

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий  
(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»  
(наименование)

09.04.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Информационные системы и технологии корпоративного управления  
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Технология проектирования и разработки системы для  
автоматизации сбора и анализа биоинформации на малом предприятии»

Студент

А.Ю. Степенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.п.н., Е.А. Ерофеева

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. Методологические основы технологий проектирования и разработки автоматизированных систем для малых предприятий.....	10
Глава 2. Анализ предметной области и формирование требований к системе ..	21
2.1. Техничко-экономическая характеристика объекта автоматизации.....	21
2.1.1. Состояние и стратегия развития информационных технологий .....	23
2.2. Анализ существующей организации информационных процессов .....	24
2.2.1. Описание существующей организации информационных процессов .....	24
2.2.2. Недостатки существующей организации информационных процессов .....	28
2.2.3. Формирование предложений по автоматизации бизнес-процессов..	30
2.3. Постановка задачи автоматизации .....	34
2.3.1. Цели и задачи проекта автоматизации .....	34
2.3.2. Формирование требований к информационной системе.....	34
2.3.3. Идентификация точек зрения. ....	41
2.3.4. Функциональные требования .....	44
2.3.5. Нефункциональные требования .....	46
2.3.6. Аттестация требований .....	53
Выводы к главе 2.....	54
Глава 3. Проект автоматизированной системы сбора и анализа биоинформации .....	56
3.1. Информационное обеспечение .....	56
3.2. Программное обеспечение .....	62
3.3. Математическое обеспечение. Модуль обработки данных.....	64
3.3.1. Научные данные.....	64
3.3.2. Обработка данных.....	66

3.4. Техническое обеспечение.....	68
3.4.1. Структура системы, перечень подсистем.....	68
3.4.2. Способы и средства связи для информационного обмена между компонентами подсистем.....	69
3.5. Организационное обеспечение.....	69
3.6. Обеспечение информационной безопасности.....	70
3.7. Технологическое обеспечение.....	73
Выводы к главе 3.....	77
Глава 4. Апробация работы и результат. Эффективность и экономическая выгода.....	79
4.1. Оценка совокупной стоимости владения.....	83
4.2. Оценка затрат на внедрение ИС.....	84
4.3. Анализ качественных и количественных факторов воздействия проекта на бизнес-архитектуру организации.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	90

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационных технологий и компьютеризация систем, преобразование социально-экономических взаимоотношений ведет к появлению необходимости проектирования систем на малых предприятиях, особенно в такой стремительно развивающейся области, как биотехнологии. В последние годы рост числа таких предприятий, привел к увеличению спроса на проектирование автоматизированных системы обработки биоинформации. Под биоинформацией в таком случае понимают любые сведения о физических или биологических характеристиках человека независимо от формы их представления.

Объем мирового рынка биотехнологий в 2016 году оценивался в 369,62 млрд. долларов США, а согласно новому отчету Grand View Research [36] ожидается, что к 2025 году мировой рынок биотехнологий достигнет 727,1 миллиарда долларов США. Такой приток инвестиций стимулирует значительный рост интереса к этой отрасли в плане получения прибылей. За первые два месяца текущего года вложения в малые инновационные биотехнологические компании (стартапы) составило 2,8 миллиарда долларов, что превысило инвестиции в биотехнологические фирмы за весь 2014 год. Несмотря на потребности рынка, число решений в данной сфере остается довольно небольшим, а представленные системы либо не подходят для предприятий с малым числом сотрудников, либо слишком дороги. Также крайняя специфичность задач еще более усугубляет сложившееся положение. При этом технологии проектирования и реализации автоматизированных систем получения данных в биотехнологических компаниях является критически важным для их выживания и развития.

Анализ процессов на предприятии обычно включает в себя сопоставление или моделирование процессов и подпроцессов вплоть до уровня минимальной задачи. Данные процессы могут быть смоделированы с помощью большого количества методов и техник. Например, нотация моделирования – это метод

моделирования процессов, который может использоваться для «рисования» процессов в визуализированном рабочем процессе [15, 24, 26, 45]. В конечном итоге все процессы являются частью унифицированного результата, который может быть описан как «создание ценности для клиентов» [45]. Эта цель может быть достигнута с применением автоматизации [46].

Автоматизация процессов – это частичный или полный перевод повторяющихся (стандартных) операций под контроль специализированной информационной системы, или программно-аппаратного комплекса. Как результат – высвобождение человеческих и финансовых ресурсов для повышения производительности труда и эффективности стратегического управления, уменьшение ошибок в результате «человеческого фактора» и в итоге снижения издержек и повышение эффективности.

Данная магистерская диссертация посвящена описанию технологии проектирования и разработки системы для автоматизации сбора и анализа биоинформации для повышения эффективности деятельности малого инновационного предприятия.

С учетом вышесказанного актуальность **исследования** обусловлена необходимостью решения задачи проектирования и разработки на биотехнологическом предприятии для поддержания развития компании.

Проблема автоматизации процессов на малых предприятиях при помощи проектирования информационной системы в той или иной степени рассматривались в работах отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области проектирования информационных систем и автоматизации процессов на малых и средних предприятиях: Евдокимовой А.Б., Желтухина П. С., Ильичева В.М., Кожухар В.М., Конева В.В., Кравцовой Н.А., Лазеевой В.И., Лукьянова Г.В., Макаровой К.Н., Малявко К.В, Матвеева А. С., Пихуна А.В., Фирсова М. В. и других. В дополнение к указанным работам в диссертационном исследовании использовались материалы, включенные в международные, государственные и отраслевые стандарты. Анализ научных работ, приведенный в главе 1, демонстрирует, что в

отечественной литературе последних лет данная тема набирает популярность, но, к сожалению, не является полно освещённой. Отсутствуют необходимое алгоритмическое обеспечение, обобщённые структурные решения, пригодные для автоматизированного сбора (диалоговых интерфейсов) и хранения данных (логических структур данных).

В настоящее время **отсутствуют информационные системы**, предназначенные специально для решения таких задач, в частности задач сбора, обработки и хранения научных данных медицинского характера доступные для малого предприятия. Таким образом, становится очевидной потребность в описании систем и методов организации процессов сбора данных и хранения данных, то есть процессно-ориентированных систем, построенных на основе адаптируемого к научным задачам, поставленным руководством компании. В связи с этим ясно, что решение данной задачи возможно посредством внедрения нового инструмента, обеспечивающего решение проблем эффективности сбора биоинформации на малом предприятии.

Основной **гипотезой исследования** является то, что существует возможность повысить эффективность исследования биоинформации путем проектирования специальной информационной системы для помощи в проведении исследований на малом предприятии, применяя современные технологии проектирования и разработки систем.

**Объектом исследования** является система сбора биоинформации на малом инновационном предприятии в условиях изменения требований к подходам и методам проведения исследований, диктуемых развитием компании.

В качестве **предмета исследования** рассматривается технологии проектирования и разработки новой автоматизированной системы сбора биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека.

**Целью** настоящей работы является теоретическое обоснование технологий проектирования и их практическая реализация для создания

проекта системы сбора биоинформации для повышения эффективности деятельности и уменьшения затрат на производство исследований.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи**:

- провести теоретическое обоснование и выявить современные концепции и методики в теме технологии проектирования автоматизированных систем для малых предприятий;
- охарактеризовать предметную область исследования с описанием ее специфики;
- проанализировать существующий на предприятии процесс сбора биоинформации, выявить его сильные и слабые стороны;
- описать технологии формирования требований к новой информационной системе с учетом специфики малого предприятия;
- определить подходящие технологии проектирования и разработки системы для автоматизации сбора и анализа биоинформации на малом предприятии;
- подготовить проект автоматизированной системы обработки биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека;
- проверить эффективность разработанной системы и определить результативность ее внедрения.

В ходе исследования использовались следующие **методы**:

1. теоретические:

- а. изучение и анализ учебной, методической литературы, нормативно-правовых документов по проектированию информационных систем;
- б. технологии разработки программного обеспечения, в том числе описанная: ГОСТ 19.101-77. Единая система программной документации. Виды программ и программных документов [1], ГОСТ 19.701-90. Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ данных и систем. Условные

обозначения и правила выполнения [2], ГОСТ 34.201-89. Виды, комплектность и обозначение документов при создании Автоматизированных систем [3], ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание Автоматизированной системы [4].

2. практические:

- а. обобщение опыта разработки и проектирования информационных систем;
- б. наблюдение, беседа, анкетирование, мозговой штурм;
- в. описание и моделирование процессов с применением семейства методологий IDEF;
- г. реляционный подход к организации баз данных;
- д. методы создания графических интерфейсов;
- е. методы объектно-ориентированного программирования.

**Апробация** результатов исследования осуществлялась в компании-заказчике «Калигиа» - малом биотехнологическом предприятии. Результаты исследования были представлены на XV Специализированной конференции с выходом электронного сборника «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science / Международный научный обзор проблем технических наук, математики и информатики» (Boston, USA, 2020 год), приняты к печати в Вестнике науки и образования (№ 8 (86), 2020 год).

**Научная новизна** диссертационного исследования:

1. Теоретически обоснован и практически применен метод мозгового штурма для описания требований при проектировании автоматизированной системы, доказана его эффективность при использовании на малых предприятиях;
2. Разработан процесс оптимизации процессов сбора биоинформации с применением методологии IDEF;
3. Применены методы IDEF и UML для описания новой информационной системы сбора и обработки биоинформации на предприятии;



4. Спроектирована реляционная база данных для оптимального хранения данных предприятия.

**Теоретическая значимость** диссертационного исследования заключается в обосновании технологий проектирования и разработки информационных систем для малого предприятия биотехнологического профиля.

**Практическая значимость** диссертационного исследования состоит в успешном внедрении оптимизированных процессов на предприятии и существенном снижении материальных затрат и сокращении количества ошибок при сборе биоинформации.

**На защиту выносятся следующие положения:**

1. Продуктивность метода мозгового штурма при проектировании автоматизированной системы на малом предприятии, позволяющей учитывать мнения как руководства компании, так и рядовых сотрудников.
2. Эффективность Structured Analysis and Design Technique - технологии структурного анализа и проектирования (IDEF<sub>x</sub>) при создании системы для малого предприятия.
3. Для лучшего взаимодействия с клиентом, возможен специализированный подход к моделированию процессов, в частности, комбинация нотаций IDEF и UML,
4. Новая информационная системы для сбора биоинформации позволяет существенно повысить эффективность исследования биоинформации.

Работа представляет собой результат теоретической и практической деятельности в области проектирования автоматизированных систем для малого предприятия.

## **Глава 1. Методологические основы технологий проектирования и разработки автоматизированных систем для малых предприятий**

Процессы на предприятии можно описать как совокупность связанных, структурированных действий или задач, людей и/или оборудования, которая в определённой последовательности создаёт услугу или продукт для конкретного клиента. Бизнес-процессы происходят на всех организационных уровнях предприятия [41, 46]. Такой процесс часто может быть визуализирован как блок-схема действий с пунктами принятия решений или как матрица процесса с последовательностью действий на основе данных в процессе [41]. Применение данной теории на практике улучшает удовлетворённость клиентов и повышают гибкость реагирования в ответ на изменения рынка [41, 47].

Процессы на предприятии могут быть организованы по трём типам, согласно [46]:

1. Операционные процессы, которые определяют основной функционал бизнеса и создают основной поток ценностей, например, приёмка заказа от клиентов, производство деталей и т. п.
2. Процессы управления – контролирующие операционные процессы, включая корпоративное управление, бюджетный надзор и надзор за работниками.
3. Поддерживающие процессы, поддерживающие основные операционные процессы, например, учёт, колл-центр, техническая поддержка и т. д.

Несколько иной подход к этим трём типам предлагает Кирхмер [41]:

1. Операционные процессы, в которых основное внимание уделяется выполнению задач организации; сфера деятельности персонала
2. Процессы управления, обеспечивающие правильное выполнение рабочих процессов; именно здесь менеджеры «обеспечивают эффективность и эффективные рабочие процессы»,

3. Процессы управления, которые обеспечивают, чтобы предприятие работало в полном соответствии с требуемыми правовыми нормами, руководящими принципами и ожиданиями акционеров; руководители обеспечивают соблюдение «правил и рекомендаций для успеха в бизнесе».

Комплексный процесс может быть разложен на многие подпроцессы, которые имеют свои собственные атрибуты, но также способствуют достижению общей цели бизнеса. Анализ процессов на предприятии обычно включает в себя сопоставление или моделирование процессов и подпроцессов вплоть до уровня минимальной задачи. Процессы могут быть смоделированы с помощью большого количества методов и техник. Например, нотация моделирования – это метод моделирования процессов, который может использоваться для «рисования» процессов в визуализированном рабочем процессе [41, 46, 47]. В итоге все процессы являются частью унифицированного результата, который может быть описан как «создание ценности для клиентов» [46]. Эта цель может быть достигнута с применением автоматизации бизнес-процессов управления [41].

Принятая методология проектирования и разработки программного обеспечения формализована в стандартном жизненном цикле продукта, процедуре, включенной в систему качества компании, сертифицированную по стандарту ISO 9001, в соответствии с постоянными правилами для производства программного обеспечения, как общего (IEEE 730.1), так и для конкретных областей применения (CEI EN 50128). Эта методология является одновременно формальной и гибкой. Формальность вдохновляется RUP (Rational Unified Process), для реализации набора документов, необходимых для взаимоотношений между командами проектирования и разработки и другими проектными командами. Гибкость такого подхода вдохновлена гибкими методологиями (главным образом SCRUM), и он принят в основном для проектирования, разработки и модульного тестирования программного обеспечения.

Программное обеспечение производится после итеративного и поэтапного жизненного цикла с последовательными этапами проектирования, разработки, модульного тестирования, тестирования системы и выпуска. Анализ требований к программному обеспечению и разработка программного обеспечения формализованы в UML, откуда специальные инструменты позволяют генерировать код и осуществлять обратный инжиниринг.

Среды разработки IDE (Integrated Development Environment) приняты для того, чтобы гарантировать согласованность между продуктами проектирования и реализации. Программное обеспечение, разработанное Project Automation, в основном является объектно-ориентированным на всех логических уровнях (от уровня представления до уровня бизнеса) с использованием стандартных языков программирования, таких как Java, C++ и .net. Эталонные архитектуры различаются в зависимости от функциональных целей системы, которая будет внедряться, от ее операционного контекста и от типа использования, которое она будет поддерживать: от клиент-серверных архитектур для систем мониторинга в реальном времени, таким как Rich Internet Application (RIA) и Event-Driven Architecture (EDA), до системной интеграции Service-Oriented Architecture (SOA), где библиотеки сервисов разрабатываются и координируются управлением бизнес-процессами (BPM) и системой управления бизнес-правилами (BRMS), которые интегрированы через наиболее распространенную Enterprise Service Bus (ESB).

Логика разработки основана на хорошо зарекомендовавших себя лучших практиках в этой области: программное обеспечение должно быть разработано так, чтобы оно было модульным, масштабируемым, открытым и удобным для использования. Инструменты, используемые разработчиками, поддерживают этапы кодирования и модульного тестирования, другие инструменты поддерживают целостность кода даже при управлении сложными проектами разработки с большими распределенными командами.

Системный тест выполняется группами тестирования, отдельно от групп разработчиков, хотя и участвует в проекте с первых этапов жизненного цикла

программного обеспечения. Функциональные, системные, долговечные, эксплуатационные и регрессионные тесты проводятся во всех разрабатываемых системах, по возможности, на пилотных установках. Система отслеживания ошибок позволяет отслеживать и документировать каждое обнаруженное несоответствие, способствуя синергизму между командами разработчиков и группами тестирования.

Этапы управления конфигурацией завершают жизненный цикл, обеспечивая с помощью инструментов управления версиями формализацию запросов на изменение, управление несоответствиями и в целом обслуживание программного обеспечения.

Автоматизация бизнеса – это частичный или полный перевод повторяющихся (стандартных) операций и задач под контроль специализированной информационной системы, или программно-аппаратного комплекса. Как результат – высвобождение человеческих и финансовых ресурсов для повышения производительности труда и эффективности стратегического управления, уменьшение ошибок в результате «человеческого фактора» и в конечном итоге снижения издержек и повышение эффективности. Автоматизация обычно ведётся в двух направлениях [5]:

Автоматизация основных бизнес-процессов: например, управление продажами или работой с клиентами. В этом случае она проводится для непосредственного увеличения объёма продаж, количества выпускаемой продукции и повышения доходности всего бизнеса в целом.

Автоматизация поддерживающих процессов, таких как бухгалтерский учет, отчётность, делопроизводство. Напрямую на увеличение доходов такая автоматизация не влияет, но помогает сократить время и издержки на ведение рутинной работы.

Основными задачами автоматизации бизнеса являются следующие [27]:

- эффективная поддержка оперативной деятельности предприятия, организация учёта и контроля;

- подготовка любых документов для партнёров, включая накладные, счёт-фактуры, акты сверки и деловые предложения;
- быстрое получение отчётов о состоянии дел в компании за любой период времени;
- оптимизация затрат на персонал, увеличение эффективности использования рабочего времени путём освобождения сотрудников от рутинной работы;
- сведение к минимуму негативного влияния «человеческого фактора» на важнейшие бизнес-процессы;
- безопасное хранение информации;
- повышение качества обслуживания клиентов.

Автоматизация бизнес-процессов может существенно повысить качество управления в компании и качество ее продукта. Для предприятия в целом она даёт ряд существенных преимуществ [5]:

- Увеличение скорости обработки информации и решения повторяющихся задач.
- Повышение прозрачности бизнеса и его технологичности.
- Рост согласованности действий персонала и качества его работы.
- Возможность контроля больших объёмов информации.
- Автоматизация ручного труда.
- Уменьшение количества ошибок и повышение точности управления.
- Параллельное решение нескольких задач.
- Быстрое принятие решений в стереотипных ситуациях.

В результате автоматизации управления бизнес-процессами руководитель предприятия получает больше информации для анализа бизнес-процессов в виде подробных аналитических отчетов и имеет возможность качественно управлять компанией с учетом внешних и внутренних показателей.

В отечественной литературе существует некоторое количество публикаций посвящённой автоматизации и формализации процессов малого предприятия.

Диссертация Фирсова Михаила Владимировича описывает механизмы эффективного управления процессами малого предпринимательства, при этом учитывает опыт как отечественных, так и зарубежных предприятий. Автор уделяет внимание таким важным понятиям как стратегическое моделирование, модель эффективного бизнес-процесса, информационной системы поддержки. Диссертация описывает такие моменты как комплексная система оценки эффективности процессов, методические рекомендации по созданию эффективных бизнес-процессов, методические указания по совершенствованию процессов малых предприятий [29].

Малявко К. В. в своей диссертации «Управление развитием малого и среднего предпринимательства на основе информатизации бизнес-процессов» [24] уделяет внимание современному состоянию и тенденциям развития информатизации бизнеса применительно к малым и средним предприятиям. В третьей главе разработан алгоритм выбора информационной системы управления для малых и средних предприятий, предложена методика разработки типового технического задания на внедрение единой информационной системы управления предприятием, даны рекомендации, позволяющие определить экономическую эффективность проекта автоматизации, что несомненно поможет в написании главы по выгоды внедрения того или иного решения для рассматриваемого в магистерской работе малого инновационного предприятия.

Описание CRM-систем занимает видную роль. Для примера статья Евдокимовой 2017 года [12] описывает особенности проблематики автоматизации бизнес-процессов малого предприятия, применяет модель Ф. Портера для оценки стоимости в компаниях, а также уделяет внимание решениям автоматизации на основе CRM-систем. Автор указывает, что основными бизнес-процессами малого предприятия являются реклама, продажи, бухгалтерский учёт, подбор персонала и формирование предполагаемого количества товаров и услуг. К сожалению, для действительно малых предприятий этот список, на мой взгляд, не является актуальным,

поскольку для предприятий с числом сотрудников менее 10 человек процессы подбора персонала и автоматизации бухгалтерского учёта чаще всего вынесены на аутсорсинг, либо не являются настолько обременительными и затратными, чтобы было выгодно вкладывать ресурсы компании на автоматизацию данных процессов. Интересным представляется обзор готовых продуктных решений для малого предприятия с указанием области применения и возможностей интеграции.

Статья «Оценка эффективности этапов внедрения системы автоматизации бизнес-процессов предприятия» [23] подробно описывает этапы внедрения CRM-систем с расчётом показателей эффективности внедрения и экономической целесообразности. Авторы выделяют прямые и косвенные эффекты от внедрения автоматизации, также описывают предпосылки для снижения рисков при введении в деятельность компании CRM- системы.

Отдельное внимание уделено применению облачных технологий при автоматизации процессов предприятия. Данную тематику развивают Евдокимова А. Б., Ванина М. Ф. и др. [8, 13]. В.И. Лазеева в статье [20] рассматривает возможности применения SaaS-технологий на малых предприятиях. Автор правильно замечает, что в настоящее время не существует чёткого процесса раздвоения малого бизнеса по принципу принятия решений по автоматизации и принятия других ИТ решений. Лазеева подчёркивает преимущества и недостатки облачных технологий для малых предприятий, описывает возможные решения, существующие на российском рынке.

Важной также представляется описание автоматизации процессов с применением систем на базе 1С. Например, в статье «Автоматизация бизнес-процессов на платформе 1С: Предприятие» [11] описываются преимущества и недостатки платформы. Также авторы справедливо указывают на дороговизну решения для малого предприятия как в плане покупки, так и в плане поддержки данного продукта. Авторы разработали прикладное решение для небольшой фирмы, производящей дорожные и строительные работы, на базе платформы 1С версии 8.3, что позволило снизить расходы на покупку готового решения.



Такой подход представляется очень значимым для малых компаний, позволяет снизить финансовую нагрузку на предприятие без ущерба в качестве программного обеспечения, при условии качественного его выполнения.

Большое значение в процессе автоматизации имеют программы для построения бизнес-процессов. В своей статье Ильичев описывает несколько программных продуктов для автоматизированной поддержки моделирования организационных структур, среди них Business Studio, ARIS и BP-Win [16]. В процессе написания магистерской диссертации одна или несколько из этих программ могут быть полезными для писания бизнес-процессов в различных нотациях. Интересной представляется работа Матвеева А. С., Руденко А. Ю. и Прочухан В.В. в которой разработаны полезные рекомендации по применению нотаций IDEF0 И BPMN [25].

Поскольку на предприятии, рассматриваемом в магистерской диссертации, основными процессами являются процессы сбора, обработки и хранения научной биоинформации, необходимо изучить имеющуюся литературу по данной проблеме.

В учебнике «Основы научных исследований» представлены основные понятия о научной информации и проведении научных исследований. Автор описывает важность преобразования новых данных: «Исследователю надлежит изменить исходную структуру полученной сырой информации: отбросить второстепенное, выявить существенное, сгруппировать данные, преобразовать их, представить их так, чтобы они заговорили, выдали ранее не известное» [17].

Авторы учебника основ научной информации [26] делят научную информацию на первичную и вторичную. Такое деление является отправной точкой при организации сбора информации. Это связано с выбором источника её получения, поэтому необходимо обратить особое внимание на достоинства и недостатки первичной и вторичной информации. Вторичная информация, по сравнению с первичной, собирается достаточно легко и быстро, при этом финансовые и временные затраты незначительны.

Процесс обработки информации включает в себя следующие этапы: сбор, фиксация, хранение и классификация первичной научной информации.

А. Б. Пономарев выделяет следующие формы регистрации информации:

- оформление новой информации на специальных бланках, анкетах, статистических карточках, образующих в результате тематическую картотеку;
- записи различного характера, в том числе наблюдения, записанные в лабораторных журналах, выписки из протоколов заседаний кафедры и т. п.;
- графики, рисунки, схемы и другие графические материалы;
- фиксация научной информации методами фотографии;
- научные отчёты;
- расчёты, выполненные с помощью компьютерных программ;
- выписки из анализируемых литературных источников, документов (авторефераты, диссертации, статьи, книги и др.) [28].

На начальной стадии организации научного исследования представляется необходимым выбрать наиболее приемлемую систему хранения первичной документации. Это поможет облегчить пользование собранными материалами и сберечь в дальнейшем много времени. Одновременно с регистрацией собранного материала следует вести его группировку, сопоставлять, сравнивать полученные цифровые данные и т. п. При этом особую роль играет классификация, без которой невозможно научное построение или вывод. Классификация дает возможность наиболее коротким и правильным путем войти в круг рассматриваемых вопросов. Она облегчает поиск и помогает установить ранее не замеченные связи и зависимости.

Важную информацию представляет работа «Информационно-аналитическое обеспечение создания наукоёмкой продукции» [14]. Статья указывает, что процесс формирования научно-технической государственной программы создания наукоёмкой продукции (разного назначения) включает следующие основные этапы:

- разработка базы исходных данных;
- определение диапазона ассигнований, которые могут быть направлены на развитие в рассматриваемый плановый период;
- формирование вариантов развития научно-технических систем для разных уровней финансирования;
- оценка эффективности принимаемых решений;
- формирование проекта под выделенный объем ассигнований [14].

Данный подход можно употребить для создания информационной системы для автоматизации процессов сбора, обработки и хранения биоинформации предприятия.

В статье «Проблемы защиты персональных данных в информационных системах сферы науки» рассматриваются проблемы защиты персональных данных в информационных системах сферы науки [21]. Показано, что решение этих вопросов связано со значительным разрывом между развитием общества и правовым регулированием вопросов защиты персональных данных, что несомненно является важной частью любой программы, использующей персональные данные.

Данная магистерская диссертация вполне может продолжить работу Кравцовой Надежды Алексеевны «Автоматизация процессов сбора и хранения данных при проведении административного мониторинга», в которой рассмотрены такие вопросы, как реализация физической модели структуры хранения данных, обеспечивающей представление сетевой логической модели в реляционной форме, программная реализация алгоритмов автоматического синтеза (генерации) диалоговых интерфейсов ввода данных и алгоритмов регистрации значений показателей [19].

В статье Богдана А.В., Зазерина А.И. и Орлова А.Т. [7] описывается система регистрации данных научных экспериментов от компании National Instruments, которая предусматривает возможности тонкой настройки, модификации алгоритмов обработки, расширения функциональности программы в соответствии с применяемым оборудованием (включение новых

разработанных датчиков в базу данных, их калибровка, добавление необходимых функций анализа). Данная система может быть рассмотрена в диссертации, как один из вариантов автоматизации. В работе «Разработка универсальной системы сбора данных с функциями управления на основе аналогово-цифрового преобразователя» описано программное обеспечение, позволяющее выполнять сбор данных с датчиков и последующее их представление в цифровом и графическом виде. При этом возможности программы включают:

- Сбор и обработку данных с датчиков;
- Систематизация данных;
- Экспорт данных в программы Excel и GNU Octave;
- Сохранение данных с последующим конвертированием в Excel, GNU Octave;
- Графическое представление результатов в реальном времени при работе с устройством [18].

Интересная концепция представлена в работе «Особенности автоматизации работы в лаборатории с помощью лабораторной информационной системы (ЛИС)». Описана составная часть Медицинской Информационной Системы, рассмотрены возможности и особенности лабораторной информационной системы, а также аспекты, которые необходимо учитывать при внедрении такой системы в учреждении [10].

В магистерской диссертации, несомненно, будут использоваться принципы и методики, описанные в классических книгах и учебных пособиях, таких как Database Concepts [42] для понимания процессов сбора информации с применением классических баз данных, учебника по визуализации многомерных данных [15].

## **Глава 2. Анализ предметной области и формирование требований к системе**

### **2.1. Техничко-экономическая характеристика объекта автоматизации**

Компания «Kaligia» (Калигия) – инновационный биотехнологический стартап, осуществляющий разработку медицинского устройства направленного на определение уровня глюкозы крови *in-vivo* (без использования крови). Общество создано решением учредителя № 1 от 1 декабря 2015 г.

Миссия компании: «Разработка нового поколения биосенсоров, чтобы забота о здоровье стала неотъемлемой и лёгкой частью ежедневной рутины».

Девиз «Мы разрабатываем удивительные биосенсоры».

Видение компании: Разработка высококлассного оборудования при помощи технологий спектроскопии.

Компания начала исследования в январе 2016 года.

В настоящее время компания имеет нескольких прямых конкурентов занимающихся разработкой похожих устройств:

1. Компания Apple (США) заявляла о своём намерении создать портативный прибор для измерения уровня сахара в крови, в августе 2018 года появился патент на изобретение [31].
2. Компания на базе Массачусетского технологического университета (США) занимается разработкой данной проблемы с 1990 года, но в настоящий момент не имеет даже прототипа.
3. Учёные из университета Миссури разработали прототип устройства для анализа глюкозы в крови [44].

Предполагаемыми клиентами будут клиники и больницы, занимающиеся лечением диабета, хосписы и дома престарелых. Также компания предполагает выпустить линейку средств для домашнего использования.

Главным партнёром и соучредителем компании является глава фармацевтического концерна «Belcher», который также является основным

финансовым гарантом. Компания старается привлечь инвесторов, проводя рекламные кампании в госпиталях и больницах, а также в сети интернет.

Компания использует линейную организационную структуру, где каждый элемент низшего уровня подчинён лишь одному элементу высшего уровня. Линейная структура чётко функционирует при решении задач с выполнением повторяющихся операций, но трудно приспособливается к новым целям и задачам. Линейная структура управления широко используется мелкими и средними фирмами. В настоящий момент штат компании насчитывает 8 человек, так что линейная структура управления представляется рациональной. Формально в компании отсутствует бухгалтерский отдел, отдел материально-технического снабжения и отдел по работе с сотрудниками и заработнойной, данные услуги оказываются компании на договорной основе по мере необходимости.

Организационная структура предприятия представлена на рисунке 1.



*Рис. 1. Организационная структура предприятия.*

Исполнительный директор (ИД) – глава компании – занимается изысканием средств, непосредственным руководством, определяет стратегии развития, генерирует и приводит в жизнь новые идеи. ИД руководит научным отделом и отделом информационных технологий (ИТ). Научный отдел представлен 4-мя людьми, двое из которых принадлежат техническому подразделу. В составе технического отдела: инженер-исследователь (также

тестировщик аппаратуры) и электронщик (совмещающий должность системного администратора). Отдел ИТ представлен 2-мя программистами и тестировщиком программного обеспечения.

### *2.1.1. Состояние и стратегия развития информационных технологий*

В рамках существующей информационной системы выполняются следующие процессы:

- Настройка оборудования;
- Запуск эксперимента;
- Запись о параметрах тестов;
- Анализ полученных данных.
- На предприятии применяются:
  - Microsoft Windows 10,
  - Microsoft Office 2013,
  - Программа сбора данных Ocean Optics,
  - Программа сбора и анализа данных MATLAB 2015R,
  - Антивирусная система NOD32.

Сбор информации происходит посредством запуска программы MATLAB 2015R с использованием драйвера управления оборудованием Omni Driver 4.0., хранение данных осуществляется на локальном компьютере в виде текстовых файлов, дополнительная информация хранится в виде записей, сделанных вручную в журнале учёта экспериментов, обмен информацией между сотрудниками осуществляется с помощью электронной почты на базе Google, резервное копирование данных осуществляется на специально выделенный жёсткий диск и дублируется в облаке данных на базе Google Drive. Доступ к ним не регулируется.

Доля бюджета на ИТ в рамках бюджета компании составляет 80% с учётом заработной платы сотрудников.

## **2.2. Анализ существующей организации информационных процессов**

### *2.2.1. Описание существующей организации информационных процессов*

Уровень зрелости автоматизации процессов исследования биоинформации к началу работы можно определить как повторяемый, но интуитивный. Одинаковые задачи решаются разными людьми сходными методами. Однако отсутствуют формальные процедуры и распределение ответственности. Весьма высока зависимость от отдельных сотрудников, что повышает вероятность ошибок.

Поскольку руководство компании поставило своей целью оптимизировать основные процессы работы исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови, необходимо, для начала, определить и проанализировать текущую ситуацию, найти и осмыслить узкие и проблемные места, что приведёт к логичному обоснованию требуемых перемен в процессах и информационной системе.

Для определения текущей ситуации рассмотрим основные процессы исследования биоинформации до начала работ по автоматизации. Представим основные данные процессы при помощи диаграммы IDEF0. В таком случае система представляется как совокупность взаимодействующих работ или функций. Такая чисто функциональная ориентация является принципиальной – функции системы анализируются независимо от объектов, которыми они оперируют. Это позволяет более чётко смоделировать логику и взаимодействие процессов при проведении исследования [40].

Основная операция процесса исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека на предприятии – это операция проведения теста. Рассмотрим данный процесс для представления его в виде контекстной диаграммы методологии IDEF0. В качестве исходных данных используется научная задача – указывается стрелкой входа. Результат – научные данные – изображён с помощью стрелки выхода, исполнитель данной технологической операции – сотрудник компании, оборудование и скрипт



MATLAB. Правила, которыми руководствуется данная работа – устав компании, должностные инструкции, стандарт отрасли OCT FDA 21 CFR 862-892 и стандарт HIPAA – изображены с помощью стрелок управления. Контекстная диаграмма данного процесса представлена на рисунке 2.

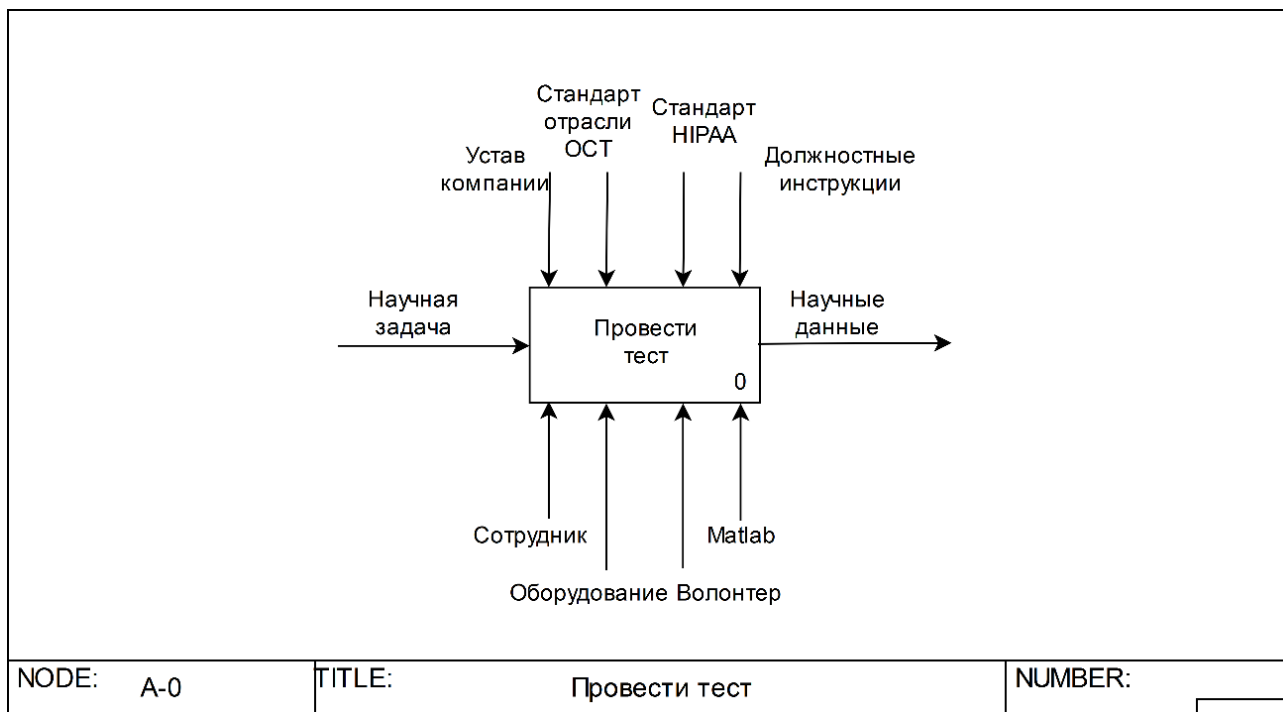


Рис. 2. Контекстная диаграмма операции «Провести тест».

На рисунке 3 представлена декомпозиция процесса проведения теста. Главными технологическими операциями являются сбор биоинформации, запуск теста в программе MATLAB и обработка данных. В качестве исходных данных используется научная задача – изображена с помощью стрелки входа. Результат – научные данные – изображён с помощью стрелки выхода, исполнитель данной технологической операции – сотрудник технического отдела изображён с помощью стрелок механизмов. Правила, которыми руководствуется данная работа – устав компании, должностные инструкции, стандарт отрасли OCT, стандарт HIPAA – изображены с помощью стрелок управления.

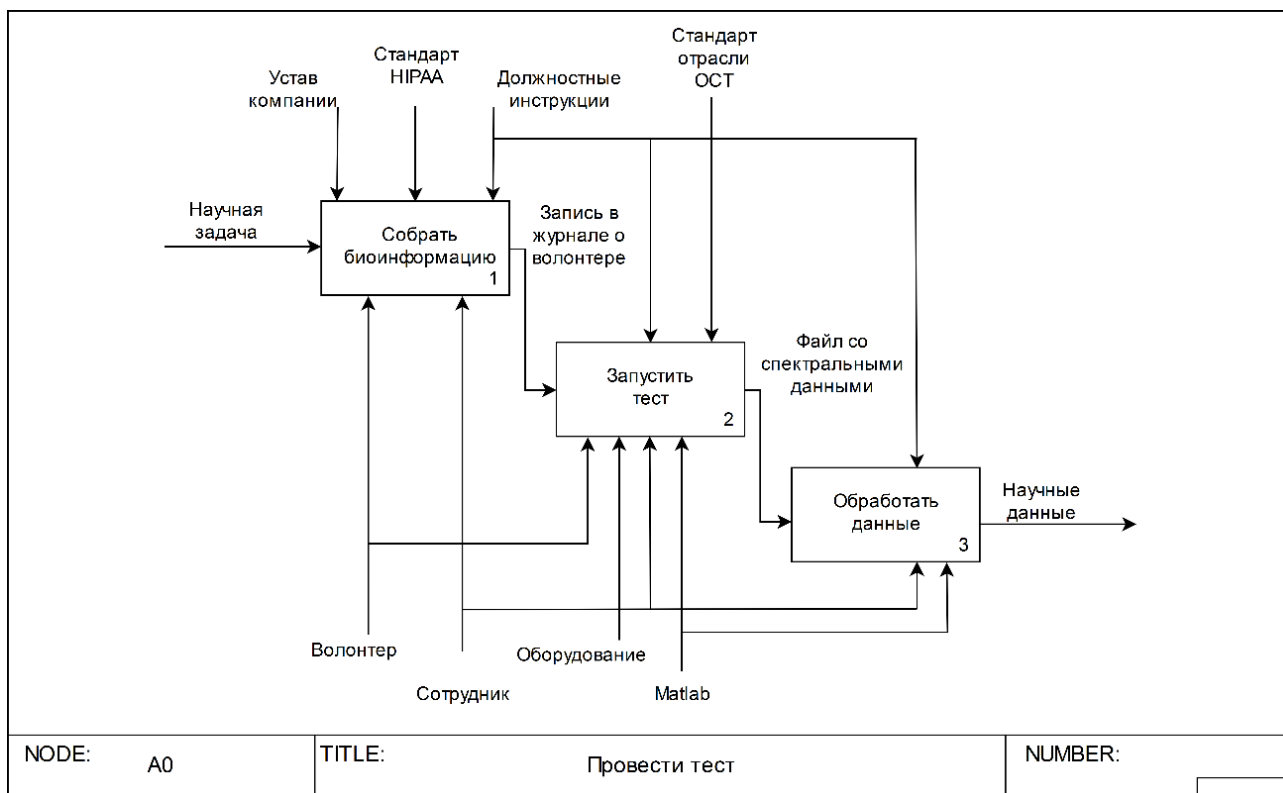


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции, соответствующая операции «Провести тест».

Рассмотрим диаграммы декомпозиции операции «Собрать биоинформацию» (рис.4). Главными технологическими операциями являются подготовка опросника, опрос волонтера и занесение информации в журнал учёта. Следует уточнить, что на данном этапе все операции производятся вручную, без применения компьютерных средств.

Декомпозиция операции «Запустить тест» изображена на рисунке 5. Главные операции – перенос информации, полученной на предыдущем этапе в файл, заполнение информации об оборудовании, запуск сбора спектральных данных.

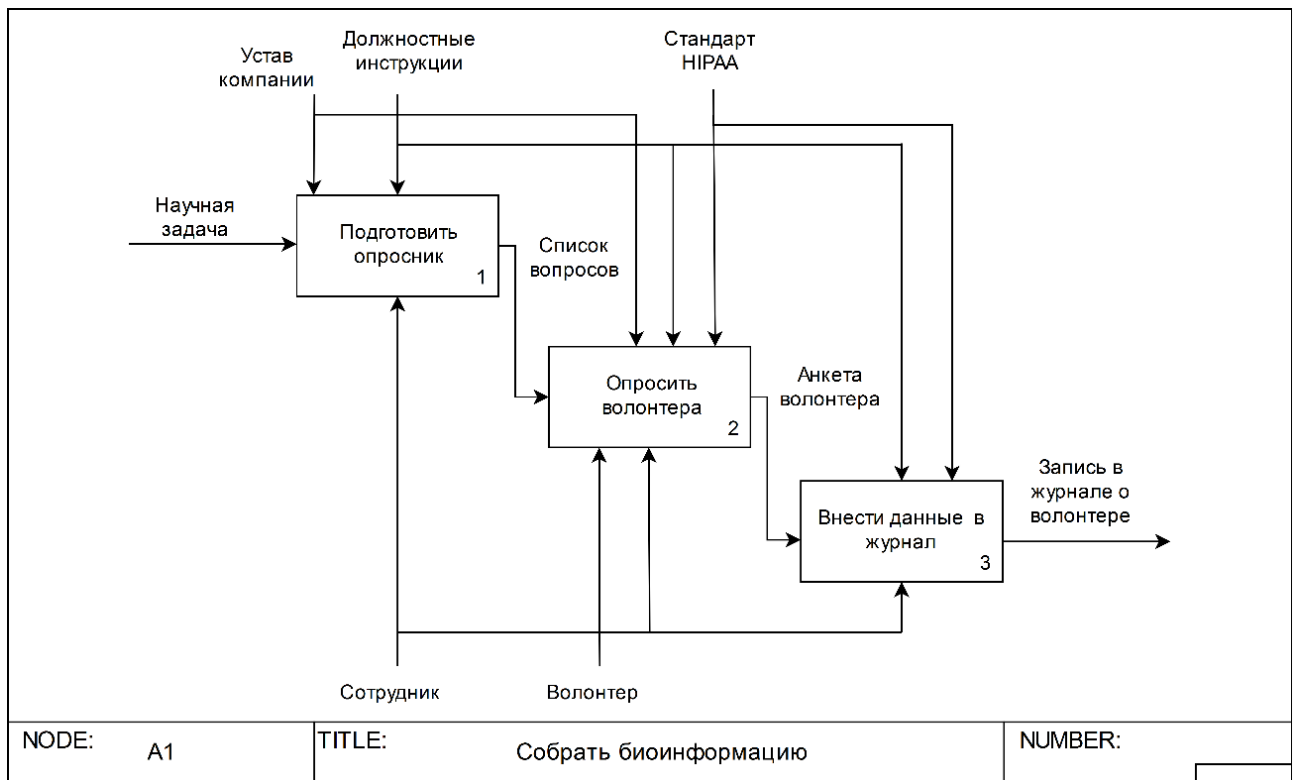


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции, соответствующая операции «Собрать биоинформацию».

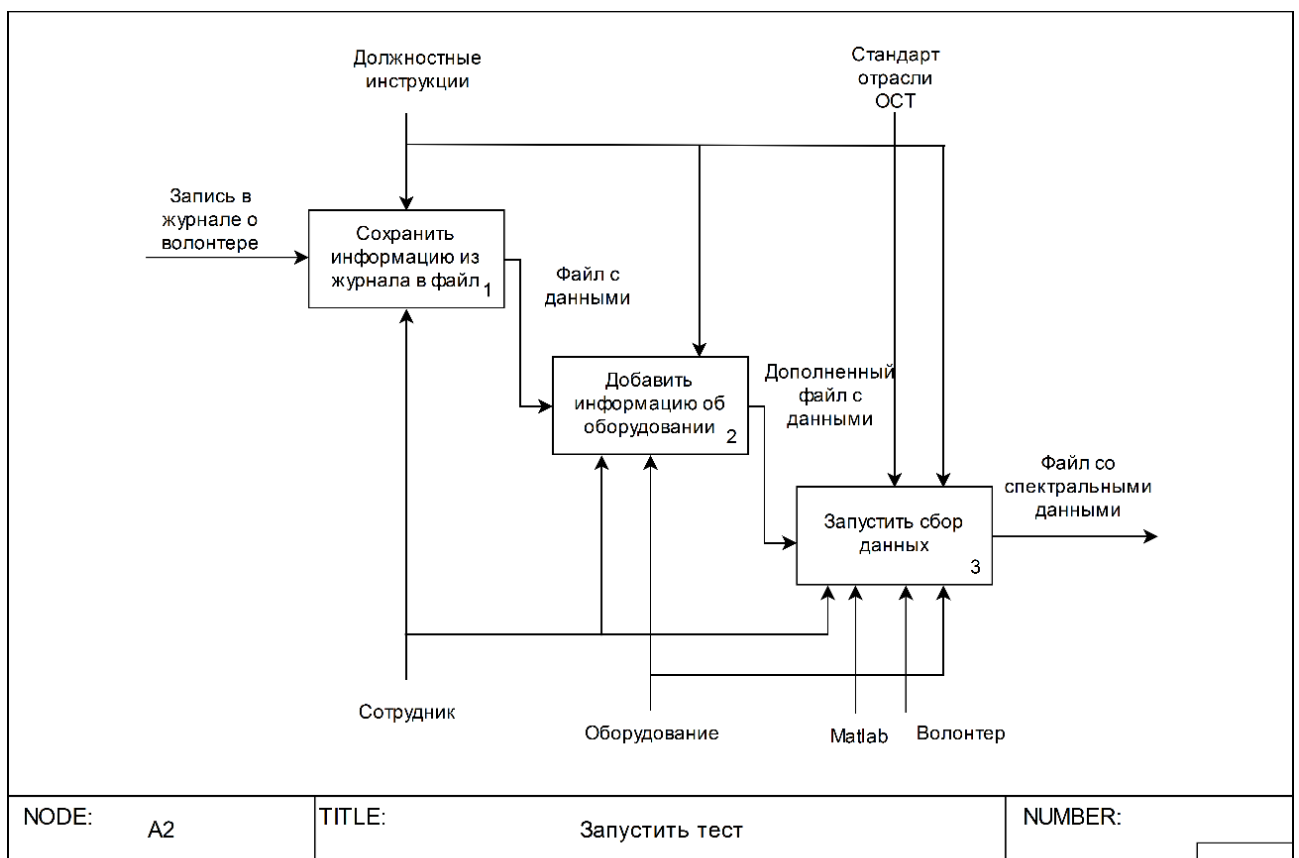


Рис. 5. Диаграмма декомпозиции, соответствующая операции «Запустить тест».

Рисунок 6 описывает диаграмму декомпозиция операции «Обработать данные». Главными операциями являются загрузка данных, преобразование данных и вычисление.

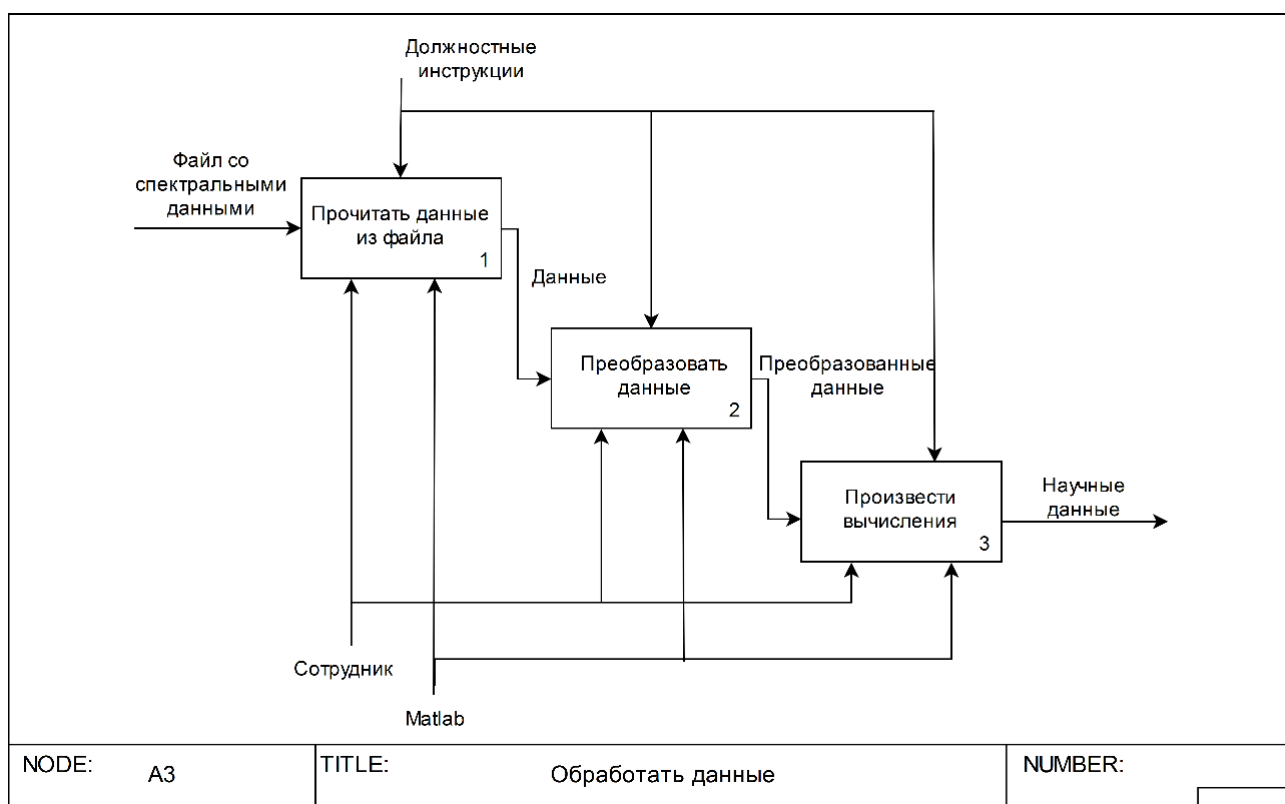


Рис. 6. Диаграмма декомпозиции, соответствующая операции «Обработать данные».

### 2.2.2. Недостатки существующей организации информационных процессов

Рассмотрим существующие проблемы в текущем процессе исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека получаемых в компании.

Проблема 1 заключается в неэффективности процесса получения научных данных с применением приложения написанного на MATLAB. Приложение MATLAB построено на языке сценариев MATLAB. Обычное использование приложения включает использование окна команд в качестве интерактивной математической оболочки или выполнение текстовых файлов, содержащих код MATLAB. Данный язык не является широко распространённым, поэтому поиск специалистов значительно затруднён. Можно выделить следующие узкие места:

Узкое место 1:

Неэффективный процесс получения биоинформации с применением технологии MATLAB, что приводит к следующим недостаткам:

1. Сложность обучения новых сотрудников;
2. Сложность в поддержке программного обеспечения;
3. Сложность в подборе подходящих кандидатов при увеличении штата компании;
4. Невозможность создания веб-приложения на базе MATLAB;
5. Сложность хранения данных, полученных при помощи данного программного обеспечения (ПО).

Проблема 2 заключается в сложности поиска информации при текущем способе хранения данных. Сложность согласования экспериментальных данных, хранящихся на компьютере и на бумажном носителе.

Узкое место 2:

Сложность оперативного поиска информации, что приводит к следующим недостаткам:

1. Длительное время на поиск информации;
2. Необходимость использования бумажных носителей;
3. Невозможность установить исполнителя экспериментов;
4. Сложность обучения нового персонала;
5. Практическая невозможность отыскания нужной информации при наличии более 1000 файлов;
6. Сложность анализа данных;
7. Высокий риск ошибок;
8. Затрата большого количества дискового пространства.

Проблемой 3 является многоступенчатость в процессах, когда необходимо выполнить процесс сбора биоинформации, и только по истечении некоторого времени, необходимого для переноса информации с бумажного носителя, возможно осуществить её анализ.

Узкое место 3 – многоступенчатость, которая приводит к следующим недостаткам:

1. Увеличение времени обработки данных;
2. Возможность появления критических ошибок;
3. Временные и ресурсные затраты.

### *2.2.3. Формирование предложений по автоматизации бизнес-процессов*

Для устранения указанных в пункте 2.2.2. недостатков мною выработаны следующие предложения:

1. Автоматизировать процесс исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека при помощи клиент-серверного приложения на языке Python с использованием веб-интерфейса. Python поддерживает структурное, объектно-ориентированное, функциональное, императивное и аспектно-ориентированное программирование. На 2019 год Python является одним из самых популярных языков программирования [44].
2. Усовершенствовать способ хранения научной информации при помощи создания базы данных для хранения научных данных и сопутствующей информации с использованием СУБД PostgreSQL.
3. Минимизировать временные затраты при помощи оптимизации процесса исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека с модификацией и упрощением процесса обработки данных без дополнительных операций.

Также один из предложенных мною вариантов, а именно создание системы на базе National Instruments [4], был категорически отклонён руководством компании, поскольку применение данной технологии требует специфических знаний как от пользователей, так и от разработчиков информационной системы. В дальнейшем в работе будет использовано и описано исключительно приложение на базе Python, как более перспективное и одобренное руководством предприятия.

Представим новую контекстную диаграмму процесса с учётом предложений по автоматизации и оптимизации (рис.7).

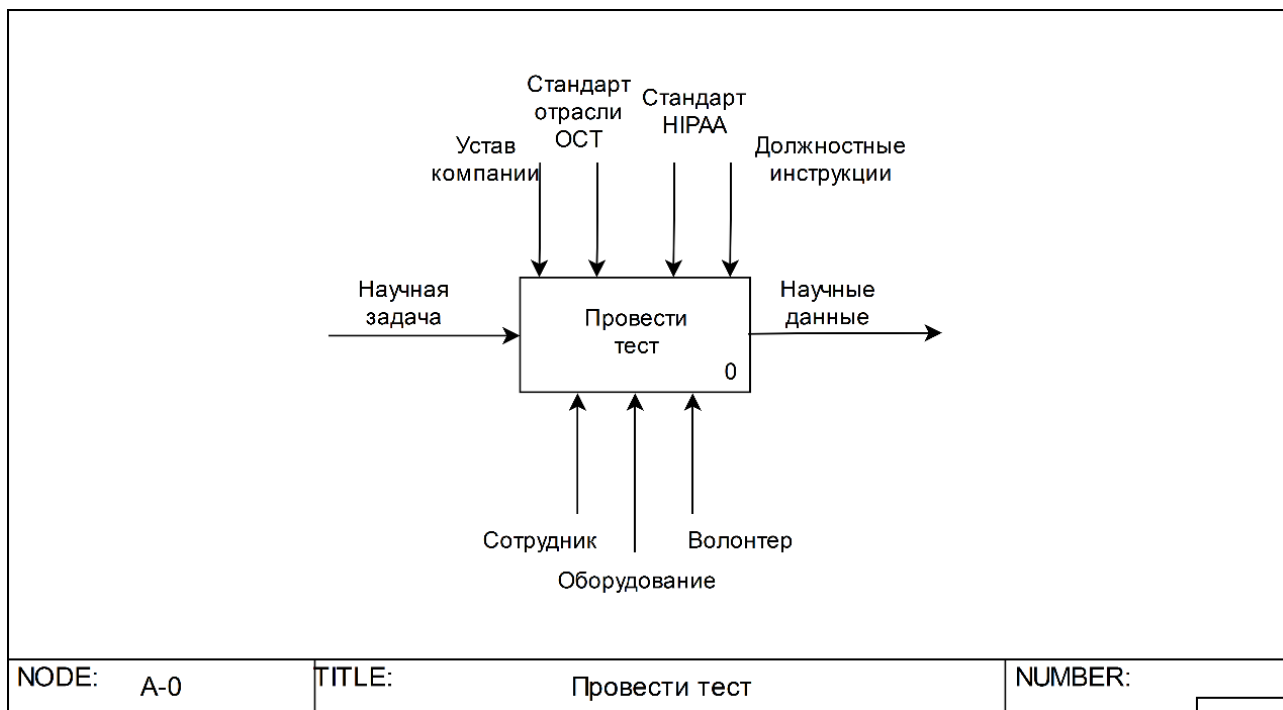


Рис. 7. Контекстная диаграмма, соответствующая процессу исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека с учётом предложений по автоматизации.

На рисунке 8 представлена декомпозиция процесса исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека с учётом предложений по автоматизации.

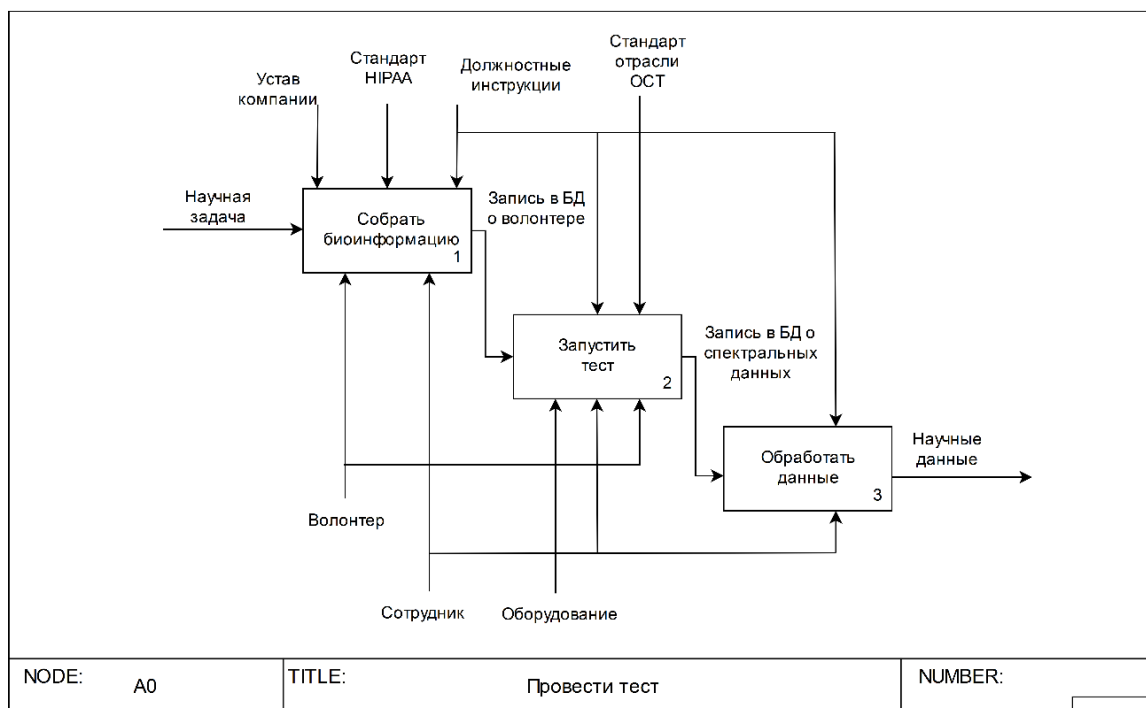


Рис.8. Диаграмма декомпозиции, соответствующая процессу «Провести тест» с учётом предложений по автоматизации.

Опишем технологические операции «Собрать биоинформацию» и «Запустить тест» и «Обработать данные» при помощи диаграмм декомпозиции (рис. 9 – 11).

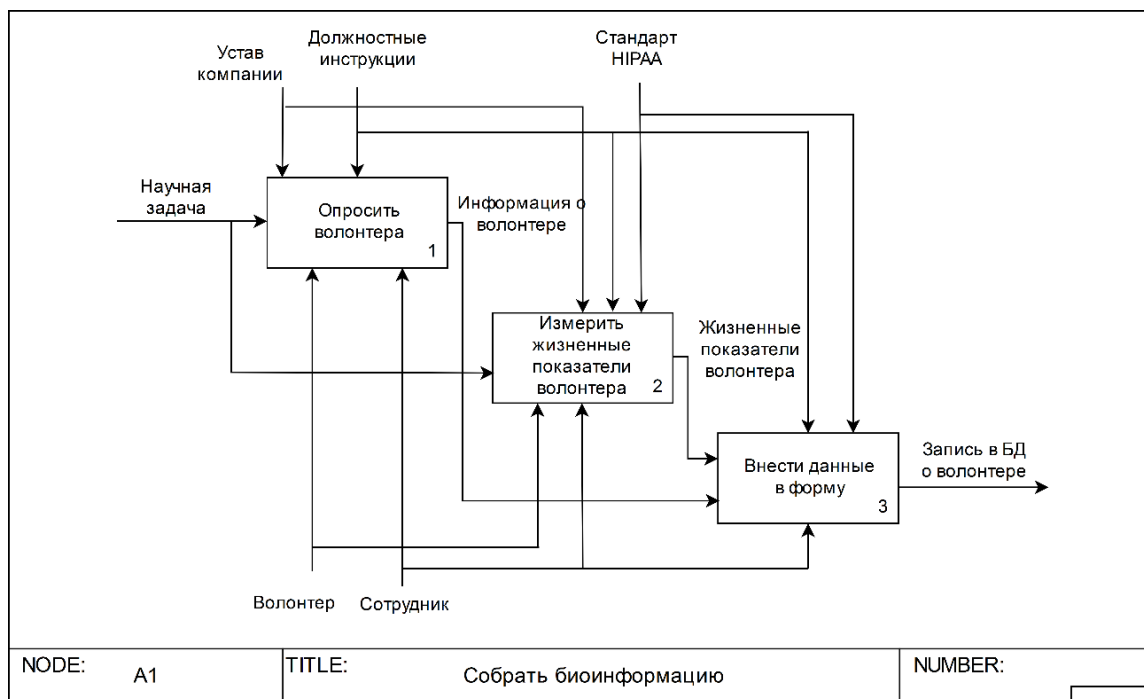


Рис.9. Диаграмма декомпозиции, соответствующая операции «Собрать биоинформацию» с учётом предложений по автоматизации.



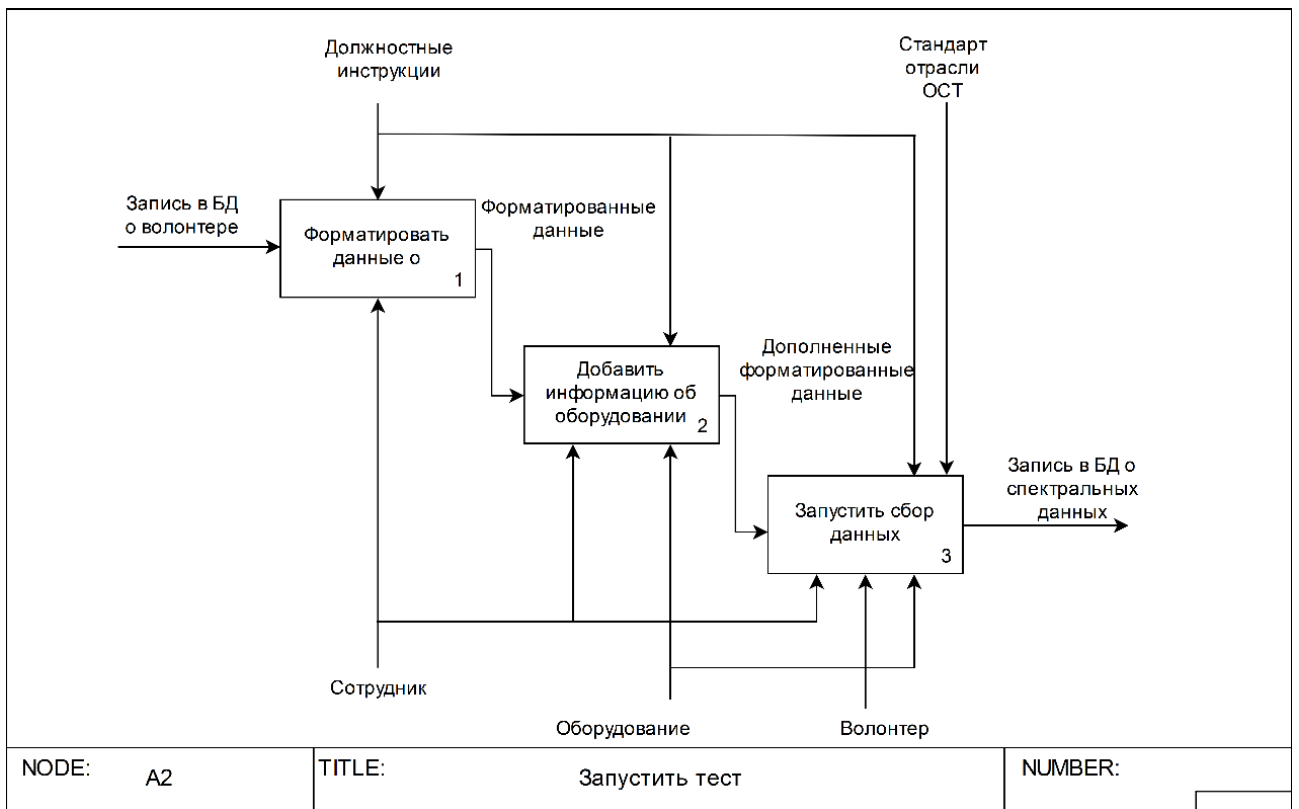


Рис.10. Диаграмма декомпозиции, соответствующая операции «Запустить тест» с учётом предложений по автоматизации.

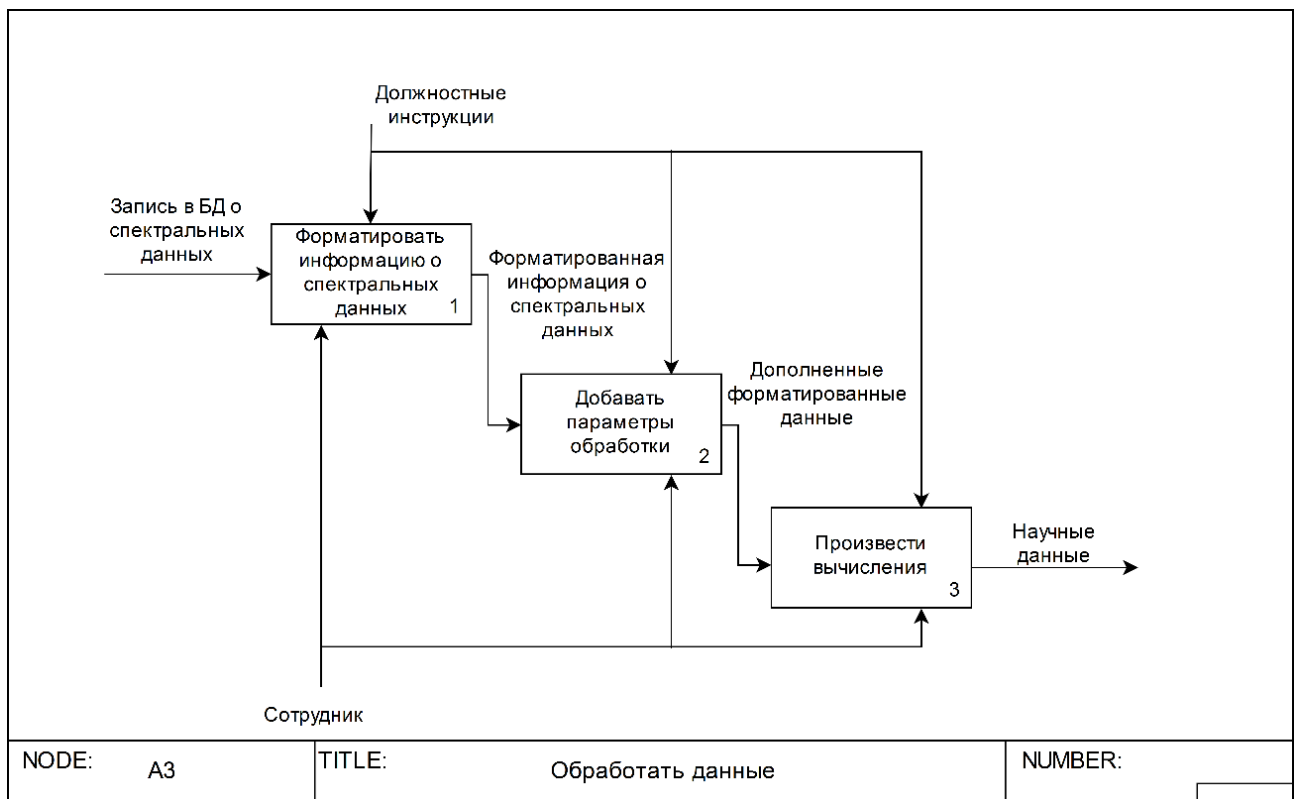


Рис.11. Диаграмма декомпозиции, соответствующая операции «Обработать данные» с учётом предложений по автоматизации.

## **2.3. Постановка задачи автоматизации**

### *2.3.1. Цели и задачи проекта автоматизации*

Целью разработки ИС является повышение эффективности исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека и качества поиска, контроля и учёта данных при проведении экспериментов с участием волонтеров.

Назначение ИС – автоматизация процесса исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека.

Основными задачами автоматизации данного действия являются:

- 1) Повышение уровня автоматизации при проведении тестов на исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека и сопутствующей информации в том числе:
  - а. Добавление информации о новых волонтерах;
  - б. Автоматическое создание анкет волонтеров;
  - в. Заполнение жизненных показателей волонтера;
  - г. Автоматическое сохранение параметров тестов и данных;
  - д. Запуск теста;
  - е. Запуск обработки данных;
  - ж. Просмотр графической информации после обработки данных.
- 2) Снижение трудоёмкости, повышение оперативности и согласованности процесса исследования;
- 3) Стандартизация процесса исследования биоинформации с прекращением использования бумажного документооборота по результатам;
- 4) Совершенствование коммуникации между техническим, научным персоналом и руководством компании;
- 5) Автоматизация обработки данных.

### *2.3.2. Формирование требований к информационной системе*

Этап формирования требований является одним из первых и одним из важнейших этапов в процессе создания ИС. Согласно исследованию,

проведённому IBM в области ИТ, 60% времени, потраченного организациями по разработке программного обеспечения, является результатом неэффективного подхода к управлению требованиями. В организациях, которые не имеют достаточных возможностей для анализа, вероятность того, что проекты потерпят неудачу в три раза выше, чем их успешного разрешения. При правильной идентификации и управлении требованиями, перерасход проекта может быть уменьшен на 20% за счёт уменьшения количества неточных, неполных и пропущенных требований [9, 40, 43]. Стоимость разработки и её качество во многом зависят от того, насколько хорошо и всесторонне определены требования и насколько основательно принимаются фундаментальные решения, определяющие процесс проектирования.

Как правило выделяют три уровня требований. На первом из них представлены бизнес-требования. Пример бизнес-требования: «система должна сократить время на сбор данных в три раза».

Следующий уровень – это уровень требований пользователя. Пользовательские требования часто плохо структурированы, дублированы, противоречивы. Для создания системы необходим третий уровень требований – уровень формализации. Третий уровень является функциональным.

Существуют различные интерпретации понятия «системные требования». К. Вигерс [9] формулирует этот термин как «требования к продукту высокого уровня, которые содержат много подсистем». В этом случае под системой понимается программное, аппаратное или человеко-машинное оборудование. Существует также различие между системными требованиями, как обобщенной концепцией, и требованиями к программному обеспечению, как к отдельным наборам системных требований, предназначенных исключительно для компоновки системного программного обеспечения.

Разработка спецификаций в процессе проектирования систем значительно улучшились с появлением в середине 1980-х годов CASE-средств. Напротив, качество получения требований при проектировании системы совершенно не улучшилось. Понимание требований пользователя является обязательным в

качестве одного из основных условий для построения систем, которые действительно могут удовлетворить пользователей. В этой статье обсуждаются методы получения требований с точки зрения получения продукта, ориентированного на пользователя.

Рассмотрим основные методы получения пользовательских требований.

### 1. Индивидуальные интервью / встречи.

Интервью и встречи широко используются для сбора требований. Индивидуальные интервью требуют некоторого планирования и подготовки перед интервью и документирования результатов после. Задание различных типов вопросов, например, открытого, последующего или пробного, может помочь выяснить системные требования пользователя / заинтересованной стороны.

Преимущества: можно получить полезную информацию, при этом пользователи/заинтересованные стороны не чувствуют себя неловко в отсутствия знаний в определенных областях. Некоторые пользователи чаще высказывают свое мнение на личных встречах, чем на больших открытых форумах.

Недостатки: Получение требований может быть очень медленным, как индивидуально, так и при необходимости опросить ряд пользователей / сторон.

### 2. Групповые интервью / встречи

Присутствует больше пользователей / заинтересованных лиц, но в остальном аналогично пункту 1 выше. Групповые собеседования могут быть более продуктивными, если собеседники находятся на аналогичном уровне или из одного и того же подразделения в отделе.

Преимущества: можно получить больше информации / требований быстрее, чем при индивидуальных интервью.

Недостатки: требует большей подготовки перед собеседованием.

### 3. Семинары

Семинары могут включать 6-10 или более пользователей / заинтересованных лиц, работающих вместе для определения требований.

Семинары, как правило, имеют определенную продолжительность, и, возможно, потребуется повторное проведение, чтобы уточнить или получить более подробную информацию.

Преимущества: быстрее, чем групповые интервью для получения требований, особенно для сбора общих или общесистемных требований.

Недостатки: требуется больше подготовки. Для проведения или проведения семинаров требуется больше навыков, и, возможно, дополнительный ИТ-специалист, который будет записывать детали / требования.

#### 4. Инструменты сбора требований, например, шаблоны Axia RFI / RFP

Содержит большие списки потенциальных требований, из которых пользователи / заинтересованные стороны могут выбирать свои требования. Шаблоны Axia RFI / RFP разбиты на модули и секции, чтобы пользователи могли сосредоточиться только на тех требованиях, которые к ним относятся. И поскольку они находятся в MS Excell, их легко добавлять, удалять или изменять.

Преимущества: очень быстрый метод определения и документирования требований. Может использоваться самостоятельно или в сочетании с другими методами.

Недостатки: некоторые пользователи могут счесть обширные списки слишком подробными или могут испытать желание определить больше требований, чем им действительно нужно.

#### 5. Мозговой штурм

Мозговой штурм может проводиться как индивидуально, так и в группах. Собранные идеи могут быть затем проанализированы и, при необходимости, включены в системные требования. Идеи могут исходить из того, что увидели пользователи / заинтересованные стороны (например, на выставках программного обеспечения) или из чего-то другого (например, до того, как они присоединились к существующей организации).

Преимущества: могут быть предложены очень инновационные идеи и требования. Это может быть эффективным способом для пользователей / заинтересованных сторон определить свои требования.

Недостатки: люди не могут легко обдумывать идеи, когда это требуется.

#### 6. Техничко-экономическое обоснование

Техничко-экономические обоснования или другие недавние исследования существующих систем и возможность их замены могут предоставить подробные сведения о требованиях к структуре.

Преимущества: последние, документированные, поэтому можно легко перенести соответствующие детали в спецификацию требований.

Недостатки: вероятно, не слишком подробные, и, следовательно, могут быть недостаточными для «подробных» требований пользователя.

#### 7. Текущая системная документация

У вас может быть документация о вашей текущей системе, которая может предоставить некоторые данные для новых системных требований. Такая документация (если она существует) может включать сведения об интерфейсе, руководства пользователя и руководства поставщика программного обеспечения.

Преимущества: может быть много информации и легко перенести в новый документ о системных требованиях.

Недостатки: существующая документация часто может быть устаревшей. Системы, интерфейсы, процессы и отчеты могли измениться до неузнаваемости. Необходимо соблюдать осторожность, так как она может не отражать то, что вам нужно от новой системы.

#### 8. Анкетирование

Анкеты могут быть полезны для получения сведений об ограниченных системных требованиях от пользователей / заинтересованных сторон, которые имеют незначительный вклад или географически удалены. Дизайн вопросника (будь то в автономном режиме или через Интернет) и типы вопросов важны и могут повлиять на ответы, поэтому необходима осторожность.

Преимущества: возможно опросить несколько сотен пользователей по низкой цене. Хорошо для получения информации от пользователей, которые находятся на большом расстоянии. В результате приходят письменные ответы, с которыми легче работать и анализировать, а также экономить время при наборе текста.

Недостатки: сложность и низкая скорость создания опросников. Вы можете не получить ответ, так как заполнение анкет часто является низким приоритетом для многих людей.

## 9. Варианты использования

Варианты использования включают «истории», которые описывают, как работают определенные процессы, например, кто может что-то делать внутри процесса. Они описывают систему с точки зрения пользователя. Системные требования собираются путем проработки ряда процессов / вариантов использования.

Преимущества: Некоторым пользователям проще описать, что они делают, и какие процессы они проходят, чем указывать требования.

Недостатки: процессы все еще должны быть проанализированы и задокументированы в требованиях. Если основное внимание уделяется существующим процессам, информация может быть не столь релевантной, поскольку процессы часто меняются с внедрением новой системы.

## 10. Наблюдение

Наблюдение, слежка за пользователями или даже выполнение части их работы может предоставить информацию о существующих процессах.

Преимущества: полезно, если пользователь не может четко объяснить, что он делает, или свои требования к новой системе. Можно увидеть идеи для улучшения процессов или удаления ненужных действий из новой системы.

Недостатки: относительно медленный, сосредоточен на существующих процессах, а не на новых системных процессах.

## 11. Прототипирование

Прототипирование включает сбор требований и использование их для создания прототипа. Это позволяет пользователям увидеть потенциальное решение и лучше понять, что им нужно. Затем пользователи добавляют или изменяют свои требования, при этом прототип дорабатывается итеративно, пока требования не будут подтверждены.

Преимущества: хорошо подходит для изучения того, как может работать конкретное требование к функции программного обеспечения, или для разработки уникальной / сделанной на заказ программы. Прототип может идентифицировать проблемы с требованиями и может улучшить качество требований и, следовательно, окончательное решение. Более актуален для окончательного детального выбора программного обеспечения при сравнении двух упакованных решений от поставщиков программного обеспечения.

Недостатки: менее полезен для определения начальных требований к пакетной программной системе. На начальном этапе определения требований может быть задействовано до 10 или 20 потенциальных программных систем, и их прототипирование практически невозможно. Прототипирование не очень подходит для больших приложений. Плюс это может быть достаточно дорогой метод для определения требований.

## 12. JRD (Совместная разработка требований)

Аналогично семинарам, за исключением того, что пользователи / заинтересованные стороны остаются до тех пор, пока требования не будут определены, задокументированы и согласованы.

Преимущества: потенциально полезно, когда требования в значительной степени задокументированы и требуют разрешения конкретных областей, а затем согласования.

Недостатки: не очень полезны в начале сбора требований, когда пользователи не знают всех своих требований и могут нуждаться в дополнительных семинарах / совещаниях.



### *2.3.3. Идентификация точек зрения.*

Любое программное обеспечение обычно имеет разные типы конечных пользователей. Лица, участвующие в формировании требований, выражают свои интересы в требованиях к системе. Разные точки зрения на проблему позволяют взглянуть на нее с разных сторон. Тем не менее, эти взгляды не являются полностью независимыми и обычно пересекаются, и, следовательно, могут служить основой для общих требований. Например, в процессе формирования требований для разрабатываемой системы участвуют следующие лица:

- Инженеры по проектированию прибора;
- Технический персонал по сбору данных;
- Волонтеры;
- Менеджмент;
- Персонал по анализу данных;
- Пользователи;
- Администраторы.

Сила анализа, сфокусированного на различных вспомогательных точках зрения, заключается в том, что он признает многие точки зрения и обеспечивает основу для выявления противоречий в требованиях, предложенных различными лицами. Эти точки зрения взаимодействуют с системой, получают от нее сервисы и генерируют данные и управляющие сигналы. На основе этого подхода был разработан метод VORD (Определение требований, ориентированных на точку зрения) для формирования и анализа требований. Покажем использование данного метода для анализа требований к разрабатываемой системе.

Система имеет специальное программное обеспечение для управления аппаратными средствами и сбора информации со специальных приборов как, то спектрометры, термометры, измерители давления, датчики давления и т. д. Технический персонал вводит данные о волонтерах в систему и запускает

аппаратную часть. Волонтёры отвечают на вопросы и описывают свои ощущения в процессе анализа и т. д.

Первым шагом в создании требований является определение точек зрения поддержки. Можно выделить очень перспективный метод для определения требований, особенно для малого предприятия метод «мозгового штурма», когда определяются системы, лица и/или организации, как-либо взаимодействующие с системой. Обычно организуется встреча участников, участвующих в формировании требований, которые предлагают свою точку зрения. Эти точки зрения представлены в форме диаграммы, состоящей из серии круглых областей, представляющих возможные точки зрения.

Во время мозгового штурма необходимо определить:

- потенциальные ориентиры,
- системные сервисы,
- входы,
- контрольные события,
- исключительные ситуации.

Источниками информации, которые могут быть использованы при первоначальном взгляде на систему, могут служить документы, описывающие назначение системы, инженеры-программисты, технические специалисты, проводящие анализ. Можно провести опрос руководителей, сотрудников, волонтеров, инженеров и клиентов.

Мозговой штурм — это оперативный метод решения проблемы формирования требований, при котором участникам встречи предлагается высказать как можно больше решений, включая самые нетривиальные. Затем наиболее успешные идеи, которые можно использовать на практике, выбираются из общего числа высказанных идей. Следующий этап формирования требований - идентификация опорных точек зрения (на рис. 12 показаны в виде темных круговых областей) и сервисов (показаны в виде затенённых областей).

В компании был проведён семинар с применением методов мозговой атаки с участием как менеджмента, так и сотрудников компании непосредственно участвующих в проведении экспериментов.

В ходе мозгового штурма было приведено более 50 идей, часть которых была отвергнута на более поздних этапах интервьюирования, отбора и оценки идей. Выделим следующие требования, которые будут учитываться при проектировании:

- Создание выполняемых процедур (параметров теста);
- Возможность просмотра созданных процедур (параметров теста);
- Поиск волонтёров в БД;
- Создание профиля волонтёра при его отсутствии;
- Сбор первичной информации о волонтёре и сохранение её в БД, выполняется на основе входных данных (рост, вес, дата рождения, пол);
- Сбор вторичной информации о волонтёре и сохранение её в БД, выполняется на основе входных данных (давление крови, температура, пульс, уровень кислорода крови, уровень глюкозы крови, тон кожи, увлажнённость кожи);
- Запуск теста;
- Просмотр графической информации после теста;
- Создание профилей пользователя с возможностью определения прав пользователя;
- Возможность поиска и добавления нового оборудования;
- Цветовое оформление, соответствующее цветам логотипа компании;
- СУБД с низкой стоимостью.

Система предназначена для сбора информации о проходящем процедуру волонтёре и записи статичной (рост, вес, дата рождения, пол), вторичной (давление крови, температура, пульс, уровень кислорода крови, уровень глюкозы крови, тон кожи, увлажнённость) и спектральной (длина волны, интенсивность) информации.

Идентифицируем опорные точки зрения и представим их в виде диаграммы идентификации точек зрения (рис. 12).

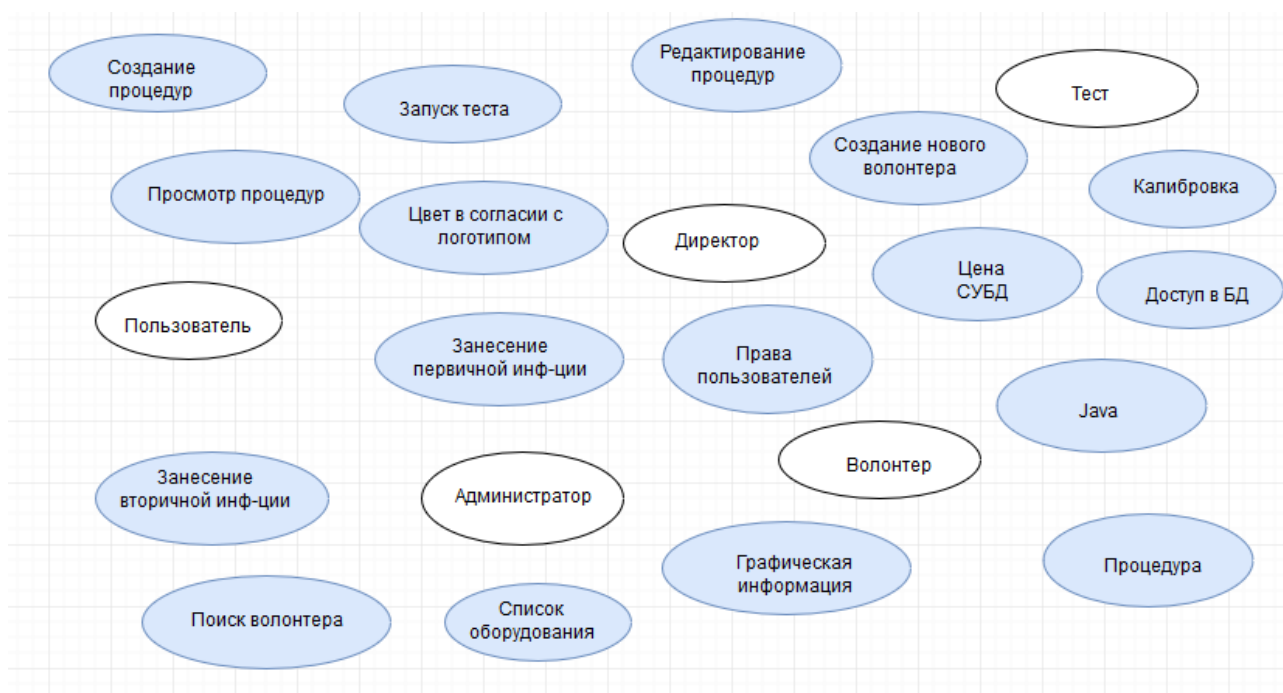


Рис. 12. Диаграмма идентификации точек зрения.

#### 2.3.4. Функциональные требования

Поскольку система является довольно простой, а коллектив небольшим свободное описание функциональных требований является оптимальным. Применим данный подход для формирования функциональных требований, исходя из вариантов, выявленных при проведении собрания с руководством и сотрудниками компании.

ИС должна обладать следующими функциями:

1. Поиск оборудования, занесённого в БД. Функция выполняется по мере необходимости.
2. Добавление оборудования, с занесением в БД - выполняется на основе входных данных (название, тип, серийный номер, производитель). В результате выполнения функции обновляется серверная база данных. Функция выполняется по мере необходимости.
3. Выбор оборудования. Функция выполняется при каждом запуске теста.

4. Поиск волонтеров, занесенных в БД. Функция выполняется по мере необходимости.
5. Сбор первичной информации о волонтере и сохранение её в БД - выполняется на основе входных данных (имя, рост, дата рождения, пол). Функция выполняется по мере необходимости.
6. Выбор волонтера. Функция выполняется при каждом запуске теста.
7. Сбор вторичной информации о волонтере и сохранение её в БД, выполняется на основе входных данных (давление крови, температура, пульс, уровень кислорода крови, уровень глюкозы крови, тон кожи, вес). В результате выполнения функции обновляется серверная база данных. Функция выполняется при каждом запуске теста.
8. Поиск параметров теста, занесенных в БД. Функция выполняется по мере необходимости.
9. Добавление параметров теста, с занесением в БД - выполняется на основе входных данных (название, длительность, мощность лазера, количество сегментов). В результате выполнения функции обновляется серверная база данных. Функция выполняется по мере необходимости.
10. Выбор параметров теста. Функция выполняется при каждом запуске теста.
11. Запуск теста. В результате выполнения функции обновляется серверная база данных. Функция выполняется при каждом запуске теста.
12. Обработка данных после теста. В результате выполнения функции обновляется серверная база данных. Функция выполняется при каждом запуске теста.

Применим диаграмму вариантов использования (рис.13) для упрощения понимания.

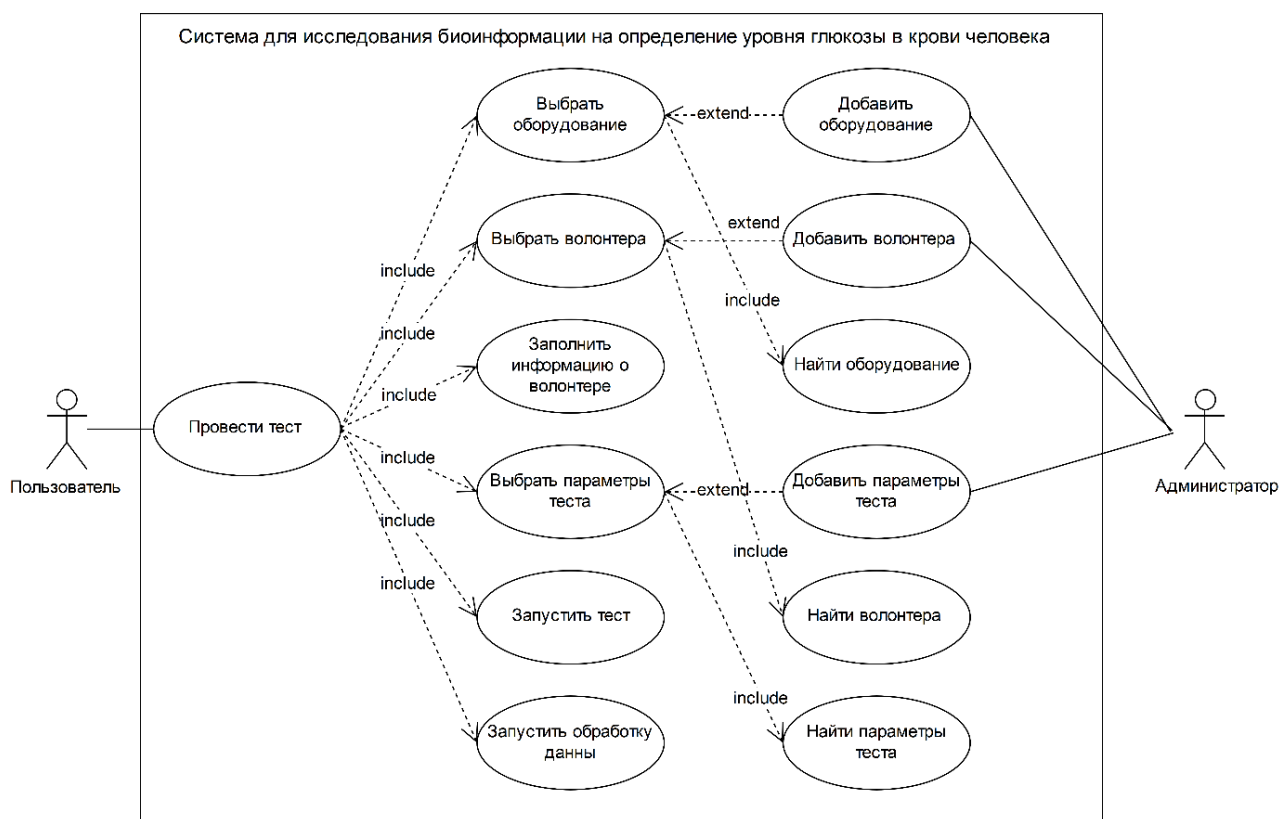


Рис. 13. Диаграмма вариантов использования системы для исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека.

### 2.3.5. Нефункциональные требования

#### Информационные требования

Информационные требования – это спецификации информационных потребностей. Они обычно собираются для запроса информации или для разработки информационной системы, процесса или документа. Ниже приведены типичные примеры информационных требований.

Источник информации – спецификация того, как информация будет получена. В моем случае информация получается посредством непосредственного опроса участника эксперимента и сбора информации с приборов.

Формат данных – спецификации формата, такие как стандартный формат даты для года рождения волонтера, как правильно указать пол, формат биоинформации как температура, частота сердечных сокращений (пульс), указание фамилии или имени, формат информации о давлении и т. д.

Преобразование – преобразования, которые будут применяться к такой информации, для примера бизнес-правила для отображения статуса учетной записи волонтера или сотрудника предприятия.

Подсчеты/формулы – расчеты, такие как формула для преобразования сигнала и его обработки.

Своевременность – требования, основанные на времени, такие как требование, чтобы поле обновлялось сразу после введения информации о волонтере.

Структура – информационные структуры, такие как категории, теги, иерархии и шаблоны документов.

Управление – элементы управления, такие как аутентификация и авторизация, необходимые для просмотра информации.

Информационная безопасность – требования к защите информации от несанкционированного доступа, удаления, изменения или нарушения.

Целостность – спецификации для качества информации, такие как правила проверки.

Достоверность - спецификации, касающиеся достоверности информации, представляют собой список надежных источников для данных.

Доступность – доступность источника информации, например целевого времени безотказной работы, для инструмента управления знаниями составляет 99,9%.

Завершенность – объем, глубина и охват информации. Например, требование, чтобы описания параметров теста включали полный список инструментов, время сбора и т. д.

Актуальность - например требование о том, чтобы при поиске волонтера мужского пола не выдавалась информация о волонтерах женского пола, и наоборот.

Юзабилити - требования к пользовательским интерфейсам для доступа к информации. Например, требование, чтобы информация о волонтере

отображалась в плотном формате, чтобы ее можно было использовать без прокрутки или навигации по нескольким страницам.

Читабельность - требования к удобочитаемости в таких областях, как размер изображения, размер шрифта, грамматика, орфография и стиль письма.

Приложение будет построено на основе клиент-серверной архитектуры. Функционал комплекса задач реализован с использованием набора технологий для веб разработки: Python, HTML/CSS, JavaScript, Flask, СУБД - PostgreSQL. Доступ к приложению будет осуществляться при помощи веб браузера.

Основной причиной выбора языка Python является его богатый функционал, раскрываемый во множестве фреймворков, автоматизирующих разработку стандартных решений (Flask один из них), высокая популярность, а также тот факт, что множество уже написанных в компании научных функций контроля используемого оборудования и обработки данных были реализованы с использованием данного языка до начала проектирования ИС.

PostgreSQL – это объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД). PostgreSQL – это свободное и полностью открытое программное обеспечение, что послужило ключевым моментом для выбора СУБД.

Сильные стороны PostgreSQL:

- высокопроизводительные и надежные механизмы транзакций и репликации;
- расширяемая система встроенных языков программирования; поддержка загрузки C-совместимых модулей;
- наследование;
- легкая расширяемость.

Технические средства, обеспечивающие хранение информации, должны использовать современные технологии, позволяющие обеспечить повышенную надёжность хранения данных и оперативную замену.



### *Системные требования*

При проектировании и разработке системы необходимо максимально эффективным образом использовать ранее закупленное программное обеспечение, как серверное, так и клиентское.

Используемое при разработке программное обеспечение и библиотеки программных кодов должны иметь широкое распространение, быть общедоступными и использоваться в промышленных масштабах.

Информационная система рассчитана на функционирование в следующей программной среде:

- Операционная система: системные программные средства, используемые программой, должны быть представлены лицензионной локализованной версией операционной системы Windows 10 (64 bit). Поддерживаемые операционные системы Windows 7 (архитектуры x86 и x64). Windows 8 (архитектуры x86 и x64), Windows 10 (архитектуры x86 и x64). Windows Server 2008 R2 SP1 (архитектура x64), Windows Server 2012 (архитектура x64);
- СУБД: PostgreSQL;
- Flask Web-сервер.

### *Требования к надёжности*

Первым шагом в процессе проектирования надёжности является определение требуемой надёжности, для которой должно быть разработано оборудование / система. Существенными элементами спецификации надёжности являются:

- количественное изложение требований надёжности.
- полное описание среды, в которой оборудование / система будет храниться, транспортироваться, эксплуатироваться и обслуживаться.
- четкое определение того, что является отказом.
- описание процедуры испытания с критериями принятия / отклонения, которая будет использоваться для демонстрации указанной надёжности.

Чтобы иметь смысл, требование надежности должно быть определено количественно. Существует четыре основных способа определения требований к надежности:

1. «Средняя жизнь» или среднее время между отказами. Это определение полезно для систем с длительным сроком службы.

2. Вероятность безотказности за указанный период времени. Это определение полезно для определения надежности, когда требуется высокая надежность в течение периода работы, но среднее время до отказа после периода работы имеет мало тактических последствий, за исключением того, что оно влияет на доступность.

3. Как вероятность успеха, независимо от времени. Это определение полезно для определения надежности одноразовых устройств. Оно также указывается для циклических элементов, таких как надежность запуска.

4. Как «частота отказов» за указанный период времени. Это определение полезно для определения надежности деталей, узлов и узлов, средний срок службы которых слишком велик, чтобы быть значимым, или чья надежность в течение интересующего периода времени приближается к единице.

В настоящей работе мы будем применять способ 1 - «средняя жизнь» или среднее время между отказами по согласованию с заказчиком.

Требование надежности может быть указано любым из двух способов:

1. В качестве номинальной или расчетной стоимости, которой клиент в среднем будет доволен;

2. В качестве минимально приемлемого значения, ниже которого клиент сочтет систему совершенно неприемлемой и не может допускаться в эксплуатационной среде значение, основанное на эксплуатационных требованиях.

Клиент определил, что минимальное время работы между отказами - 240 часов. Требования к надежности обеспечиваются использованием отказоустойчивых решений, реализованных в составе СУБД PostgreSQL.

Спецификация надежности должна охватывать все аспекты среды использования, которой подвергается элемент, и которая может влиять на вероятность отказа. Спецификация должна устанавливать в стандартной терминологии условия «использования», при которых предмет должен обеспечивать требуемые характеристики. «Условия использования» относятся ко всем известным условиям использования, при которых должна быть достигнута указанная надежность. Система будет эксплуатироваться не менее 8 часов в день в условиях офиса.

Время жизненно важно для количественного описания надежности. Это независимая переменная в функции надежности. Использование системы с точки зрения времени в значительной степени определяет форму выражения надежности, неотъемлемой частью которого является время. В тех случаях, когда система не предназначена для непрерывной работы, общий ожидаемый временной профиль или временные последовательности работы должны быть определены либо в виде рабочих циклов, либо в виде диаграмм профиля. В нашем случае система работает 8 часов в день, 5 дней в неделю.

Для системы должно быть установлено четкое и однозначное определение «отказа» в отношении его важных рабочих характеристик. Недостаточно просто указать требование к надежности. Необходимо также определить тест(ы), которые будут выполнены, чтобы проверить, было ли выполнено указанное требование. По сути элемент спецификации надежности должен отвечать на следующие вопросы:

- Как оборудование / система будет испытываться (определенные условия испытаний, например, условия окружающей среды, меры испытаний, продолжительность испытаний, условия эксплуатации оборудования, критерии принятия / отклонения, требования к отчетам об испытаниях и т. д.);
- Кто будет выполнять испытания (подрядчик, заказчик, независимая организация);

- Когда будут проведены испытания (разработка, производство, эксплуатация);
- Где будут проводиться испытания.

#### *Требования к безопасности*

Все технические решения, используемые при создании системы, а также при определении требований к оборудованию, должны соответствовать действующим стандартам и нормам безопасности, пожарной безопасности и взрывозащиты, а также защите окружающей среды при эксплуатации.

#### *Требования к эргономике и технической эстетике*

Взаимодействие пользователя с системой должно осуществляться с использованием визуального графического интерфейса пользователя. Ввод и вывод данных должны осуществляться в интерактивном режиме. Интерфейс должен обеспечивать удобный доступ к основным функциям и операциям, выполняемым подсистемам.

Интерфейс должен рассчитывать на преимущество использования манипулятора «мышь», то есть система должна быть реализована с использованием кнопок.

Страницы пользовательского интерфейса должны быть разработаны с учётом требований унификации:

- страница должна быть выполнена в едином графическом дизайне, с одинаковыми базовыми элементами управления и навигацией.
- графические элементы управления, термины, используемые обозначения типичных операций, должны быть унифицированы.
- элементы интерфейса должны находиться на одном уровне и том же положении относительно страницы.

#### *Требования к программной эксплуатации*

Для эксплуатации разрабатываемой информационной системы необходимы следующие условия:

- сеть Интернет со скоростью обмена данными между конечными узлами серверного комплекса сети не менее 100 Мбит/сек;
- электропитание технических средств от сети напряжением 220В с частотой 50 Гц с глухо–заземлённой нейтралью.

Созданная система должна быть обслуживаемой и ремонт-пригодной, работы по администрированию системы и технической поддержке пользователей будут проводиться персоналом компании-заказчика.

#### *Требования к защите информации от несанкционированного доступа*

Система должна обеспечивать защиту от несанкционированного доступа.

Пользователь информационной системы - это любой сотрудник предприятия, а в будущем и любой пользователь информации системы в больницах и госпиталях, который зарегистрирован в сети в установленном порядке и прошёл идентификацию в программе, которой предоставлен доступ к информационным ресурсам сбора в соответствии с его должностными обязанностями.

Доступ к специализированным автоматизированным системам утверждается руководством компании и исполнительным директором в соответствии с должностными инструкциями, утверждёнными руководством компании.

Особой категорией пользователей ИС является руководство предприятия и пользователи со статусом «Администратор». Рабочие компьютеры этой категории пользователей подключены к ИС и серверу для хранения базы данных и должны использовать дополнительные (усиленные) меры защиты информации, чтобы предотвратить кражу информации, составляющей коммерческую тайну предприятия.

#### *2.3.6. Аттестация требований*

Проверка (аттестация) требований напрямую связана с процедурами проверки и утверждения. Общепринято считать, что требования не окончательно описаны, если для них не определены правила V&V

(верификация и валидация), то есть не определены методы верификации и утверждения. Процедуры проверки являются отправной точкой для инженеров по тестированию и специалистов по качеству, которые несут прямую ответственность за соответствие полученного программного продукта и требованиям к нему.

В процессе сертификации должны проводиться различные виды проверок документации требований:

- Техничко-экономическое обоснование;
- Валидация требований;
- Проверка согласованности;
- Полнота.

Существует ряд методов сертификации требований:

- Обзор требований;
- Прототипы;
- Генерация тестового скрипта;
- Автоматизированный анализ согласованности.

Для аттестации выдвинутых требований мною применены следующие практики:

- Обзор требований
- Прототипирование.

## **Выводы к главе 2**

1. Данная глава дает качественное понимание важности этапа сбора требований при проектировании и разработке автоматизированных систем.
2. Теоретически обосновано применение различных методов сбора требований применимых на малых предприятиях.
3. В качестве основного метода сбора требований выбран метод мозгового штурма.

4. Практически доказана эффективность мозговой атаки для сбора требований на малых предприятиях.
5. Показано, что комбинированная технология UML-IDEF может быть очень успешной при проектировании специализированных систем.

## **Глава 3. Проект автоматизированной системы сбора и анализа биоинформации**

### **3.1. Информационное обеспечение**

Уровень хранения данных в системе построен на основе СУБД PostgreSQL. Для обеспечения целостности используются встроенные механизмы СУБД.

Доступ к информации предоставляется пользователям с учётом их полномочий. Структура базы данных организована рациональным способом, исключающим единовременную полную выгрузку информации, содержащейся в базе данных системы. Технические средства, обеспечивающие хранение информации, используют современные технологии, позволяющие обеспечить повышенную надёжность хранения данных и оперативную замену оборудования (распределённая избыточная запись/считывание данных, зеркалирование, независимые дисковые массивы, кластеризация).

Для сохранения информации, размещаемой в системе, в случае нарушения работы сервера реализован механизм резервного копирования баз данных. Резервное копирование предусмотрено как в автоматическом режиме на сервере, так и в режиме резервного копирования базы непосредственно на рабочем месте администратором системы. Информационная модель комплекса задач определена в виде ER диаграммы и представлена на рисунке 14.

На рисунках 15-21 изображены экранные формы прохождения по пунктам меню. Опишем основные этапы прохождения пользователем по меню ИС.

После запуска программы открывается окно входа в систему (рис.15). При наличии активного пользователя и правильном введении логина и пароля появляется главное меню ИС, в котором находятся шесть пунктов: Выбор оборудования, Выбор волонтера, Жизненные показатели, Параметры теста, Запуск теста, Обработка результата (рис. 16-21). Кнопка «Далее» активна только при полностью заполненных полях текущего пункта меню. Кнопка



«Добавить» в пунктах меню Выбор оборудования (рис. 16), Выбор волонтера (рис. 17) и Параметры теста (рис. 19) активна только, если пользователь обладает правами администратора.

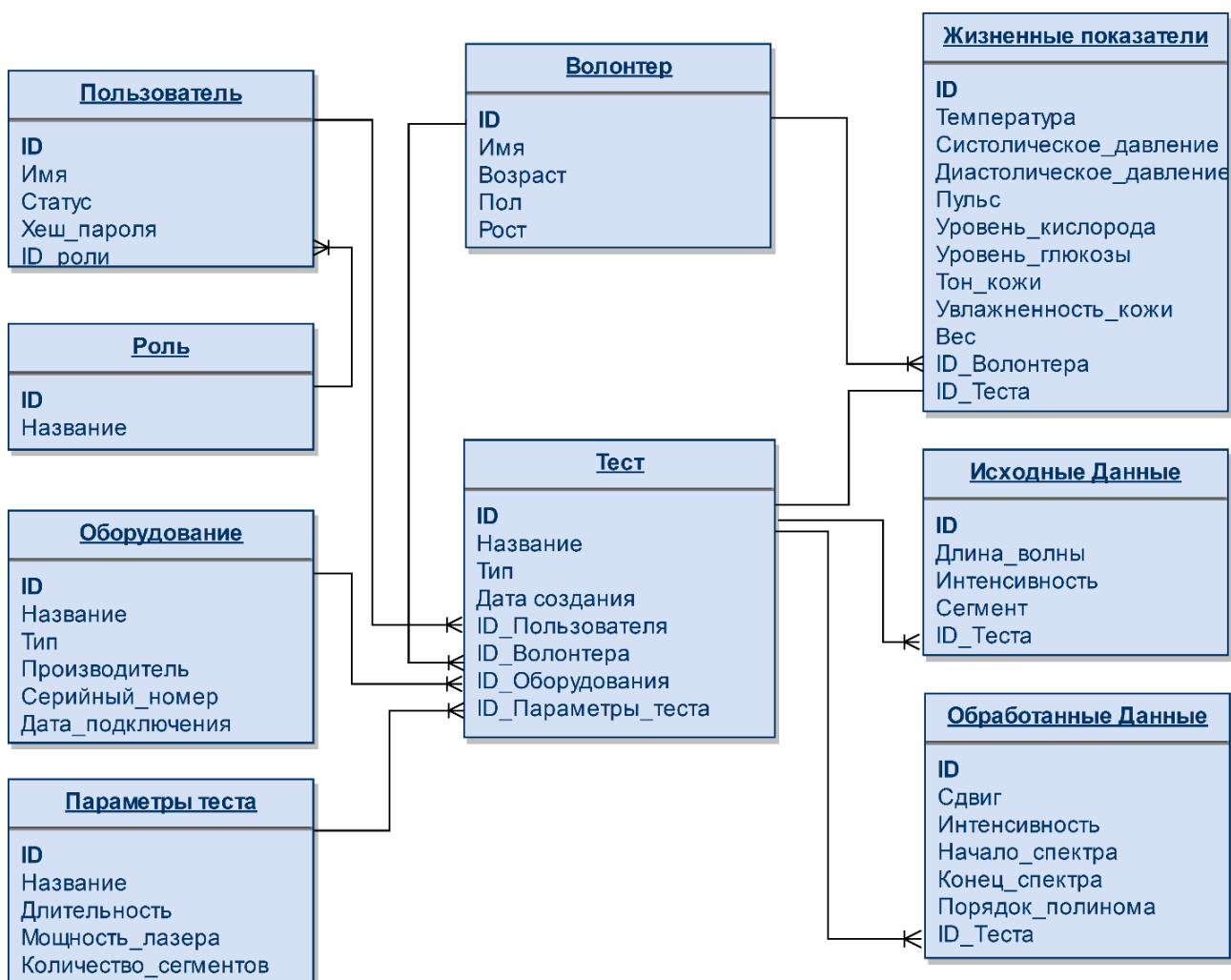


Рис.14. ER диаграмма.

Описание сущностей представлены в таблицах 2-10.

Таблица 2. Волонтер

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Имя	текстовый	128	
3	Возраст	числовой	6	
4	Пол	текстовый	6	
5	Рост	числовой	6	

Таблица 3. Жизненные показатели

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Температура	числовой	6	
3	Систолическое_давление	числовой	6	
4	Диастолическое_давление	числовой	6	
5	Пульс	числовой	6	
6	Уровень_кислорода	числовой	6	
7	Уровень_глюкозы	числовой	6	
8	Тон_кожи	числовой	6	
9	Увлажненность_кожи	числовой	6	
10	Вес	числовой	6	
11	ID_Волонтера	числовой	6	Внешний ключ
12	ID_Теста	числовой	6	Внешний ключ

Таблица 4. Пользователь

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Имя	текстовый	128	
3	Статус	текстовый	64	
4	Хеш_пароля	текстовый	128	
5	ID_роли	числовой	6	Внешний ключ

Таблица 5. Оборудование

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Название	текстовый	64	

3	Тип	текстовый	64	
4	Производитель	текстовый	64	
5	Серийный номер	текстовый	64	
6	Дата_подключения	дата		

Таблица 6. Тест

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Название	текстовый	64	
3	Тип	текстовый	64	
4	Дата создания	дата		
5	ID_Пользователя	числовой	6	Внешний ключ
6	ID_Волонтера	числовой	6	Внешний ключ
7	ID_Оборудования	числовой	6	Внешний ключ
8	ID_Параметры теста	числовой	6	Внешний ключ

Таблица 7. Исходные данные

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Длина волны	числовой	6	
3	Интенсивность	числовой	6	
4	Сегмент	числовой	6	
5	ID_Теста	числовой	6	Внешний ключ

Таблица 8. Обработанные данные

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Сдвиг	числовой	6	
3	Интенсивность	числовой	6	

4	Начало_спектра	числовой	6	
5	Конец_спектра	числовой	6	
6	Порядок_полинома	числовой	6	
7	ID_Теста	числовой	6	Внешний ключ

Таблица 9. Роль

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Название	текстовый	64	

Таблица 10. Параметры теста

№	Название атрибута	Тип	Размер	Признак первичного ключа
1	ID	числовой	6	Первичный ключ
2	Название	текстовый	64	
3	Длительность	числовой	6	
4	Мощность_лазера	числовой	6	
5	Количество_сегментов	числовой	6	

**Вход в систему**

Рис.15. Экранная форма «Вход в систему».

Выбор оборудования > Выбор волонтера > **Жизненные показатели** > Параметры теста > Запуск теста > Обработка результата

## Выбор оборудования

**Найти**

Название	Тип	Серийный номер	Производитель
<input type="text" value="Название"/>	<input type="text" value="Тип"/>	<input type="text" value="Серийный номер"/>	<input type="text" value="Производитель"/>

*Рис.16. Экранная форма «Выбор оборудования».*

Выбор оборудования > **Выбор волонтера** > Жизненные показатели > Параметры теста > Запуск теста > Обработка результата

## Выбор волонтера

**Найти**

Имя	Дата рождения	Рост	Пол
<input type="text" value="Имя"/>	<input type="text" value="Дата рождения"/>	<input type="text" value="Рост"/>	<input type="text" value="Пол"/>

*Рис.17. Экранная форма «Выбор волонтера».*

Выбор оборудования > Выбор волонтера > **Жизненные показатели** > Параметры теста > Запуск теста > Обработка результата

## Жизненные показатели

<input type="text" value="Давление нижнее"/>	<input type="text" value="Давление верхнее"/>	мм рт.ст.
<input type="text" value="Температура"/>	°C	
<input type="text" value="Пuls"/>	уд/мин	
<input type="text" value="Вес"/>	кг	
<input type="text" value="Кислород"/>	%	
<input type="text" value="Увлажненность"/>	%	
<input type="text" value="Уровень глюкозы"/>	мл/дл	
<input type="text" value="Тон кожи"/>	RGB	

*Рис.18. Экранная форма «Жизненные показатели».*

Рис.19. Экранная форма «Параметры теста».

Рис.20. Экранная форма «Запуск теста».

Рис.21. Экранная форма «Обработка результата».

### 3.2. Программное обеспечение

При автоматизации функций реализован модульный принцип построения и компоновки комплекса задач и содержит несколько взаимосвязанных модулей, которые схематично представлены на рис. 22. ИС представляет

собой комплекс задач с единой базой данных и согласованным (единообразным) интерфейсом пользователя.

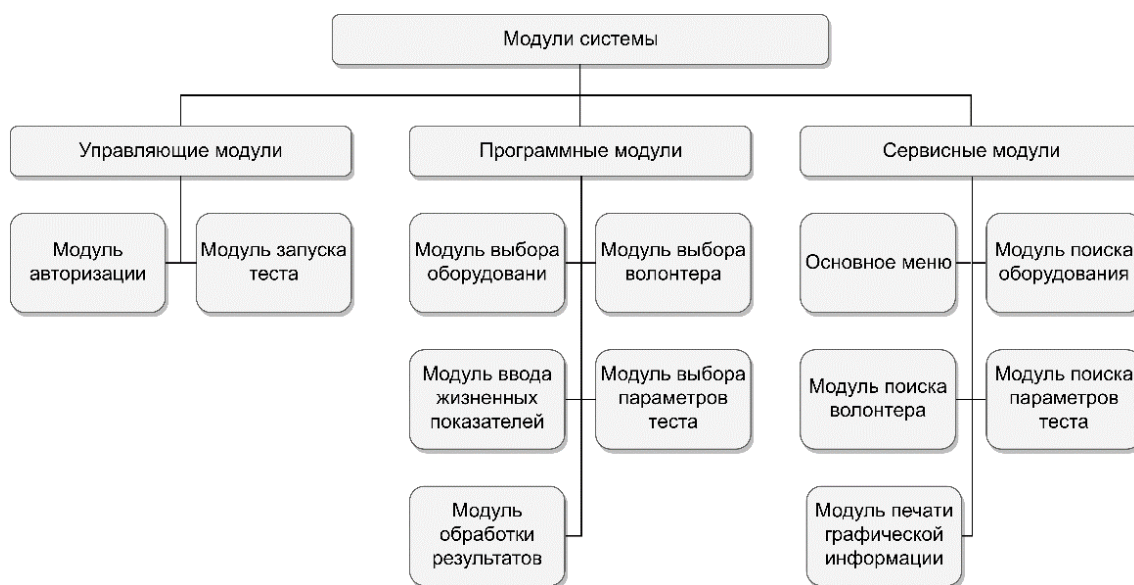


Рис. 22. Древо программных модулей.

ИС поддерживает возможность оперативного ввода первичной информации и получения актуальных отчётных данных посредством реализации удалённого доступа в рамках полномочий пользователей.

Древо меню представлено на рис. 23.

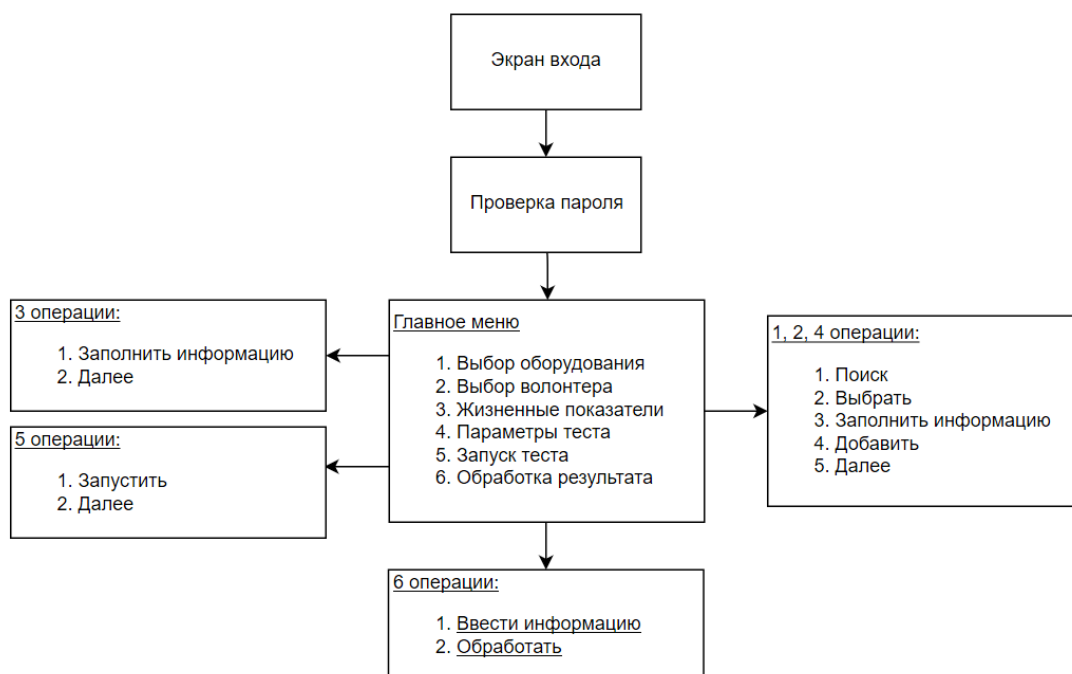


Рис. 23. Древо меню системы исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека на малом инновационном предприятии.

### **3.3. Математическое обеспечение. Модуль обработки данных**

После автоматизации информационной системы процесс обработки данных будет запускаться автоматически и не будет требовать от технического и научного персонала применить специальное программное обеспечение для модификации полученных исходных данных.

Рассмотрим модель обработки данных для данной автоматизируемой ИС.

#### *3.3.1. Научные данные*

Для корректной обработки научных данных необходимо некоторое внимание уделить математической модели собираемых и обрабатываемых данных. Рассмотрим применение специальной математической модели.

Математическая модель – это описание системы с использованием математических понятий и языка. Процесс разработки математической модели называется математическим моделированием. Математические модели используются не только в естественных науках (таких как физика, биология, науки о Земле, метеорология) и инженерных дисциплинах (например, информатика, искусственный интеллект), но и в социальных науках (таких как экономика, психология, социология, и политология); физики, инженеры, статистики, аналитики и экономисты наиболее широко используют математические модели. Модель может помочь объяснить систему и изучить влияние различных компонентов, а также сделать прогнозы о поведении.

Компания использует спектроскопию комбинационного рассеяния света для измерения уровня глюкозы. Спектр комбинационного рассеяния может быть использован для определения характеристик молекул, в том числе глюкозы, присутствующей в ткани.

Спектр комбинационного рассеяния может быть использован для определения характеристик молекул, в том числе глюкозы, присутствующей в ткани. Несмотря на слабые сигналы, было показано, что спектроскопия комбинационного рассеяния дает подробную количественную информацию о химическом составе кожи (белки и липиды) и соответствующих изменениях,



связанных с развитием рака и атеросклероза [32-35]. Поскольку спектры крови или ткани состоят из многих составляющих, извлечение количественной информации требует использования надежного метода многомерной калибровки, такого как регрессионный анализ частичных наименьших квадратов. Анализ спектров комбинационного рассеяния таким методом был успешно применен для количественных измерений глюкозы и других аналитов в сыворотке крови и образцах цельной крови [37-38].

Спектры комбинационного рассеяния биологических объектов являются очень сложными в силу гетерогенной структуры биомолекул. Интерпретация результатов, полученных из спектров комбинационного рассеяния, трудна, и чтобы сделать процесс более простым и эффективным, данные должны быть предварительно обработаны. Предварительная обработка данных улучшает отношение сигнал к шуму (SNR), а также нежелательные сигналы, как флуоресценция, рассеяние Ми, детекторный шум, ошибки калибровки, космические лучи, колебания мощности лазера.

Устройство собирает сигнал с кожи, а ИС сохраняет данные в базе данных.

Спектрометр использует детектор для сбора интенсивности света на разных длинах волн. Математическая модель – функция (уравнение 1) на интервале [845;985] нм с шагом 1 нм.

$$\text{Photon counts} = f(\text{wavelength}), \text{ где} \quad (1)$$

Photon counts – интенсивность;

wavelength – длина волны.

Визуализацию примера необработанных данных можно увидеть на рисунке 24.

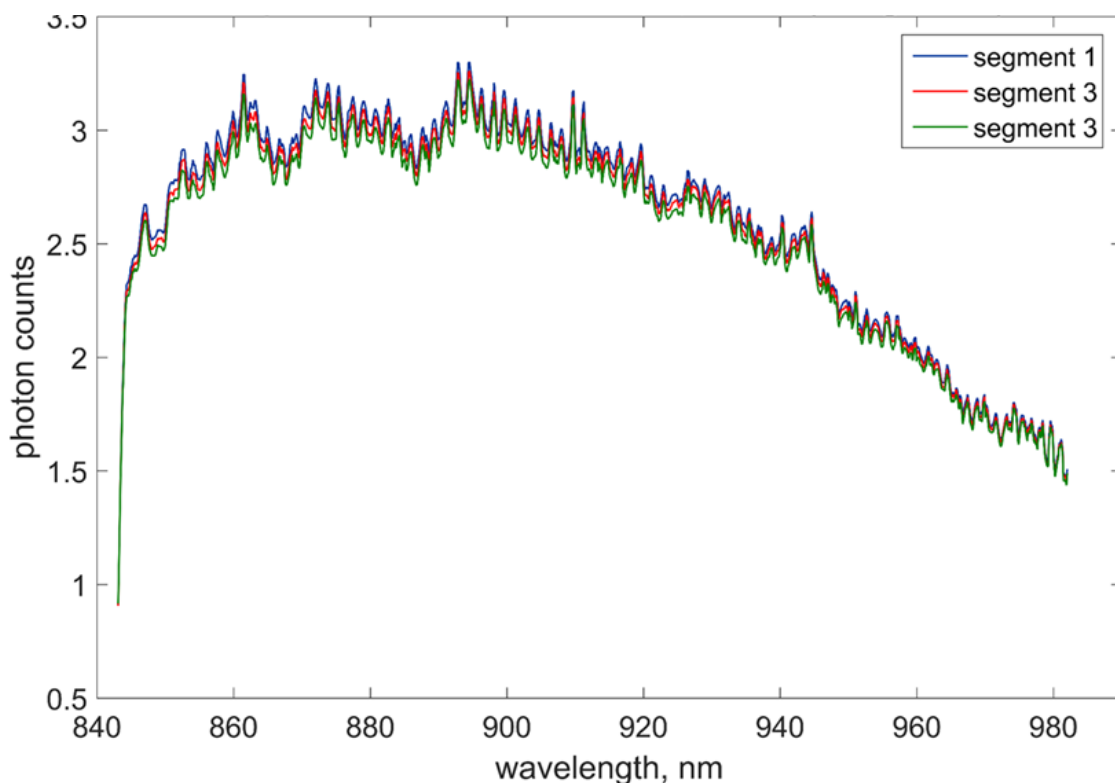


Рис. 24. Необработанные данные.

### 3.3.2. Обработка данных

Поскольку данные собираются в течение нескольких недель и различные инструменты обеспечивают различное спектральное разрешение необходимо, чтобы спектры были выровнены по общей оси перед применением любого метода предварительной обработки. Данные обрезаются между определенными длинами волн по желанию исследователя.

Калибровка системы является необходимым шагом для коррекции интенсивности, поскольку чувствительность инструментов неодинакова. Чтобы исправить это, используется стандартный спектр SRM 2246 - Стандарт коррекции относительной интенсивности для спектроскопии комбинационного рассеяния. Стандартный спектр имеет теоретическую интенсивность для каждой длины волны (уравнение 2):

$$I_{SRM}(\Delta\nu) = H \cdot e^{\left[ \frac{-\ln 2}{(\ln \rho)^2} \left( \ln \left[ \frac{(\Delta\nu - x_0)(\rho^2 - 1)}{w \cdot \rho} + 1 \right] \right)^2 \right]} + m \cdot \Delta\nu + b, \text{ где (2)}$$

$I_{SRM}$  – интенсивность теоретического спектра;

$\Delta\nu$  – волновое число,  $\text{cm}^{-1}$ ;

$H = 9.9218E-01$  – коэффициент пропорциональности;

$x_0 = 2.327E+03$  – коэффициент смещения;

$\rho = 9.6188E-01$  – коэффициент смещения;

$w = 3.0853E+03$  – коэффициент;

$m = 1.2630E-05$  – коэффициент;

$b = -2.1142E-02$  – коэффициент.

Уравнение (2) используется для определения отношения фактической чувствительности к теоретической интенсивности.

Уравнение (3) показывает преобразование длины волны и рамановский сдвиг. Сдвиги комбинационного рассеяния света обычно представлены волновыми числами, которые имеют единицы обратной длины ( $\text{см}^{-1}$ ).

$$\Delta w(\text{см}^{-1}) = \left( \frac{1}{\lambda_0(\text{нм})} - \frac{1}{\lambda_1(\text{нм})} \right) \times \frac{(10^7 \text{ нм})}{(\text{см})}, \text{ где} \quad (3)$$

$\Delta\omega$  – волновое число,  $\text{см}^{-1}$ ;

$\lambda_0$  – длина волны возбуждения, нм;

$\lambda_1$  – длина волны спектра, нм.

Спектроскопический сигнал комбинационного рассеяния по своей природе является слабым сигналом, особенно для биологических образцов, которые генерируют собственный сильный флуоресцентный сигнал. Флуоресцентный фон обычно более интенсивный, чем у рамановских пиков. Чтобы извлечь информацию из спектров кожи, необходимо удалить флуоресценцию. Для этой цели применяют полиномиальную кривую не ниже 4-го порядка для вычитания спектрального фона и удаления флуоресценции. Уравнение 4 представляет полином 5-го порядка.

$$y = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f, \text{ где} \quad (4)$$

$y$  – интенсивность;

$a, b, c, d, e, f$  – коэффициенты.

В дополнение ко всему все сегменты при анализе данных усредняются по формуле (5) для повышения показателя сигнала к шуму.

$$y_{\text{final}} = (y_1 + y_2 + \dots + y_n) / n, \text{ где} \quad (5)$$

$y$  – интенсивность;

$n$  – количество сегментов.

Данные после обработки визуализированы на рисунке 24.

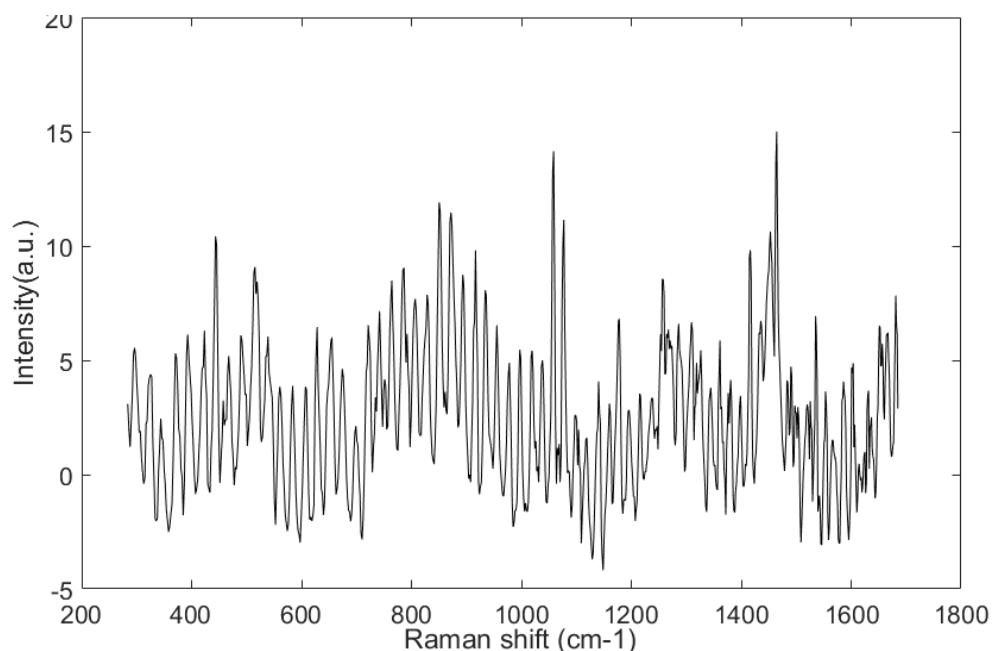


Рис. 25. Обработанные данные.

### 3.4. Техническое обеспечение

#### 3.4.1. Структура системы, перечень подсистем

Система представляет собой клиент-серверную многофункциональную систему. Система включает в себя следующие основные подсистемы:

- Web-приложение;
- СУБД;
- Драйвер управления оборудованием Omni Driver.

Аппаратное обеспечение обеспечивает функционирование:

- базы данных;
- работу интерфейса пользователя;
- взаимодействие и контроль функциональной части системы.

Вся информация, используемая в рамках функционирования системы, хранится в БД в структурированном виде.

Диаграмма развёртывания представлена на рис. 26.

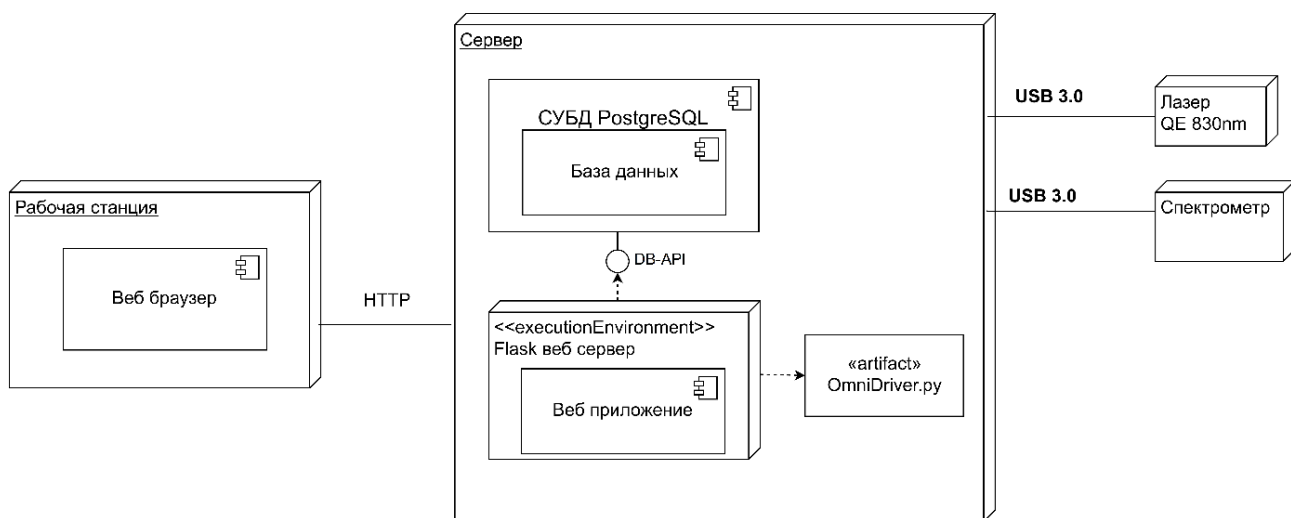


Рис.26. Диаграмма развёртывания системы.

### 3.4.2. Способы и средства связи для информационного обмена между компонентами подсистем

Информационный обмен СУБД с Web-приложением осуществляется с помощью стандартного интерфейса взаимодействия с СУБД PostgreSQL на языке запросов SQL.

Web-приложение взаимодействует с драйвером оборудования для получения данных теста.

## 3.5. Организационное обеспечение

В результате внедрения автоматизированной информационной системы организационная система компании не меняется.

Часть персонала изменит свои рабочие функции:

1. Имеющийся в составе компании программист со знанием языка программирования Python после внедрения ИС возьмёт на себя функции поддержки и обновления информационной системы. Также в случае расширения компании данный сотрудник будет обучать новый персонал работе с системой.

2. Сотрудники технического отдела будут выполнять весь цикл сбора данных начиная с опроса волонтера и получения необходимой научной информации, а также отправка информации на обработку.

Часть сотрудников технического отдела получают права администратора для возможности редактирования настроек ИС и базы данных.

### **3.6. Обеспечение информационной безопасности**

Пользователь информационной системы — это любой сотрудник предприятия, а в будущем и любой пользователь системы в больницах и госпиталях, который зарегистрирован в сети в установленном порядке и прошёл идентификацию в программе, которой предоставлен доступ к информационным ресурсам в соответствии с его должностными обязанностями.

Доступ к специализированным автоматизированным системам утверждается руководством компании и исполнительным директором в соответствии с должностными инструкциями, утверждёнными руководством компании.

Особой категорией пользователей ИС является руководство предприятия и пользователи со статусом «Администратор». Рабочие компьютеры этой категории пользователей подключены к ИС и серверу для хранения базы данных и должны использовать дополнительные (усиленные) меры защиты информации, чтобы предотвратить кражу информации, составляющей коммерческую тайну предприятия.

Административно-техническое обеспечение корпоративной ИС осуществляется отделом информационных технологий.

Построение архитектуры ИС компании должно основываться на следующих основных принципах информационной безопасности:

- Простота архитектуры, минимизация и упрощение соединений между компонентами, унификация и упрощение компонентов, использование минимального количества сетевых протоколов связи. Система должна

содержать только те компоненты и соединения, которые необходимы для её работы (с учётом требований надёжности и будущего развития).

- Построение системы компонентов с высокой надёжностью, доступностью и ремонтпригодностью.
- Управляемость, возможность сбора регистрационной информации обо всех компонентах и процессах, наличие средств для раннего обнаружения нарушений информационной безопасности, ненормальной работы оборудования, программ и пользователей.
- Простота эксплуатации, автоматизация максимального количества действий сетевых администраторов.
- Разделение защиты - для каждого канала утечки информации и для каждой угрозы безопасности должно быть несколько защитных границ. Создание защитных линий осуществляется с учётом того факта, что для их преодоления потенциальному злоумышленнику потребуются профессиональные навыки в нескольких не связанных между собой областях.
- Непрерывность защиты в пространстве и времени, невозможность обхода защитных средств - система должна находиться в защищённом состоянии в течение всего времени их эксплуатации. В соответствии с этим принципом принимаются меры для предотвращения перехода систем в незащищённое состояние.
- Предотвращение нарушений безопасности - в большинстве случаев предприятие экономически целесообразно принимать меры предосторожности для предотвращения нарушений безопасности, в отличие от мер реагирования на инциденты, связанных с принятием рисков на внедрение угроз информационной безопасности.
- Минимизация привилегий - политика безопасности должна основываться на принципе «все, что не разрешено, запрещено». Права субъектов должны

быть минимально достаточными для выполнения ими своих служебных обязанностей.

Распределение обязанностей между администраторами определяется должностными инструкциями и административными правилами и обуславливается:

- Экономической целесообразностью.
- Непрерывностью совершенствования. При выборе программно-технических решений для обеспечения информационной безопасности предприятия предпочтение отдаётся решениям, обеспечивающим соответствие основным принципам информационной безопасности и отвечающим следующим критериям:
  - Поддержка международных, национальных, промышленных и интернет-стандартов (предпочтение отдаётся международным стандартам).
  - Унификация разработчиков и поставщиков используемых продуктов.
  - Унификация инструментов и интерфейсов для управления подсистемами информационной безопасности.

Организация и проведение работ по обеспечению информационной безопасности предприятия определяется этой концепцией, действующими национальными и международными стандартами и другими нормативно-методическими документами.

Организация информационной безопасности возложена на руководителя компании и отдел ИТ, который управляет и поддерживает информационную систему, а методическое руководство и контроль эффективности мер защиты информации, предоставляемых для информации, возложены на руководителя предприятия.

Комплекс мер по защите информации на предприятии включает следующие меры:

- Распределение ролей и распределение ответственности за использование ИС.



- Разработка, внедрение и мониторинг реализации планов действий, политик безопасности и других документов для обеспечения информационной безопасности.
- Обучение пользователей и технических специалистов решению проблем, связанных с информационной безопасностью.
- Аудит состояния информационной безопасности предприятия.

Техническая инфраструктура информационной безопасности предназначена для решения следующих задач:

- Защита корпоративных серверов с использованием механизмов контроля доступа к серверам баз данных, файловым, информационным и почтовым серверам, записи событий, связанных с доступом к ресурсам корпоративного сервера, механизмам мониторинга и аудита безопасности.
- Комплексная антивирусная защита систем, входящих в корпоративную сеть, благодаря распространению антивирусных инструментов (антивирусные сканеры, резидентные антивирусные мониторы и файловые аудиторы) на следующих уровнях:
  - Защита корпоративных серверов.
  - Защита пользовательских рабочих станций.
  - Мониторинг сетевого трафика.

### **3.7. Технологическое обеспечение**

Схемы технологических процессов представлены на рисунках 27-33.

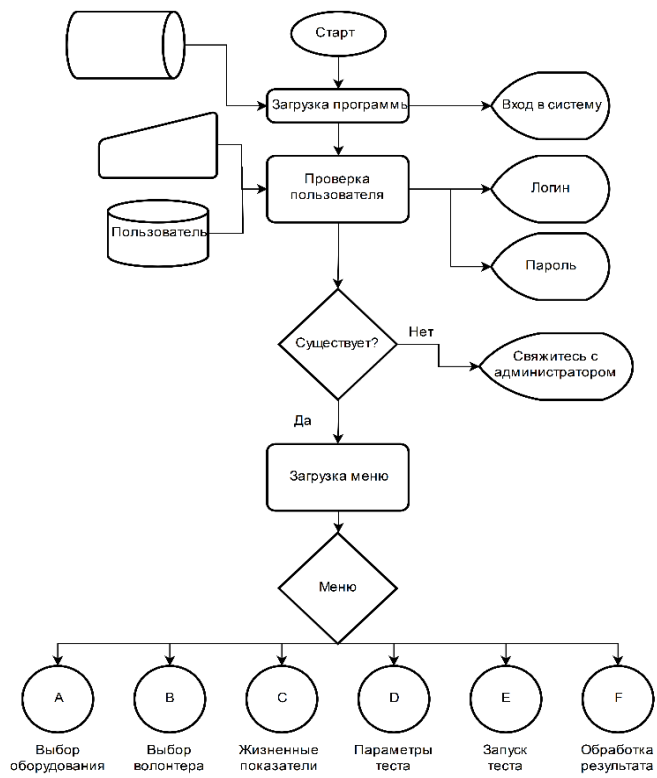


Рис. 27. «Главное меню» и «Аутентификация».

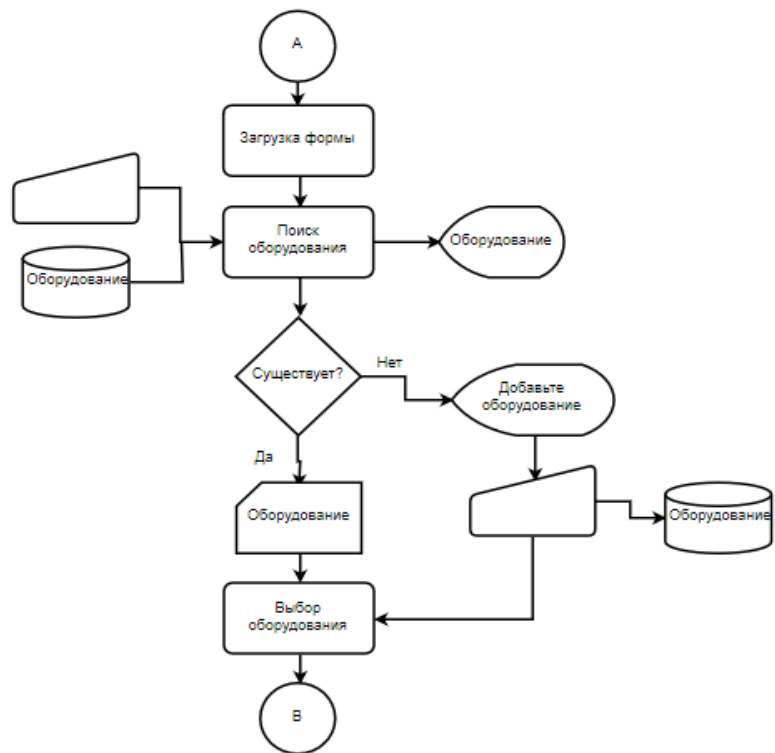


Рис. 28. «Оборудование».

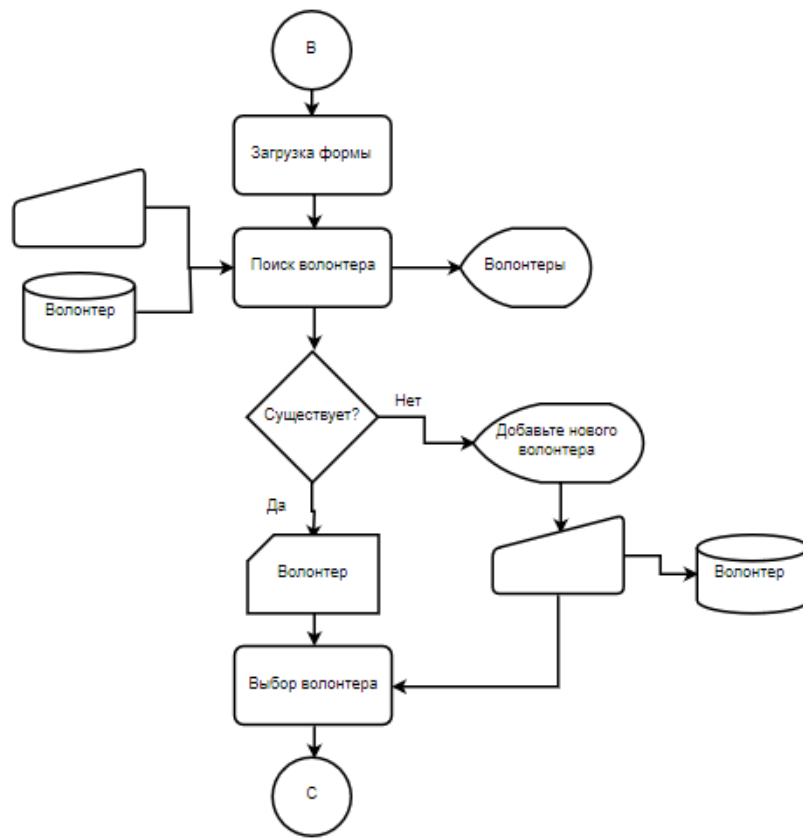


Рис. 29. «Волонтер».

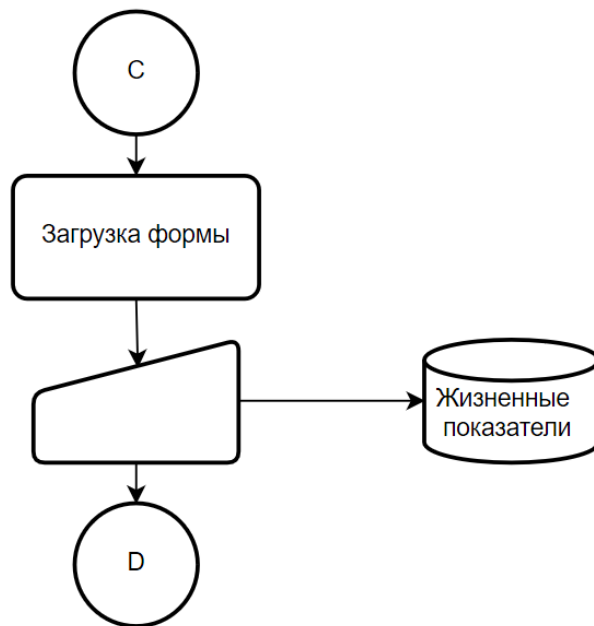


Рис. 30. «Показатели».

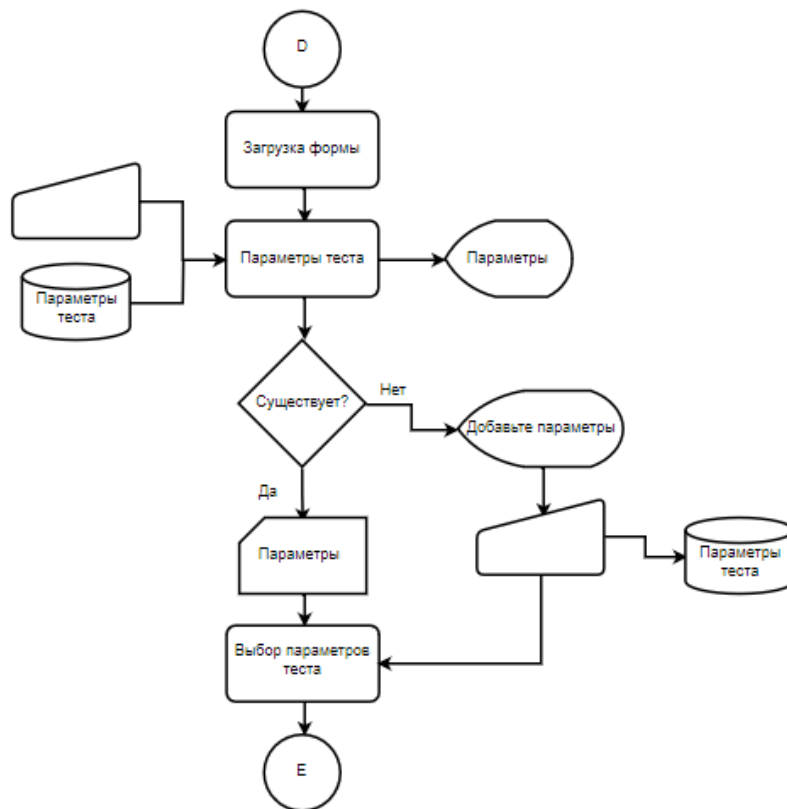


Рис. 31. «Параметры теста».

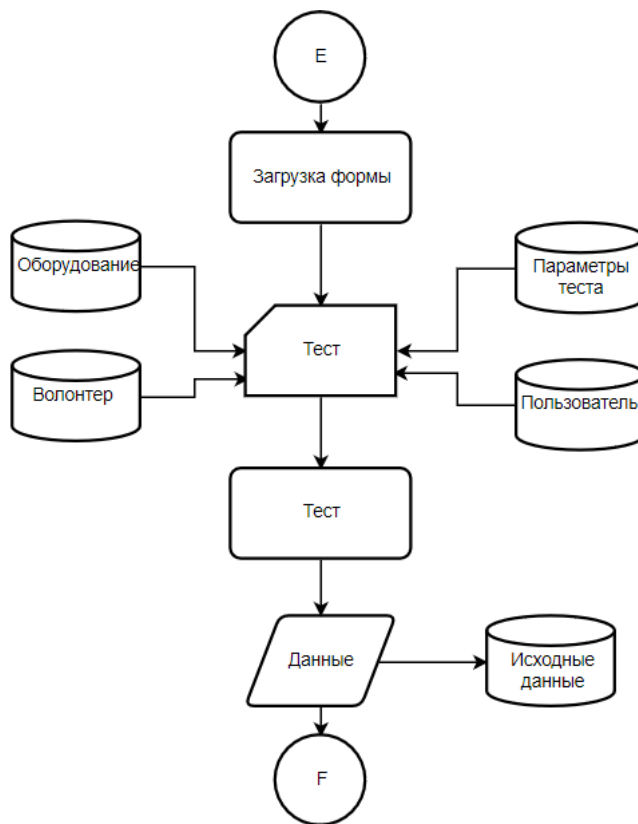


Рис. 32. «Запуск теста».

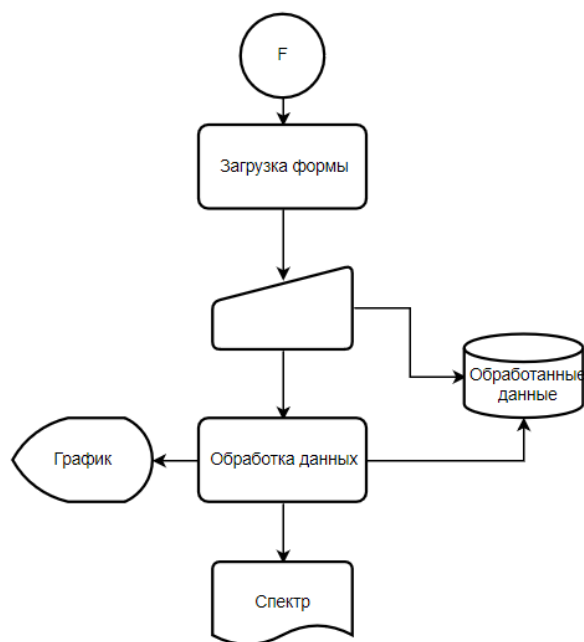


Рис. 33. «Обработка».

### Выводы к главе 3

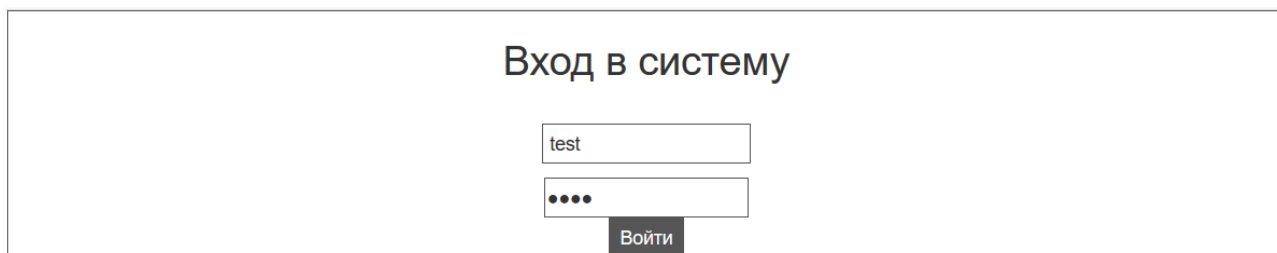
1. Предложен проект автоматизации процесса исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека при помощи клиент-серверного приложения на языке Python с использованием веб-интерфейса.
2. Усовершенствован способ хранения научной информации при помощи создания базы данных для хранения научных данных и сопутствующей информации с использованием СУБД PostgreSQL.

3. Минимизированы временные затраты при помощи оптимизации процесса исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека с модификацией и упрощением процесса обработки данных без дополнительных операций.

## Глава 4. Апробация работы и результат. Эффективность и экономическая выгода

Представим пример работы системы в виде экранных форм (рис. 34-43).

На рис. 34 представлен вход в систему пользователя с правами «Администратор» с логином «test».



Вход в систему

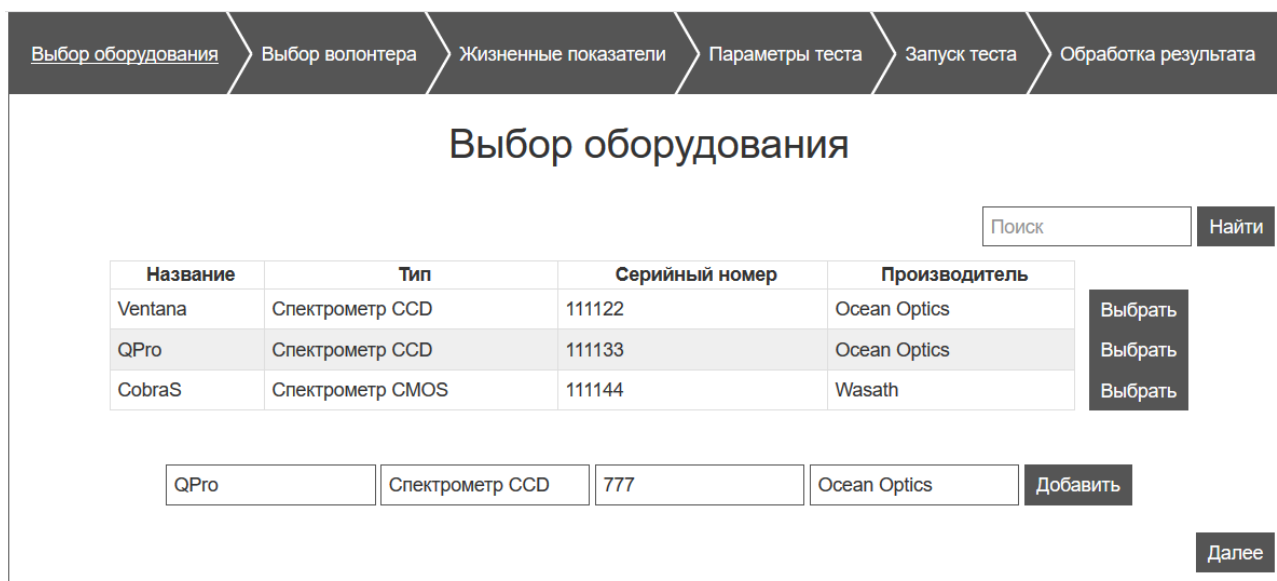
test

••••

Войти

Рис.14. Вход в систему пользователя test.

На рис. 35 пользователь добавляет новое оборудование спектрометр QPro с серийным номером 777, после добавления происходит обновление листа с имеющимся оборудованием и новый спектрометр доступен для выбора (рис. 36).



Выбор оборудования

Поиск Найти

Название	Тип	Серийный номер	Производитель
Ventana	Спектрометр CCD	111122	Ocean Optics
QPro	Спектрометр CCD	111133	Ocean Optics
CobraS	Спектрометр CMOS	111144	Wasath

Выбрать  
Выбрать  
Выбрать

QPro Спектрометр CCD 777 Ocean Optics Добавить

Далее

Рис.25. Добавление нового оборудования.

Выбор оборудования > **Выбор волонтера** > Жизненные показатели > Параметры теста > Запуск теста > Обработка результата

## Выбор оборудования

Название	Тип	Серийный номер	Производитель	
Ventana	Спектрометр CCD	111122	Ocean Optics	<input type="button" value="Выбрать"/>
QPro	Спектрометр CCD	111133	Ocean Optics	<input type="button" value="Выбрать"/>
CobraS	Спектрометр CMOS	111144	Wasath	<input type="button" value="Выбрать"/>
QPro	Спектрометр CCD	777	Ocean Optics	<input type="button" value="Выбрать"/>

*Рис.36. Новое оборудование добавлено в лист.*

На рис. 36 пользователь добавляет волонтера мужского пола Смирнова А. 01.01.1960 г.р. с ростом 170 см. После добавления происходит обновление листа волонтеров и новый волонтер доступен для выбора (рис. 38).

Далее происходит заполнение жизненных показателей волонтера: давления, температуры, пульса, веса, уровня кислорода в крови, увлажнённости кожи, уровень глюкозы крови и тон кожи (рис.39).

Выбор оборудования > **Выбор волонтера** > Жизненные показатели > Параметры теста > Запуск теста > Обработка результата

## Выбор волонтера

Имя	Дата рождения	Рост	Пол	
Иванов И	01.01.1961	165	муж	<input type="button" value="Выбрать"/>
Петров П	02.02.1962	175	муж	<input type="button" value="Выбрать"/>
Сидорова С	03.03.1963	185	жен	<input type="button" value="Выбрать"/>

*Рис.37. Добавление нового волонтера.*



Выбор оборудования > Выбор волонтера > Жизненные показатели > Параметры теста > Запуск теста > Обработка результата

## Выбор волонтера

Имя	Дата рождения	Рост	Пол	
Иванов И	01.01.1961	165	муж	<input type="button" value="Выбрать"/>
Петров П	02.02.1962	175	муж	<input type="button" value="Выбрать"/>
Сидорова С	03.03.1963	185	жен	<input type="button" value="Выбрать"/>
Смирнов А	01.01.1960	170	муж	<input type="button" value="Выбрать"/>

Рис.38. Новый волонтер добавлен в лист.

Выбор оборудования > Выбор волонтера > Жизненные показатели > Параметры теста > Запуск теста > Обработка результата

## Жизненные показатели

/  мм рт.ст.

°C

уд/мин

кг

%

%

мл/дл

RGB

Рис.39. Заполнение формы жизненные показатели.

На рис. 40 пользователь добавляет новые параметры теста. После добавления происходит обновление листа параметров теста, и они доступны для выбора (рис. 41).

Выбор оборудования > Выбор волонтера > Жизненные показатели > **Параметры теста** > Запуск теста > Обработка результата

### Параметры теста

Поиск  **Найти**

Название	Длительность	Мощность лазера	Количество сегментов
Быстрый тест	15	50	1
5-сегментов	30	50	5
Полный тест	60	50	10

Выбрать  
Выбрать  
Выбрать

тест  5  50  1  **Добавить**

**Далее**

Рис. 40. Добавление параметров теста.

Выбор оборудования > Выбор волонтера > Жизненные показатели > **Параметры теста** > Запуск теста > Обработка результата

### Параметры теста

Поиск  **Найти**

Название	Длительность	Мощность лазера	Количество сегментов
Быстрый тест	15	50	1
5-сегментов	30	50	5
Полный тест	60	50	10
тест	5	50	1

Выбрать  
Выбрать  
Выбрать  
Выбрать

Название  Длительность  Мощность лазера  Количество сегментов  **Добавить**

**Далее**

Рис.41. Новые параметры теста добавлены в лист.

Выбор оборудования > Выбор волонтера > Жизненные показатели > Параметры теста > **Запуск теста** > Обработка результата

### Запуск теста

успешно завершен

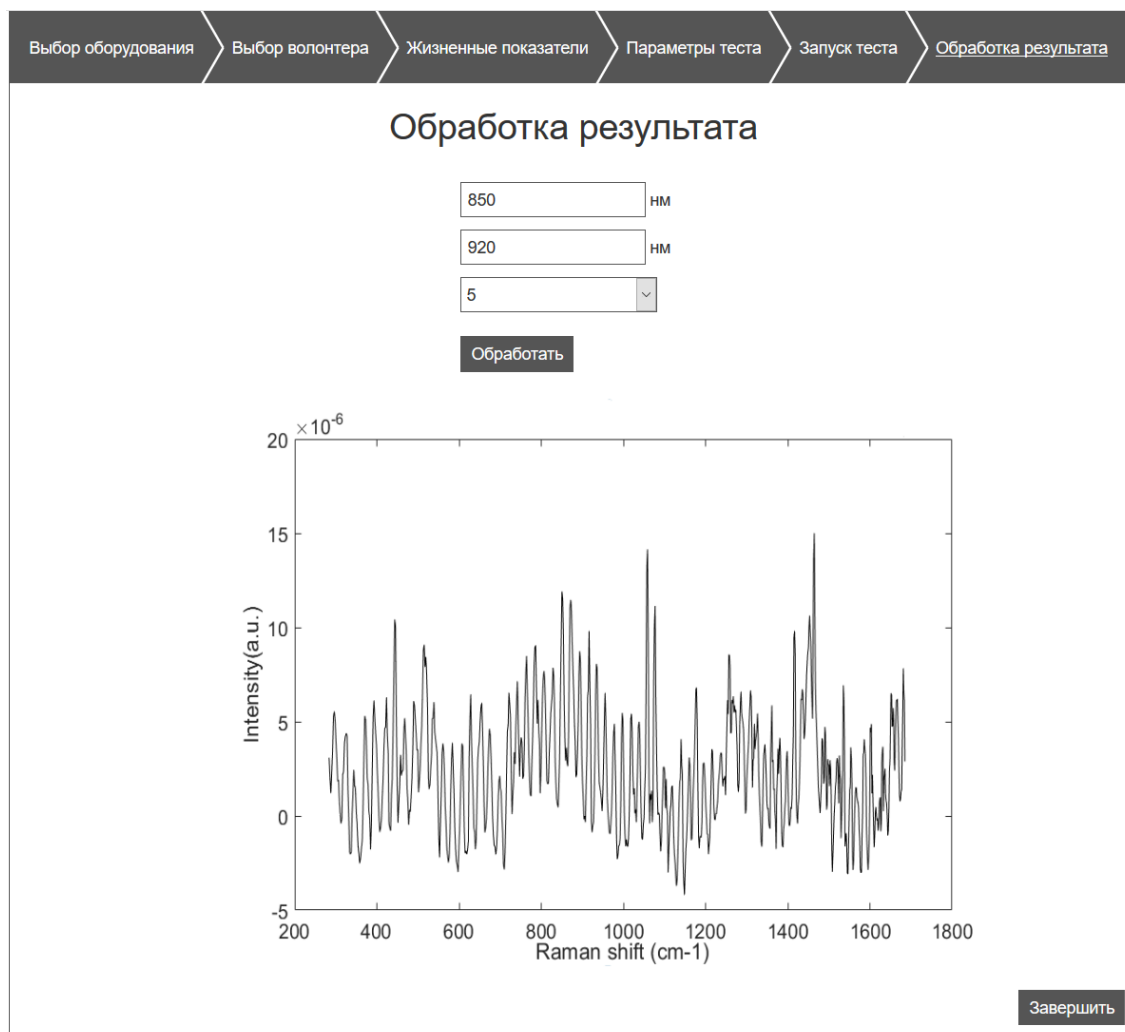
**Дата проведения:** 01.01.2019  
**Название теста:** Быстрый тест  
**Имя волонтера:** Иванов И  
**Название оборудования:** Ventana

**Запустить**

**Далее**

Рис. 42. Запуск теста.

Запуск теста представлен на рис. 42, а обработка результатов на рис. 43.



*Рис 43. Обработка результатов.*

#### 4.1. Оценка совокупной стоимости владения

В таблице 11 приведён анализ общей стоимости владения (усреднённый за 3 года).

*Таблица 11. Общая стоимость владения*

Показатель	Величина
Количество ПК	14
Пользователей ПК	8
Средняя зарплата пользователя	315750 руб.
<b>Оборудование и ПО прямые затраты</b>	
Закупка оборудования	3510 тыс. руб.
Закупка ПО	392 тыс. руб.

Комплектующие	108,4 тыс. руб.
<b>Общие затраты на оборудование и ПО в год</b>	<b>4010400 руб.</b>
<b>Управление и персонал прямые затраты</b>	
Годовые зарплаты сотрудников	
Сотрудники научного отдела	304 тыс. руб.
Сотрудники отдела ИТ	270 тыс. руб.
Исполнительный директор	500 тыс. руб.
Затраты на обслуживание (бухгалтерские и HR услуги)	180 тыс. руб.
<b>Всего затрат на персонал в год</b>	<b>1254000 руб.</b>
<b>Связь прямые затраты</b>	
Аренда выделенных линий и каналов связи	96 тыс. руб.
<b>Простои непрямые затраты</b>	
Часов простоя в год	24
Годовая себестоимость простоя	12,5 тыс. руб.
<b>Итого непрямые затраты</b>	<b>12500 руб.</b>
<b>Общая годовая стоимость владения</b>	<b>5276900 руб.</b>
<b>Общая годовая стоимость владения на один ПК</b>	<b>376921 руб.</b>

#### 4.2. Оценка затрат на внедрение ИС

Ресурсы, привлекаемые к созданию информационной системы:

- обучение и выделение времени ключевых пользователей при внедрении системы;
- закупка и установка нового ПО не требуются;
- закупка типовых проектных решений не производится;
- проводятся работы по оптимизации процессов, в частности, упрощение процесса сбора и обработки и хранения научных данных.

Общие затраты на проведение работ приведены в таблице 10.

Таблица 12. Затраты на разработку ИС

Этап	Время	Затраты
------	-------	---------

Разработка и внедрение	90 дней	200 тыс. руб.
Обучение персонала - 2 человека	2 рабочих дня	2500 руб./ чел.
Итого:		205 тыс. руб.

Лицензия на покупку сторонних продуктов не требуется, поэтому затраты единоразовые. Поддержка будет осуществляться штатными программистами.

Рассмотрим экономическую выгоду внедрения ИС.

До внедрения автоматизации на покупку лицензионного пакета используемых программ ежегодно необходимо:

1. корпоративная версия MATLAB: 139750 рублей на каждые 2 компьютера, в настоящее время используется 6 машин, что в сумме составляет 419250 рублей.
2. лицензия Ocean Optics для сбора данных: 130000 рублей единоразово.

Итого:  $419250 + 130000 = 549250$  руб. за первый год, далее 419250 руб., при условии, что новое оборудование не будет закупаться. С учётом того, что исполнительный директор определил, что в течение 3 лет произойдёт увеличение количества машин до 8, определим цену исходя из прогноза компании.

1 год: 549250 руб.

2 год: 419250 руб.

3 год: 559000 руб.

Учитывая вышесказанное, можно определить, что с учётом развития компании, окупаемость собственной разработки составит 6 месяцев.

#### **4.3. Анализ качественных и количественных факторов воздействия проекта на бизнес-архитектуру организации**

Применение новой автоматизированной информационной системы для малого инновационного предприятия позволит:

- Максимально сократить потерю данных за счёт «человеческого фактора».

- Уменьшить количество ошибок при запуске тестов.
- Уменьшить количество ошибок при регистрации тестов.
- Уменьшить количество ошибок при регистрации волонтеров.
- Уменьшить трудовые затраты за счёт высвобождения одной рабочей единицы.
- Решить проблему хранения данных.
- С лёгкостью и минимальными затратами расширить количество рабочих станций.
- Существенно сократить время на обучение персонала.
- Сократить время на поиск информации.
- Исключит необходимость использовать бумажные носители.
- Решить проблему невозможности установить исполнителя экспериментов.

Все вышеуказанное, несомненно, приведёт к улучшению работы предприятия в целом, повысит надёжность полученных данных, повысит работоспособность и эффективность сотрудников. Также за счёт уверенности сотрудников возможно сокращения времени при сборе данных, что может повлечь за собой увеличение количества волонтеров, поскольку люди, обычно, выявляют некоторое сомнение в участии, если время на проведение эксперимента более 5 минут.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей магистерской диссертации автор проанализировал литературу по тематике проектирования автоматизированных информационных систем для малых предприятий, определили наиболее употребимые технологии проектирования и разработки. В результате анализа литературы было выявлено, что в настоящее время не существует единого подхода к проектированию автоматизированных систем для биотехнологических малых предприятий, а также полностью отсутствуют готовые решения для автоматизации. Показано, что наиболее привлекательной методикой является технология моделирования SDAT.

Проведен анализ существующей на предприятии информационной системы, выделены сильные и слабые стороны, в частности наиболее уязвимым местом можно считать неэффективность процессов поиска и хранения данных, что влечет за собой существенные проблемы, как материального, так и технического характера, а именно:

- Сложность поиска сохраненных данных;
- Практическая невозможность установления исполнителя эксперимента;
- Высокая вероятность потери данных.

Автором проведен подбор решений для устранения узких мест в текущем процессе, а именно предложено решение в виде спроектированной ИС, идеально подходящей для нужд компании, поскольку одним из основных требований по автоматизации явилось проектирование ИС, соответствующее динамическому характеру инновационной компании и ее уникальности. Собственная информационная система лучше удовлетворит требования руководства компании, рядовых и научных сотрудников. Также собственная ИС является хорошим заделом на будущее, поскольку предприятие планирует выйти на рынок с разрабатываемым прибором для исследования

биоинформации для определения уровня глюкозы крови без использования крови непосредственно.

В работе определен метод сбора требований применимый для малого предприятия, а именно метод мозговой атаки, который зарекомендовал себя достаточно хорошо при написании ПО в малых компаниях. При малом количестве руководства и сотрудником, данным методом легко получить отклик практически от каждого, чтобы в дальнейшем максимально широко охватить все требования и подобрать наиболее подходящие и непротиворечивые.

Исследованы технологии и разработаны структурные решения для физической реализации программных средств системы исследования биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека на малом инновационном предприятии. Одним из требований компании было применение СУБД с минимальной стоимостью. В настоящей работе мною предложено применение бесплатной системы управления базами данных PostgreSQL, которая предлагает существенные преимущества.

Проведено проектирование автоматизированной системы для сбора биоинформации на определение уровня глюкозы в крови человека.

Применение новой автоматизированной информационной системы для малого инновационного предприятия позволит:

- Максимально сократить потерю данных за счёт «человеческого фактора».
- Решить проблему невозможности установить исполнителя экспериментов.
- Значительно уменьшить количество ошибок при запуске.
- Существенно сократить количество ошибок при регистрации тестов.
- Снизить количество ошибок при регистрации волонтеров.
- Основательно уменьшить трудовые затраты за счёт оптимизации процесса.



- Сократить время на поиск информации.
- Решить проблему хранения данных.
- Исключить необходимость использовать бумажные носители.
- Расширить количество рабочих станций.

Срок окупаемости спроектированной системы составляет чуть более 6-ти месяцев, что говорит о целесообразности инвестиций в ее разработку. Внедрение такой системы приведет к существенной экономии средств, затрачиваемых на проведение исследований.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 19.101-77 Единая система программной документации (ЕСПД). Виды программ и программных документов (с Изменением N 1). – М.: Стандартинформ, 2010.
2. ГОСТ 19.701-90 ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Стандартинформ, 2010.
3. ГОСТ 34.201-89. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – М.: Стандартинформ, 2010.
4. ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание Автоматизированной системы. – М.: Стандартинформ, 2010.
5. Автоматизация бизнес-процессов как необходимое условие эффективности компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kp.ru/guide/avtomatizatsija-biznesa.html> (дата обращения: 18.03.19).
6. Бейкер М. Дж. Написание обзора литературы. // Пространство экономики. - 2014 г. –Т. 3. – С. 7-17.
7. Богдан А. В., Зазерин, А.И., Орлов, А.Т. Программное обеспечение комплекса регистрации и обработки данных лабораторных экспериментов. // Электроника та звязок. – 2012 г. – Т. 5. – С. 110-114.
8. Ванина М. Ф., Ерохин, А.Г., Фролова, Е.А. Применение облачных технологий в компаниях малого и среднего бизнеса. // Век качества. – 2015 г. – Т. 1. – С. 8-14.
9. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению. - М: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2004 г.
10. Дегтярева А. В. Особенности автоматизации работы в лаборатории с помощью лабораторной информационной системы (ЛИС). // Международный студенческий научный вестник. – 2017 г. –Т. 5. – С. 34.  
Дибина Е.В., Корнющенко Е. В., Пашковская О.В. Автоматизация бизнес-процессов на платформе 1С:Предприятие // Актуальные проблемы авиации

и космонавтики. 2015. №11. URL:  
<https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-biznes-protsesov-na-platfome-1c-predpriyatie> (дата обращения: 25.04.2020).

11. Евдокимова А. Б. Автоматизация бизнес-процессов малого предприятия. // Наука и бизнес: пути развития, –2017 г. – № 67. – Т. 1. – С. 24-28.
12. Евдокимова А. Б. Применение облачных информационных технологий с целью повышения эффективности управления в экономических системах для компаний малого и среднего бизнеса. // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки, – 2016 г. – Т. 6-7. – С.25-31.
13. Желтухин П. С., Лавринов Г. А., Хрусталёв Е. Ю. Информационно-аналитическое обеспечение создания наукоемкой продукции. // Прикладная информатика, – 2006 г. –Т. 3. – С. 67-69.
14. Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. – Красноярск: Изд. Красноярского государственного технического университета, 2000.
15. Ильичев В. М. Анализ существующих автоматизированных средств моделирования организационных структур на основании моделей бизнес-процессов. // Вестник волжского университета им. В. Н. Татищева, 2010 г. – Т. 19. – С. 138-141.
16. Кожухар В.М. Основы научных исследований: Учебное пособие. – М., 2010. – С. 216.
17. Конев В. В., Обухов, А.Г., Созонов, С.В., Бородин, Д.М., Половников, Е.В. Разработка универсальной системы сбора данных с функциями управления на основе аналогово-цифрового преобразователя. // Инженерный вестник Дона. – 2015 г. – № 37. – Т. 3. – С. 161.
18. Кравцова Н. А. Автоматизация процессов сбора и хранения данных при проведении административного мониторинга; Дисс. кандидата техн. наук. - Орел, 2006.
19. Лазеева В.И., Токмачева, М.В. Автоматизация бизнес-процессов предприятий малого бизнеса на платформе публичного облака. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики, 2016 г. – Т.12.

20. Лукьянов Г. В. Проблемы защиты персональных данных в информационных системах сферы науки // Системы и средства информатики. – 2010 г. – Т. 20. – С. 149-159.
21. Ларри Л. К. Человеческий фактор в программировании. – СимволПлюс, 2004 г.
22. Макарова К.Н. Щенятский А.В. Оценка эффективности этапов внедрения системы автоматизации бизнес-процессов предприятия. // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 2017 г. – Т. 20. – С. 57-61.
23. Малявко К. В. Управление развитием малого и среднего предпринимательства на основе информатизации бизнес-процессов; Автореф. дис. канд. экон. наук. – Ставрополь, 2010. – С. 148.
24. Матвеев А. С., Руденко А. Ю., Прочухан В. В. Разработка рекомендаций перехода от нотации моделирования бизнес-процессов IDEF0 к нотации BPMN // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2016. № 3 (36). С. 176–182.
25. Михайлов А. И., Черный, А.И., Гиляревский, Р.С. Основы научной информации. - М: Наука, 1965. – С. 655.
26. Пихун А.В. Автоматизация процессного управления с использованием IT-технологий. // Молодой ученый. – 2018 г. – Т. 43. – С. 260-263.
27. Пономарев А. Б. Методология научных исследований: учеб. пособие. – Пермь: изд-во Перм. нац. исслед. поли- техн. ун-та, 2014. – С. 186.
28. Фирсов М. В. Механизм эффективного управления бизнес-процессами малого предпринимательства: Дис. канд. экон. наук. – Москва, 2000. – С. 148.
29. Buschman H.P., Motz J.T., Deinum G., Romer T. J., Fitzmaurice M., Kramer J. R., van der Laarse A., Brusckke A.V., Feld M.S. Diagnosis of human coronary atherosclerosis by morphology-based Raman spectroscopy // Cardiovasc. Pathol., 2001, № 10 (2), P. 59 – 68.
30. Campbell M. Apple patent hints at non-invasive glucose monitoring tech for Apple Watch [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://appleinsider.com/articles/18/08/23/apple-patent-suggests-work-on-non-invasive-glucose-monitoring-tech> (дата обращения: 16.03.19).

31. Caspers P. J., Lucassen G. W., Wolthuis R., Bruining H. A., Puppels G. J. In vitro and in vivo Raman spectroscopy of human skin // *Biospectroscopy*, 1998, № 4, P. 31 – 39.
32. Enejder A., Koo T., Oh J., Hunter M., Sasic S., Feld M., Horowitz G. Blood analysis by Raman spectroscopy // *Opt. Lett.*, 2002, № 27, P. 2004 – 2006.
33. Gniadecka M., Wulf H. C., Nielsen O. F., Christensen D. H., Hercogova J. Distinctive molecular abnormalities in benign and malignant skin lesions: Studies by Raman spectroscopy // *Photochem. Photobiol.*, 1997, № 66, P. 418 – 423.
34. Gniadecka M., Faurskov Nielsen O., Christensen D.H., Wulf H.C. Structure of water, proteins, and lipids in intact human skin, hair, and nail // *Journal of Investigative Dermatology*, 1998, № 110, P. 393 – 398.
35. Grand View Research, Inc. *Biotechnology Market Analysis by Application (Health, Food & Agriculture, Natural Resources & Environment, Industrial Processing Bioinformatics), By Technology, And Segment Forecasts, 2018 – 2025.* – NY: Grand View Research Publisher, 2017. – P. 149.
36. Haaland D.M. and Thomas E.V. Partial least-squares methods for spectral analyses. 1. Relation to other quantitative calibration methods and the extraction of qualitative information // *Anal. Chem.*, 1988, № 60, P. 1193 – 1202.
37. Haka A., Shafer-Peltier K., Fitzmaurice M., Crowe J., Myles J., Dasari R.R., Feld M.S. Identifying microcalcifications in benign and malignant breast lesions by probing differences in their chemical composition using Raman spectroscopy // *Cancer Res.*, 2002, № 62, P. 5375 – 5380.
38. Hart C. *Doing a literature review.* – London: Sage Publications Ltd, – 1998. – P. 1-28.
39. Jankowicz A.D. *Business research projects.* – London: Thomson Learning, – 2000. – P. 30-64.

40. Kirchmer M. Business Process Management: What Is It and Why Do You Need It? High Performance through Business Process Management: Strategy Execution in a Digital World. – Springer, – 2017. – P. 1-44.
41. Kroenke D. M., David J. A. Database Concepts. 3rd ed. – New York: Prentice, 2007. – P. 10-26.
42. Ralph R. Y. The Requirements Engineering Handbk. – Artech Huse Publishers. – 2007.
43. Singh S.P., Mukherjee, S., Galindo, L.H. et al. Evaluation of accuracy dependence of Raman spectroscopic models on the ratio of calibration and validation points for non-invasive glucose sensing. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2018 г. - №25. – Т. 410. – P. 6469-6475.
44. TIOBE Index for March 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.tiobe.com](http://www.tiobe.com) (дата обращения: 16.03.19).
45. von Rosing M. The Complete Business Process Handbook: Body of Knowledge from Process Modeling to BPM. Morgan Kaufmann, 2014. – P. 123-172.
46. Weske M. Chapter I: Introduction. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer Science & Business Media, 2012. – P. 1-24.