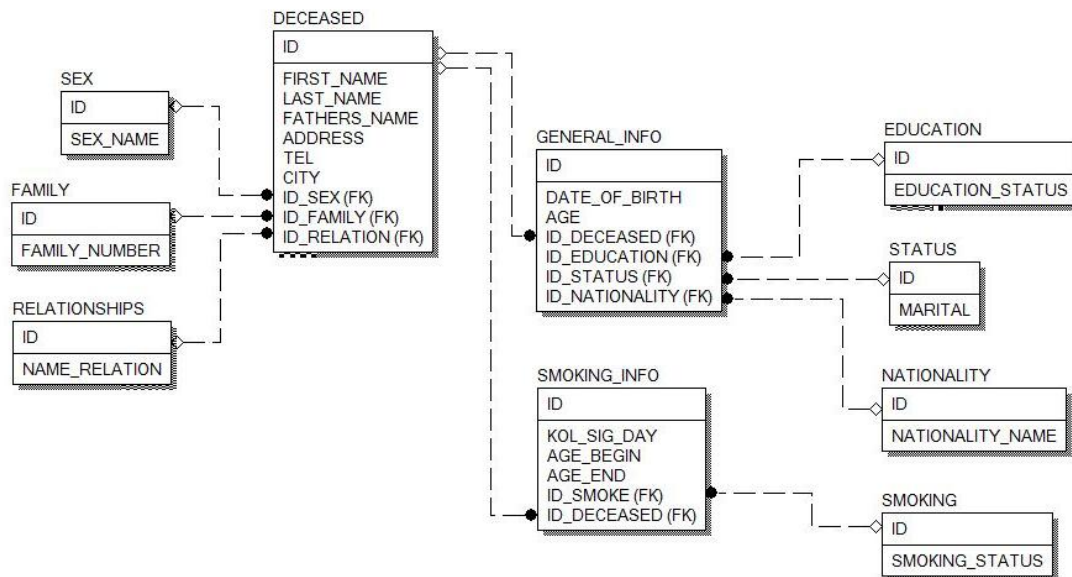


Рис.14 Диаграмма IDEF1X

### 4.3. Обзор платформы

Сайт, для которого разрабатывается система разработан на программном ядре EgalCore. Данное программное ядро является базой для разработок программного продукта.

К преимуществам данного ядра можно отнести:

- отсутствие необходимости проектирования систем с нуля;
- возможность избежать расходов на реализацию стандартных модулей – вместо них можно использовать уже разработанные, протестированные и стабильные модули.

Так же к преимуществам можно отнести функционал данной платформы. Одной из важных функций это «Управление группами пользователей», что позволяет разделить права доступа на разные группы. Реализован функционал ведения лог-файлов, что позволяет работать с базами данных без потери информации. К сохранению информации так же относится не мало важная функция «Резервное копирование». Возможен импорт и экспорт в Excel и Word документы. А также: Ключи доступа, Автоматическая генерация поиска, Интерфейс реляционных и иерархических связей.

К технологическим преимуществам относится Yii-framework на PHP, который подходит для быстрой разработки крупных веб-приложений. По результатам тестов phpmark Yii показал лучшую производительность.

Используется библиотека Ext JS – библиотека JavaScript для разработки веб-приложений и пользовательских интерфейсов. Данный фреймворк позволяет не только эффективно работать с элементами управления, но и с графическими моментами, такими как диаграммы, что является важным аспектом при разработке системы анализа статистических данных. Список поддерживаемых решений широк: от разных вариантов работы с таблицами до построения сложных графиков и реализации системы drag&drop. Возможности, предоставляемые данным фреймворком, позволяют применять к веб-приложениям шаблон MVC, который позволяет отделить логику приложения и его данные от визуальной части. [13]

#### **4.4. Прототип системы**

Для дальнейшего использования исследований и разработки программы пропаганды были разработаны 2 прототипа страницы «Здоровый образ жизни» на сайте МО «Здоровье». В первом варианте представлен упрощенный вариант, в котором пользователь может ознакомиться с готовой статистикой смертности в виде диаграмм и цифр. Во втором варианте, более сложном, пользователю предоставляется возможность поучаствовать самому в составлении статистики, посредством инструмента, позволяющего выбирать параметры, что значительно помогает ему ознакомиться с информацией, получить более подробное понимание и самому представить всю серьезность проблемы.

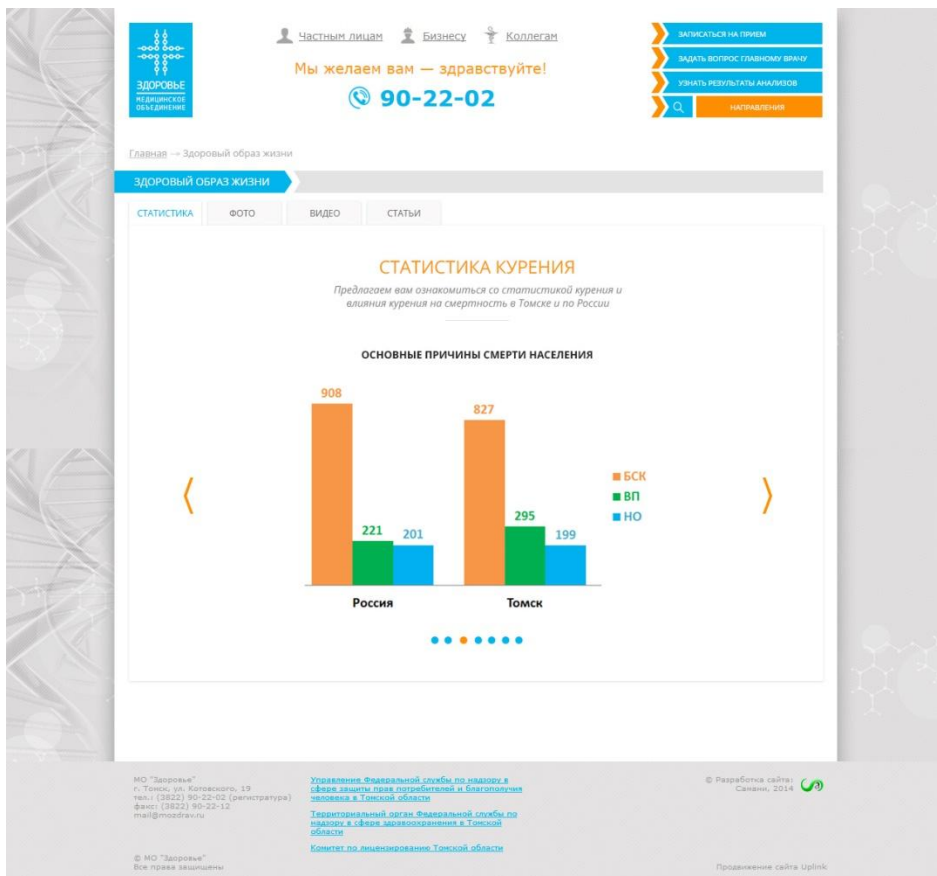


Рис 11. Прототип страницы статистика вариант 1



Рис.12. Прототип страницы статистика вариант 2

## 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 5.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Результат исследования рассчитан на медицинские учреждения, интернет ресурсы медицинского содержания. Область исследования – влияние курения на болезни системы кровообращения (БСК) для разработки системы пропаганды здорового образа жизни среди курящего населения.

Существует четыре метода пропаганды здорового образа жизни: устная пропаганда, печатная пропаганда, наглядный метод и комбинированный метод. По масштабу программы пропаганды можно разделить на крупные, средние и мелкие.

Данный проект направлен на распространение программы пропаганды в сети интернет посредством размещения результатов исследования на сайте медицинского учреждения в интерактивном виде.

		Методы пропаганды здорового образа жизни			
		Устная пропаганда	Печатная пропаганда	Наглядный метод	Комбинированный метод
Масштаб программы	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				

Архангельский  
центр  
медицинской  
профилактики

Российский нац.  
исследовательский  
мед. университет  
им. Н.И. Пирогова

nosmoking18.ru  
«Мир без  
никотина»

Целевой  
сегмент  
МО «Здоровье»

В 1960-х годах антитабачная кампания распространилась на телевидение и радиопередачи, а также на объявления в журналах и газетах. Например, жителям Америки постоянно преподносились качественно подготовленные

сюжеты, напоминающие о вреде курения. Более того, эта кампания получила официальную поддержку таких авторитетных организаций, как федеральное правительство и медицинское ведомство. На фоне официальной поддержки и гласности стремительная информационная атака различных СМИ оказала огромное влияние на публику. [14]

Сейчас телевидение и радио отходят на второй план, а сети Интернет занимают неотъемлемую часть в жизни современной молодежи. Большую часть времени люди проводят в Интернете, посещая социальные сети и различные сайты.

В Российской практике встречаются программы на различных медицинских сайтах, один из таких примеров сайт «Здоровье29» — информационный и новостной Интернет-ресурс в области медицинской профилактики и приверженности к здоровому образу жизни. Разработан и воплощен коллективом АЦМП для продвижения приоритетов ЗОЖ и профилактической работы на популяционном уровне в самом большом информационном поле – сети Интернет. Сайт стал площадкой для оперативного взаимодействия с медиками и педагогами отдаленных районов Архангельской области: выкладываемая информация быстро «доходит» до множества получателей.

Самый большой раздел «Здоровый образ жизни», в котором материалы по профилактике ХНИЗ и ЗОЖ, включает подразделы: «Профилактика заболеваний», «Как бросить курить», «Избавься от зависимости», «Здоровье детей», «Здоровое питание», «Жизнь в движении», «Психическое здоровье».

Планируется создание информационной подсистемы существующего сайта МО «ЗДОРОВЬЕ», на котором будет предоставлена статистическая информация о состоянии смертности населения от табакокурения и других вредных привычек, а также зависимость вредных привычек и различных заболеваний с возможностью самому задавать параметры для вывода

необходимой информации. А также планируется формирование пропаганды посредством статей и медиа ресурсов.

## 5.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Таблица 12. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	Б <sub>к3</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>	К <sub>к3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,10	5	4	3	3	0,50	0,40	0,30	0,30
2. Потребность в ресурсах памяти	0,01	4	4	2	3	0,05	0,04	0,02	0,03
3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,02	3	5	4	3	0,06	0,10	0,08	0,06
4. Простота эксплуатации	0,05	5	3	3	2	0,25	0,15	0,15	0,12
5. Качество интеллектуального интерфейса	0,20	4	3	2	2	0,80	0,60	0,40	0,40
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
1. Конкурентоспособность продукта	0,20	4	5	3	2	0,80	1,00	0,60	0,40
2. Уровень проникновения на рынок	0,10	2	4	3	3	0,20	0,40	0,30	0,30
3. Цена	0,10	4	5	4	2	0,40	0,50	0,40	0,20
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,03	3	5	3	4	0,09	0,15	0,30	0,12
5. Послепродажное обслуживание	0,10	5	5	5	5	0,50	0,50	0,50	0,50
6. Финансирование научной разработки	0,02	3	5	4	4	0,06	0,10	0,08	0,08
7. Срок выхода на рынок	0,02	4	5	2	3	0,08	0,10	0,04	0,06
8. Наличие сертификации разработки	0,05	2	5	4	4	0,10	0,25	0,20	0,20
<b>Итого</b>	<b>1</b>					<b>3,89</b>	<b>4,29</b>	<b>3,37</b>	<b>2,77</b>

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная позиция.



Исходя из результатов оценочной карты, можно сделать вывод, что разрабатываемый сайт для системы пропаганды уступает конкурентам в функциональных возможностях.

### 5.3. SWOT-анализ

SWOT анализ позволяет оценить сильные и слабые стороны продукта а так же существующие возможности и угрозы реализации проекта. Итоговая матрица SWOT анализа представлена в таблице 2.

Таблица 13. Матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Низкая стоимость производства  С2. Наличие профессионального взгляда со стороны медицинских работников  С3. Быстрый отклик заказчиков  С4. Актуальность проблемы  С5. Низкие требования к аппаратному обеспечению</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Сл1. Отсутствие квалифицированных кадров в области статистики  Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров для поддержки проекта  Сл3. Долгий срок реализации проекта</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Использование инфраструктуры МО «Здоровье»  В2. Повышение уровня жизни  В3. Рост уровня информатизации в медицинской отрасли</p>	<p><i>Вывести систему пропаганды на Россию</i></p>	<p><i>Стратегия оптимизации работы над проектом  Привлечение наибольшего количества необходимых ресурсов</i></p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса  У2. Выход продукта-конкурента с более подробным функционалом  У3. Низкая заинтересованность в инновационных технологиях среди потребителей</p>	<p><i>Расширение функционала системы</i></p>	<p><i>Стратегия повышения квалификации участников проекта</i></p>

#### 5.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки готовности проекта к коммерциализации были оценены следующие показатели:

Таблица 14 Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта*	Уровень имеющихся знаний у разработчика**
1	Определен имеющийся научно-технический задел	3	2
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	2
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	3
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	2
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	3
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	2
	<b>Итого баллов:</b>	<b>35</b>	<b>33</b>

*\*Степень проработанности: 1 – не проработанность, 2 – слабая проработанность, 3 – выполнено, но в качестве не уверен, 4 – выполнено качественно, 5 – имеется положительное заключение независимого эксперта.*

*\*\*Уровень имеющихся знаний: 1 – не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать*

Сумма баллов показывает, что перспективность коммерциализации проекта средняя. Для повышения перспективности необходимо повысить компетентность в вопросах коммерциализации на внутреннем и внешнем рынках, обеспечить проекту команду для коммерциализации, проработать вопросы финансирования, а также необходимо разработать бизнес-план коммерциализации.

#### **5.5. Метод коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Коммерциализация научных разработок – достаточно сложный, трудоемкий процесс, связанный с практическим использованием результатов научных исследований и разработок с целью вывода на рынок новых или улучшенных продуктов, услуг или процессов с получением коммерческого эффекта. Существуют следующие методы коммерциализация научных разработок: торговля патентными лицензиями, передача ноу-хау, инжиниринг, франчайзинг, организация собственного предприятия, передача интеллектуальной собственности, организация совместного предприятия, организация совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».

В конечном итоге проект будет представлять комплекс материалов для программы пропаганды представленных на веб-сайте.

Для данного проекта был выбран метод инжиниринга. Инжиниринг — это предоставление определенных инженерно-технических услуг

консультационного характера, связанных с внедрением, эксплуатацией и использованием инновационной продукции. Услуги включают техническую помощь. Техническая помощь - это технические услуги и помощь, которые оформляются двумя способами:

- техническая помощь является главным предметом соглашения;
- техническая помощь включается разделом в соглашение о передаче технологии или поставках оборудования.

Особенность соглашений о предоставлении технической помощи состоит в том, что объект соглашения - «неосязаемый» товар - технические услуги, выполнение исследований, обучение и подготовка кадров. Кроме того, соглашение может включать элементы инжиниринговых услуг, подрядных работ, аренду приборов и инструментов. В соглашение о предоставлении технической помощи включаются также:

- положение о неразглашении полученных в процессе обучения конфиденциальных сведений;
- вопросы бытового устройства инструкторов и обучающихся;
- транспортные расходы, обязательства по страхованию и услуги переводчиков за счет принимающей стороны;
- меры по содействию обеих сторон друг другу в получении виз и разрешений на работу для стажеров и инструкторов.

## **5.6. Инициация проекта**

В данном разделе приведена общая информация о целях и задачах проекта. Заинтересованными сторонами разработки проекта являются медицинская организация «Здоровье», группа разработчиков проекта, а также общество, на которое нацелена программа пропаганды.

Таблица 15 Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
Научный руководитель	Получение знаний в области статистики разработка программного продукта разработка материалов для пропаганды ЗОЖ

	публикации исследований
Заказчик	Статистический анализ предоставленных данных разработка пропаганды ЗОЖ публикации исследований
Население	Эффективная пропаганда ЗОЖ

Таблица 16 Цели и результаты проекта

<b>Цели проекта:</b>	Разработка эффективной системы пропаганды ЗОЖ
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Программа пропаганды ЗОЖ
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Соответствие реализации проекта графику, и смете указанных работ; наличие публикаций по проекту с подтверждением исследований
<b>Требования к результату проекта:</b>	Проект должен быть выполнен в рамках установленного бюджета и времени
	Результат проекта должен соответствовать изначальным требованиям заказчика
	Система пропаганды должна достоверно предоставлять информацию по статистике
	Система должна быть протестирована на наличие ошибок, надёжна и отказоустойчива
	Система должна быть проста в использовании и понятна пользователю

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

Таблица 17 Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Ротарь В.Г., каф. ОСУ, доцент, к.т.н.	Руководитель проекта Исполнитель по проекту	Координация деятельности, управление проектом	200
2	Максименко Г.В., МО Здоровье, Заведующая дневным стационаром, врач-терапевт, врач-пульмонолог, КМН	Эксперт проекта	Консультации в области медицины	16
3	Баранова А.В., НИ ТПУ, магистрант	Исполнитель по проекту	Статистический анализ Реализация проекта	685
4	Конобеевская И.Н., НИИ Кардиологии, старший научный сотрудник, к.м.н.	Эксперт проекта, заказчик	Консультации в области медицины	4

<b>Итого:</b>	<b>905</b>
---------------	------------

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

Таблица 18 Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	208 929,6
3.1.1. Источник финансирования	Привлечение средств из муниципального бюджета
3.2. Сроки проекта	Проект ограничен рамками магистерской работы
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.02.2016
3.2.2. Дата завершения проекта	20.05.2016
3.3. Прочие ограничения и допущения*	Отсутствие квалифицированных ресурсов Неудовлетворительная коммуникация

## 5.7. Планирование управления научно-техническим проектом

### 5.7.1. Иерархическая структура работ проекта

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

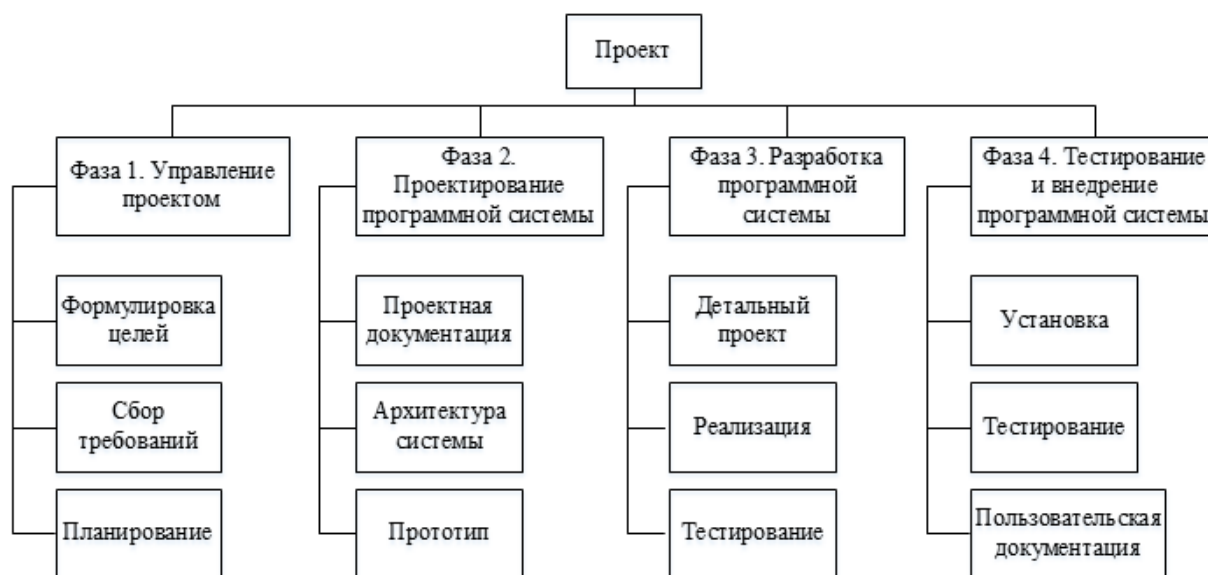


Рис. 1 Иерархическая структура работ

### 5.7.2. Контрольные события проекта

Были определены ключевые события проекта, даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты.

Таблица 19 Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Постановка целей и задач	01.09.2015	Техническое задание
2	Подбор и изучение материалов по тематике		Литературный обзор
2	Получение данных от заказчика	05.09.2015	База данных MS Access, анкета
3	XIX Всероссийская научно-техническая конференция «Энергетика: эффективность, надежность, безопасность»	04.12.2015	Публикация «Труды конференции. Том 2»
4	Научно-исследовательская работа	23.12.2015	Отчет
5	Научно-исследовательская практика	15.01.2016	Отчет по научно-исследовательской практике
6	Научно-исследовательская работа	20.01.2016	Отчет
7	Научно-исследовательская практика	28.04.2016	Отчет по научно-исследовательской практике
8	Разработка Web-страницы	25.05.2016	Прототип страницы на сайте

### 5.7.3. План проекта

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

Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения был составлен перечень работ и соответствие работ исполнителям, продолжительность выполнения этих работ представлена в таблице 20.

Таблица 20 Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
<b>1.</b>	<b>Определение проблемы и обоснование необходимости</b>				
1.1.	Постановка задачи	2	01.02. 16	02.02.16	Ротарь В.Г. Баранова А.В.

1.2.	Обоснование необходимости проекта	8	01.02.16	10.02.16	Баранова А.В.
1.3.	Формирование плана проекта	3	10.02.16	12.02.16	Ротарь В.Г. Баранова А.В.
<b>2.</b>	<b>Подготовка к проекту</b>				
2.1.	Обзор и изучение литературы	10	15.02.16	26.02.16	Баранова А.В.
2.2.	Определение темы проекта	2	29.02.16	01.03.16	Ротарь В.Г. Баранова А.В.
2.3.	Сбор исходных данных для работы над проектом	5	01.03.16	07.03.16	Ротарь В.Г. Максименко Г.В. Баранова А.В.
2.4.	Анализ бизнес-процессов организации	4	04.03.16	09.03.16	Ротарь В.Г. Баранова А.В.
<b>3.</b>	<b>Проведение исследований/формирование материала пропаганды ЗОЖ</b>				
3.1.	Анализ первичных данных	28	10.03.16	18.04.16	Баранова А.В.
3.2.	Выбор и анализ существующих программных платформ для реализации задачи	3	19.04.16	21.04.16	Баранова А.В.
3.3.	Формирование графиков для наглядного представления статистики	3	22.04.16	26.04.16	Баранова А.В.
<b>4.</b>	<b>Разработка web-страницы</b>				
4.1.	Разработка прототипа страницы	8	27.04.16	06.05.16	Баранова А.В.
4.2.	Согласование с заказчиком	2	09.05.16	06.05.16	Ротарь В.Г. Максименко Г.В. Баранова А.В.
4.3.	Разработка дизайна страницы	2	11.05.06	12.05.16	Баранова А.В.
<b>5.</b>	<b>Оформление рабочей документации</b>				
5.1.	Расчет показателей безопасности жизнедеятельности	3	13.05.16	17.05.16	Баранова А.В.
5.2.	Проведение экономических расчетов	3	18.05.16	20.05.16	Баранова А.В.
5.3.	Презентация результатов проекта	1	23.05.16	23.05.16	Баранова А.В.
<b>Итого:</b>		<b>81</b>			



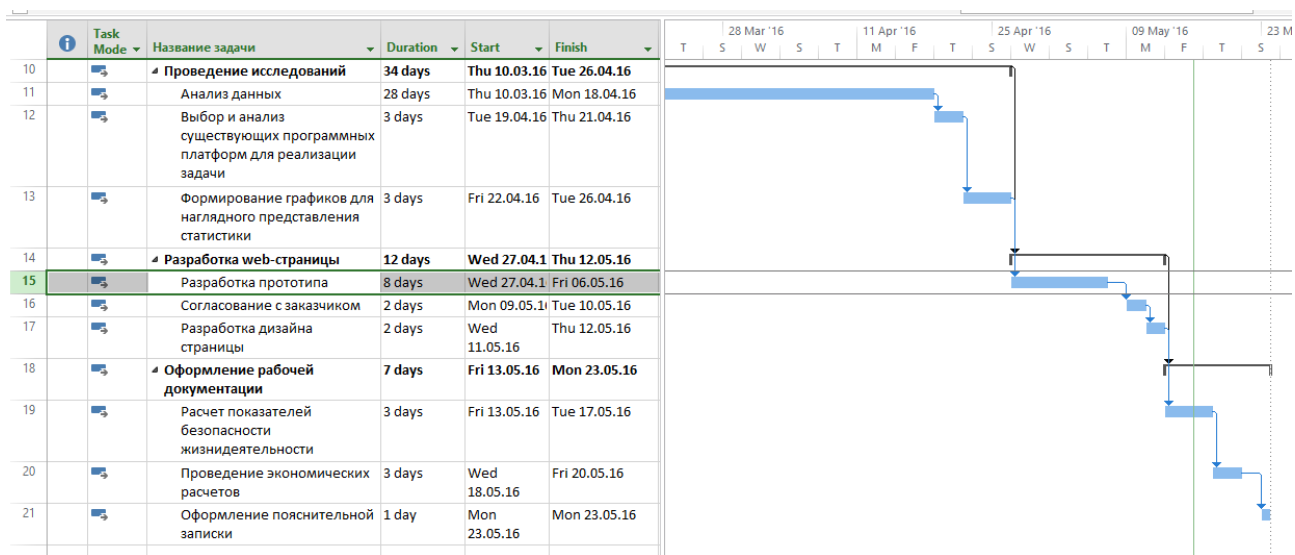


Рис. 13 Диаграмма Ганта

## 5.8. Бюджет научного исследования

Бюджет научного проекта включает все виды планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

### 5.8.1. Специальное оборудование для научных работ

В качестве специального оборудования выступал персональный компьютер.

Таблица 21 Оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, р.	Общая стоимость оборудования, р.
1	Ноутбук HP Pavilion dv6	1	31 000	31 000
2	Принтер	1	3 100	3 100
<b>Итого</b>				<b>34 100</b>

### 5.8.2. Расчет основной заработной платы

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

Затраты на оплату труда студента-дипломника определяются как оклад инженера кафедры, а затраты на оплату труда руководителя проекта определяются как оклад доцента кафедры, т.е.  $Z_m$  равно 9000 и 23000 руб.

Результаты расчета действительного годового фонда проведены в таблице 22.

Таблица 22 Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени, дни	Руководитель	Инженер-программист
Календарное число дней в году	365	365
Количество нерабочих дней		
- Выходные дни	104	104
- Праздничные дни	13	13
Планируемые потери отпуска	28	28
Действительный годовой фонд	1320 часов	1320 часов

При работе 6 часов в день, действительный годовой фонд = 1320 часов

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m * M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

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

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

$$Z_m = Z_b * (1 + k_{\text{пр}} + k_d) * k_p$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{раб}}$$

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

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

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

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Таблица 23 Затраты на основную заработную плату

Исполнители	$Z_{\text{б}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	23 000	0,3	0,2	1,3	44 850	2 283,27	18	41 098,86
Инженер-программист	9 000	0,3	0,2	1,3	18 720	953,02	81	77 194,62
<b>Итого:</b>								<b>118 293,48</b>

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили

$$C_{\text{осн}} = 118293,48 \text{ руб.}$$

### 5.8.3. Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Дополнительная заработная плата принимается в размере 10% от основной зарплаты:  $Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$

Подставив в формулу известные численные значения, получим:

Зарботная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	41 089,86	77 194,62
Дополнительная зарплата	4 108,99	7 719,46
<b>Итого по статье</b>	<b>45 198,85</b>	<b>84 914,08</b>
<b>Итого</b>	<b>130 112,93</b>	

### 5.8.4. Отчисления на социальные нужды

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} \cdot C_{\text{осн}},$$

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

- 1) отчисления в пенсионный фонд;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 130\,112,93 = 39\,033,88 \text{ рублей.}$$

#### 5.8.5. Расчет затрат на электроэнергию

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

$$Э_{\text{об}} = P_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}},$$

где  $Э_{\text{об}}$  – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

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

$Ц_{\text{э}}$  – тарифная цена за 1 кВт·час,  $Ц_{\text{э}} = 2,05 \text{ руб/кВт·час}$ ;

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

Время работы оборудования вычисляется на основе данных для  $T_{\text{рд}}$  таблицы 7 для инженера из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{ОБ}} = P_{\text{УСТ.ОБ}} \cdot K_{\text{С}},$$

где  $P_{\text{УСТ.ОБ}}$  – установленная мощность оборудования, кВт;

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

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

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 24.

Таблица 24 Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$ , час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$ , кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{ОБ}}$ , руб.
Ноутбук	640	0,3	349,4
Принтер	20	0,1	3,6
<b>Итого:</b>			<b>353</b>

Пример расчета затрат на электроэнергию для освещения помещения, где осуществлялось выполнение проекта, рассчитывается по формуле:

$$\text{Э}_{\text{ОС}} = P_{\text{ОС}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}} \cdot t_{\text{ОС}}$$

где  $\text{Э}_{\text{ОС}}$  – затраты на электроэнергию для освещения, руб.;

$t_{\text{ОС}}$  – время работы осветительных приборов, час;

$P_{\text{ОС}}$  – мощность, потребляемая осветительными приборами, кВт.

Мощность, потребляемая освещением, определяется по формуле:

$$P_{\text{ОС}} = P_{\text{УСТ.ОС}} \cdot K_{\text{С}} \cdot N_{\text{ОС}},$$

где  $P_{\text{УСТ.ОС}}$  – установленная мощность осветительных приборов,

$P_{\text{УСТ.ОС}} = 0,072$  кВт;

$K_{\text{С}}$  – коэффициент спроса, зависящий от количества, загрузки групп электроприемников, для внутреннего освещения  $K_{\text{С}} = 0,9$ ;

$N_{OC}$  – количество осветительных приборов,  $N_{OC} = 2$  шт.

Таким образом, потребляемая мощность осветительных приборов составила:

$$P_{OC} = 0,072 \cdot 0,9 \cdot 2 = 0,13 \text{ кВт.}$$

Время работы освещения определяется по формуле:

$$t_{OC} = t_{СУТ} \cdot T,$$

где  $t_{OC}$  – время работы освещения, час;

$t_{СУТ}$  – длительность работы освещения за смену, час;

$T$  – время, затраченное на проведение работ,  $T = 80$  дней.

$$t_{oc} = 3 \cdot 80 = 240 \text{ часа}$$

Общие затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{OB} + \mathcal{E}_{OC},$$

$$\mathcal{E}_{oc} = 0,13 \cdot 2,05 \cdot 240 = 63,96 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = 353 + 63,96 = 416,96 \text{ руб.}$$

### 5.8.6. Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» от используемого оборудования рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии.

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования ЭВМ по формуле:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot C_{OB}}{F_D} \cdot t_{BT} \cdot n,$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации,  $N_A = 25\%$ ;

$C_{OB}$  – цена оборудования,  $C_{OB} = 34100$  руб.;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени,  $F_d = 1320$  часов;

$t_{BT}$  – время работы вычислительной техники при создании программного продукта,  $t_{BT} = 640$  часа;

$n$  – число задействованных ПЭВМ,  $n = 1$ .

Итак, затраты на амортизационные отчисления составили:

$$C_{ам} = \frac{0,25 \cdot 34100 \cdot 640}{1320} = 4133,33 \text{ руб.}$$

### 5.8.7. Прочие расходы

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение.

Стоимость материальных ресурсов определяется исходя из рыночной цены и приведена в таблице 25.

Таблица 25 Прочие расходы

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Офисная бумага	Zoom, A4	1 блок	250	250
Картридж для принтера	HP	1 шт.	800	800
Ручка шариковая	Pilot	1 шт.	32	32
<b>Всего за материалы</b>				1082
<b>Транспортно-заготовительные расходы</b>				31,5
<b>Итого по статье <math>C_m</math></b>				1123,5

Расходы на материалы составили 1123,5 рублей.

### 5.8.8. Расчет бюджета

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

<b>Наименование статьи</b>	<b>Затраты, руб.</b>
1. Специальное оборудование для научных работ	34 100
2. Основная заработная плата	118 293,48
3. Дополнительная заработная плата	11 828,45
4. Отчисления на социальные нужды	39 033,88
5. Научные и производственные командировки	-
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	-
7. Амортизационные отчисления	4133,33
8. Затраты на электроэнергию	416,96
9. Прочие расходы	1 123,5
<b>Бюджет научного исследования</b>	<b>208 929,6</b>

### **5.9. Организационная структура проекта**

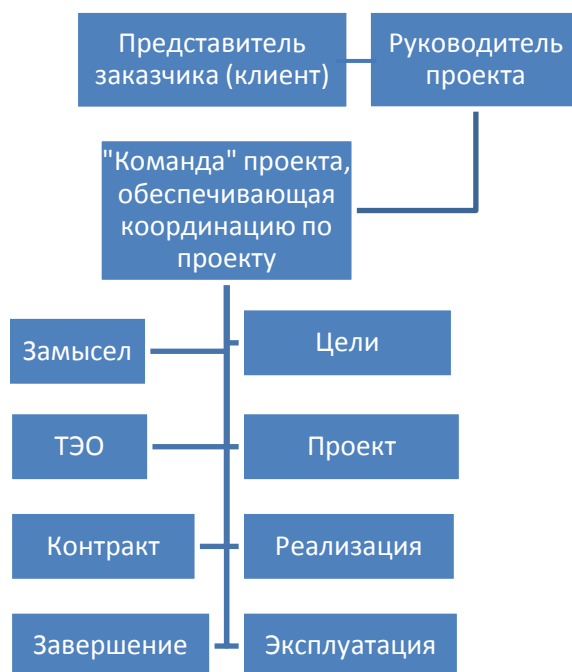
На выбор организационной структуры проекта влияет несколько факторов:

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

С учётом данных факторов наиболее подходящей является проектная структура проекта.

Проектная организационная структура





### 5.10. Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта была сформирована матрица ответственности:

Таблица 26 Матрица ответственности

Этапы проекта	Наименование	Руководитель	Инженер	Заказчик
<b>1.</b>	<b>Определение проблемы и обоснование необходимости</b>			
1.1.	Постановка задачи	<b>о</b>	<b>и</b>	
1.2.	Обоснование необходимости проекта	<b>с</b>	<b>о/и</b>	
1.3.	Формирование плана проекта	<b>с</b>	<b>о/и</b>	
<b>2.</b>	<b>Подготовка к проекту</b>			
2.1.	Обзор и изучение литературы		<b>и</b>	
2.2.	Определение темы проекта	<b>о</b>	<b>и</b>	
2.3.	Сбор исходных данных для работы над проектом	<b>о</b>	<b>и</b>	<b>и</b>
2.4.	Анализ бизнес-процессов организации		<b>и</b>	
<b>3.</b>	<b>Проведение исследований/формирование материала пропаганды ЗОЖ</b>			
3.1.	Анализ первичных данных	<b>у/с</b>	<b>и</b>	<b>у</b>
3.2.	Выбор и анализ существующих программных платформ	<b>у/с</b>	<b>и</b>	

	для реализации задачи			
3.3.	Формирование графиков для наглядного представления статистики	у/с	и	у
<b>4.</b>	<b>Разработка web-страницы</b>			
4.1.	Разработка прототипа страницы		о/и	у
4.2.	Согласование с заказчиком		о/и	у
4.3.	Разработка дизайна страницы		о/и	у
<b>5.</b>	<b>Оформление рабочей документации</b>			
5.1.	Расчет показателей безопасности жизнедеятельности		о/и	
5.2.	Проведение экономических расчетов		о/и	
5.3.	Оформление пояснительной записки		о/и	

## **5.11. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

### **5.11.1. Оценка абсолютной эффективности исследования**

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

На данном этапе необходимо произвести расчёт общей экономической эффективности проекта. Для расчётов ставка дисконтирования была принята на уровне средней доходности по депозитам – 10%. Сводные данные представлены в таблице 13.

$$K_{\partial} = \frac{1}{(1 + E)^t}$$

где E – ставка дисконтирования за период;

t – порядковый номер периода с начала реализации проекта.

Таблица 27 План денежных потоков

№	Показатели, тыс. руб.	Номер на шаг расчета (n)				
		0	1	2	3	4
1	Притоки (стр.2+стр.6)	0,0	132,68	95,25	144,07	156,66
2	Налоговые поступления, всего (сумма строк 3-5) в том числе от налогов:	0,0	93,65	65,21	114,07	125,51
3	- НДС	0,0	53,37	18,95	64,40	72,10
4	- на прибыль	0,0	24,67	4,21	38,67	40,20
5	Подходный налог с работников	0,0	15,61	12,01	11,0	13,21
6	Отчисления на социальные нужды	0,0	39,03	30,04	30,0	31,15
7	Денежный поток	0,0	132,68	95,25	144,07	156,66
<b>Инвестиционная деятельность</b>						
8	Поступление инвестиций	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Капиталовложения, обслуживание инвестиций	-209,93	-20,0	0,0	0,0	0,0
10	Сальдо от инвестиционной деятельности (п.8+п.9)	-209,93	-20,0	0,0	0,0	0,0
11	Сальдо суммарного потока (п.7+п.10)	-209,93	112,68	95,25	144,07	156,66
12	Сальдо накопленного потока	-209,93	-97,25	-2	142,07	298,73
13	Коэффициент дисконтирования	1,00	0,83	0,69	0,58	0,48
14	Дисконтированное сальдо суммарного потока	-209,93	93,52	65,72	83,56	75,20
15	Дисконтированные инвестиции	-209,93	-16,6	0,0	0,0	0,0
16	Дисконтированный поток (п.7*п.13)	0,0	110,12	65,72	83,56	75,20
17	<b>ЧДД бюджета</b>			<b>334,6</b>		
18	<b>ЧД</b>			<b>298,73</b>		

При оценке эффективности инвестиционных проектов так же часто используются индекс доходности инвестиций (ИД) - отношение суммы доходов от производственной (операционной) деятельности к абсолютной величине капитальных вложений. Он равен увеличенному на единицу отношению ЧД к накопленному объему инвестиций.

$$\text{ИД проекта} = 1 + (298,73 / 131,62) = 2,27$$

Для определения дисконтированного индекса доходности (ИДД) необходимо найти сумму дисконтированных инвестиций (ДК). ДК=226,53 тыс. руб. Тогда

$$\text{ИДД} = 1 + (334,6 / 226,53) = 1,48$$

### 5.11.2. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}},$$

где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

По вышеприведенной формуле посчитан интегральный финансовый показатель для каждого варианта исполнения проекта:

$$I_{\text{итт}} = \frac{397}{500} = 0,79$$

$$\text{Аналог 1} = \frac{500}{500} = 1$$

$$\text{Аналог 2} = \frac{250}{500} = 0,5$$

$$\text{Аналог 3} = \frac{167,5}{500} = 0,33$$

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проведен в таблице 28.

Таблица 28. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Вес критерия	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2	Аналог 3
1. Повышение эффективности влияния на общественность	0,21	4	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям)	0,20	5	4	4	3

потребителей)					
3. Потребность в ресурсах памяти	0,08	5	4	5	4
4. Функциональная мощность (представляемые возможности)	0,23	4	5	2	5
5. Простота эксплуатации	0,10	5	3	4	3
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,18	5	4	4	2
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>20</b>

Для подсчета интегрального показателя ресурсоэффективности разработки необходимо просуммировать произведения весовых коэффициентов на соответствующие баллы:

$$I_{\text{тп}} = 0,84 + 1,00 + 0,40 + 0,92 + 0,50 + 0,90 = 4,56$$

$$\text{Аналог 1} = 1,05 + 0,80 + 0,32 + 1,15 + 0,50 + 0,72 = 4,54$$

$$\text{Аналог 2} = 0,84 + 0,80 + 0,40 + 0,46 + 0,30 + 0,72 = 3,52$$

$$\text{Аналог 3} = 0,61 + 0,60 + 0,32 + 1,15 + 0,30 + 0,36 = 3,34$$

**Интегральный показатель эффективности разработки** определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

Результат вычислений всех показателей представлен в таблице 29.

Таблица 29. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2	Аналог 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,79	1	0,50	0,33
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,56	4,54	3,52	3,34

3	Интегральный показатель эффективности	5,77	4,54	7,04	10,12
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	(Аналог 1) 1,27 (Аналог 2) 0,82 (Аналог 3) 0,57	(Разработка)0,79 (Аналог 2) 0,64 (Аналог 3) 0,45	(Разработка)1,22 (Аналог 1) 1,55 (Аналог 3) 0,69	(Разработка)1,75 (Аналог 1) 2,23 (Аналог 2) 1,44

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что текущий проект является более эффективным вариантом решения задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

### **Список публикаций**

XIX Всероссийская научно-техническая конференция «Энергетика: эффективность, надежность, безопасность»

**Тема:** «Структура преждевременной смертности и продолжительность жизни при различных причинах убыли населения г. Томска»

*Диплом 2ой степени*