

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка веб-сервиса для предоставления централизованного доступа к лабораторно-информационной системе «Химик-аналитик»

УДК 004.774-026.12:543.08

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ91	Лемешонок Кирилл Анатольевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Саврасов Ф.В.	К. Т. Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская М.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Антоневич О.А.	К.Б.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е. А.	К.Т.Н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код компетенции	Наименование компетенции
	Универсальные компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	Общепрофессиональные компетенции
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК(У)-2	Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ОПК(У)-4	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований
ОПК(У)-5	Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
ОПК(У)-6	Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования

ОПК(У)-7	Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
ОПК(У)-8	Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
	Профессиональные компетенции
ПК(У)-1	Способен разрабатывать и администрировать системы управления базами данных
ПК(У)-2	Способен проектировать сложные пользовательские интерфейсы
ПК(У)-3	Способен управлять процессами и проектами по созданию (модификации) информационных ресурсов
ПК(У)-4	Способен осуществлять руководство разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ
ПК(У)-5	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Кочегурова Е. А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ91	Лемешонок Кириллу Анатольевичу

Тема работы:

Разработка веб-сервиса для предоставления централизованного доступа к лабораторно-информационной системе «Химик-аналитик»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№95-29/с от 05.04.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является веб-сервис для предоставления централизованного доступа к лабораторно-информационной системе «Химик-аналитик»
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор и анализ предметной области; 2. Составление списка функциональных требований к системе; 3. Оценка времени выполнения различных этапов разработки системы и каждого модуля в частости; 4. Проектирование схемы базы данных; 5. Проектирование архитектуры модулей системы и анализ их взаимодействия; 6. Реализация бизнес-логики основополагающих модулей системы; 7. Тестирование разработанного функционала в соответствии с пирамидой тестирования; 8. Макетирование и реализация клиентской части приложения.
Перечень графического материала	Презентация в формате *.pptx на 27 слайдах.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Верховская М.В.
Социальная ответственность	Доцент ООД ШБИП, к.б.н., Антонец О.А.
Английский язык	Старший преподаватель ОИЯ ШБИП, Ажель Ю.П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Раздел 1. Общая структура лабораторной информационной системы	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Саврасов Ф.В.	к. т. н.		01.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ91	Лемешонок Кирилл Анатольевич		01.03.2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
 Уровень образования – магистратура
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий
 Период выполнения: весенний семестр 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

Магистерской диссертации

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.06.2021	Основная часть	70
01.06.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
01.06.2021	Социальная ответственность	10
01.06.2021	Обязательное приложение на иностранном языке	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е. А.	к.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ91	Лемешонок Кириллу Анатольевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Тариф на электроэнергию – 6,59 руб. за 1 кВт·ч. Оклад инженера – 22695 руб. Оклад руководителя – 35111,5 руб.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент 30%. Коэффициент дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Расчет инновационного потенциала НТИ</i>	- Анализ конкурентных технических решений - SWOT-анализ;
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценочная карта конкурентных технических решений</i>	
2. <i>Матрица SWOT</i>	
3. <i>График Ганта</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская М.В.	К.Э.Н.		01.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ91	Лемешонок К.А.		01.03.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ91	Лемешонок Кириллу Анатольевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

Разработка веб-сервиса для предоставления централизованного доступа к лабораторно-информационной системе «Химик-аналитик»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: веб-сервис для автоматизации процессов внутри химико-аналитических лабораторий. Область применения: химико-аналитические лаборатории. Рабочая зона: офис компании ООО «Химсофт», кабинет №22. Рабочим местом в кабинете является место за персональным компьютером с периферийными устройствами.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>СП 2.4.3648-20 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи. ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Превышение уровня шума. 4. Повышенный уровень статического электричества. 5. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса. 6. Статические физические нагрузки. 7. Электромагнитное излучение. <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенная напряженность электрического поля. 2. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Литосфера: утилизация оргтехники и сопутствующих материалов.</p>

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар, взрыв на рабочем месте; Наиболее типичная ЧС: пожар.
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Антоневич О.А.	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ91	Лемешонок К.А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 89 страницы (без приложений), 26 рисунков, 15 таблиц, 25 источников.

Ключевые слова: лабораторная информационная система, программное обеспечение, автоматизация деятельности предприятий, WEB-технологии, модульная архитектура.

Объектом исследования в данной работе является веб-сервис для автоматизации процессов внутри аналитических лабораторий, а также интеграции с внешними системами и устройствами.

Цель работы – проектирование и разработка информационной системы на основе веб-сервиса, основным назначением которой является автоматизация процессов аналитических лабораторий и предприятий химической отрасли.

В процессе работы проводился детальный анализ и выявление требований к лабораторной информационной системе, проектирование основных модулей системы, и их реализация.

В результате исследование был реализован базовый функционал для ведения справочной информации аналитической лаборатории (структура предприятия, объекты анализа, персонал), а также разработана подсистема интеграции с внешними информационными системами и устройствами.

Область применения: аналитические лаборатории, предприятия химической отрасли.

Экономическая значимость работы: оптимизация деятельности лаборанта (высвобождение времени, которое занимали рутинные задачи), упрощение процессов контроля, снижение затрат на интеграцию с различными информационными системами.

В дальнейшем планируется развитие инфраструктуры разрабатываемой системы, а именно: внедрение блока электронных лабораторных журналов, интеграция с генератором отчетных документов.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими сокращениями:

Лабораторная информационная система (ЛИС) – это совокупность программно-технических средств, предназначенных для автоматизации различных процессов, протекающих в лаборатории, и обеспечивающих потребность специалистов лаборатории в систематической информации по всем аспектам их деятельности для принятия решений, улучшающих работу лаборатории, в том числе и по повышению качества результатов лабораторных анализов.

Программно-технический комплекс (ПТК) – это комплекс микропроцессорных средств автоматизации (микропроцессорные контроллеры, устройства связи с объектом УСО), пульта индикации оператора и серверы различного назначения, промышленные сети, позволяющие соединять перечисленные компоненты и программные контроллеры.

Управление доступом на основе ролей (RBAC) – развитие политики избирательного управления доступом, при этом права доступа субъектов системы на объекты группируются с учётом специфики их применения, образуя роли.

База данных (БД) – совокупность данных, хранимых в соответствии со схемой данных, манипулирование которыми выполняют в соответствии с правилами средств моделирования данных.

Lint – это инструмент, который анализирует исходный код для выявления ошибок программирования, стилистических ошибок и подозрительных конструкций.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА ЛАБОРАТОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	16
1.1. Предназначение системы.....	16
1.2. Ключевые блоки системы.....	18
1.3. Преимущества системы.....	20
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ.....	22
2.1. Анализ требований.....	22
2.2. Архитектура системы.....	24
3. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ.....	43
3.1. Среда разработки.....	43
3.2. Инструменты.....	43
3.3. Управление жизненным циклом.....	44
3.4. Результаты разработки.....	45
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	52
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	52
4.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	56
4.3. Бюджет научно-технического исследования.....	59
4.4. Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования.....	65
4.5. Вывод.....	68
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	69

5.1. Введение	69
5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
5.3. Производственная безопасность	71
5.4. Экологическая безопасность	81
5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	83
5.6. Выводы по разделу	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	91
ПРИЛОЖЕНИЕ В	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	93

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день все большую популярность набирают веб-приложения, а также развивается тенденция к переносу всех вычислительных процессов в облачную инфраструктуру [1]. На фоне этого достаточно отчетливо прослеживается снижение востребованности и интереса со стороны конечного пользователя к десктопным приложениям в связи с появлением большого количество платформ и устройств различного типа, а также необходимости иметь доступ к приложению из любой точки мира.

Целью данной работы является проектирование и разработка информационной системы на основе веб-сервиса, основным назначением которой является автоматизация процессов аналитических лабораторий и предприятий химической отрасли.

Для достижения указанной цели был выдвинут ряд задач для решения:

- составление списка функциональных требований к системе;
- оценка времени выполнения различных этапов разработки системы и каждого модуля в частости;
- проектирование схемы базы данных;
- проектирование архитектуры модулей системы и анализ их взаимодействия;
- реализация бизнес-логики основополагающих модулей системы;
- тестирование разработанного функционала;
- макетирование и реализация клиентской части приложения.

Объектом исследования в данной работе является веб-сервис для автоматизации процессов внутри аналитических лабораторий, а также интеграции с внешними системами и устройствами.

Предметом исследования является проектирование и разработка веб-сервиса, а также оценка основных преимуществ от перехода к централизованной информационной системе на основе веб-сервиса вместо десктопных клиентов на автоматизированных рабочих местах лаборантов.

Практическая значимость заключается в организации возможности доступа к ЛИС «Химик-аналитик» с любого устройства и любой операционной системы, что позволяет оптимизировать процессы внесения новых данных лаборантами, упростить процессы контроля со стороны администрации предприятия и предоставить доступные механизмы для интеграции с внешними информационными системами. Также данный подход приводит к снижению рисков и временных затрат при обновлениях заказчика, так как обновление централизованного сервиса требует меньших усилий по сравнению с обновлением десктопного клиента на компьютерах лаборантов.

1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА ЛАБОРАТОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Тенденция развития современных информационных технологий такова, что их стараются максимально задействовать там, где имеется большой объем рутинной работы и массивов данных, требующих обработки, или же требуется аккумулировать результат деятельности в различных сферах [2]. Вследствие этого, автоматизация деятельности лаборатории с использованием современных информационных технологий является довольно перспективной.

Современные испытательные лаборатории охватывают огромный круг отраслей промышленности, в их обязанности входит выполнение колоссального количества испытаний объектов анализа. Помимо этого с каждым годом требования нормативных документов к качеству продукции ужесточаются, растет объем информации, которую необходимо собирать, хранить и обрабатывать при проведении испытаний.

Так, например, типовой процесс исследования единичной пробы может включать в себя выполнение от 5 до 10 анализов, в процессе которых анализируется несколько параметров пробы. Учитывая, что лаборатория может выполнять сотни исследований в день, можно сделать вывод о том, что поток информации настолько объемный, что ручная обработка данных (расчеты, построение графиков, составление документов) займет большое количество времени. Именно благодаря использованию лабораторной информационной системы можно автоматизировать все процессы обработки информации и высвободить огромное количество времени для проведения дополнительных испытаний.

1.1. Предназначение системы

Лабораторная информационная система «Химик-аналитик», как и любая другая система этого класса, предназначена для автоматизации процессов количественного и качественного определения физико-химических показателей различных объектов аналитического контроля в испытательной лаборатории [3].

В качестве объектов аналитического контроля, в зависимости от отраслевой принадлежности, могут быть: воды, масла, нефть, газ и многое другое.

Помимо этого, ЛИС позволяет объединять информационные потоки испытательных лабораторий в единое информационное пространство, с целью обеспечения доступности всей информации для уполномоченных специалистов, надежного хранения полученных данных, а также формирования единообразной электронной отчетности в любой момент времени.

Информационная система ЛИС также обеспечивает документирование лабораторных работ и процессов, включая ведение электронных лабораторных журналов, которые включают в себя всю необходимую информацию по проводимым испытаниям и их результатам, учет прослеживаемости движения проб объекта испытаний.

Так как любая информационная система нуждается в обмене данными с другими системами и устройствами, ЛИС предоставляет возможность оценить результаты измерений, принимать данные от других информационных систем, а также устройств и передавать результаты измерений в смежные информационные системы.

Основная цель любой ЛИС – это автоматизация деятельности лабораторий или других подразделений производства.

Среди ключевых объектов и процессов автоматизации можно выделить следующие:

- автоматизация бизнес-процессов в соответствии с требованиями нормативных документов к компетенции химико-аналитической лаборатории, к точности методов и результатов измерений, к внутреннему контролю качества результатов испытаний;
- создание единого источника достоверных и оперативных данных контроля качества продукции, передаваемых на различные уровни управления производством;

- сокращение временных затрат персонала лаборатории на определение и обработку результатов испытаний, снижение вероятности ошибок при проведении данных операций;
- ускорение процесса передачи данных лабораторного контроля пользователям различных уровней;
- снижение трудозатрат персонала лаборатории на формирование периодических отчетных документов, содержащих данные по качеству и проводимым испытаниям;
- повышение надежности и безопасности хранения данных, исключение человеческого фактора при передаче информации между различными уровнями предприятия;
- повышения качества обработки результатов испытаний;
- ведение процессов внутреннего (внутрилабораторного) контроля качества результатов испытаний;
- реализация процессов формирования и ведения графиков аттестации испытательного оборудования и проверки технического состояния вспомогательного оборудования.

1.2. Ключевые блоки системы

Архитектура ЛИС включает в себя большое количество блоков и модулей, предназначенных для автоматизации бизнес-процессов. Укрупненная схема архитектуры представлена на рисунке ниже.

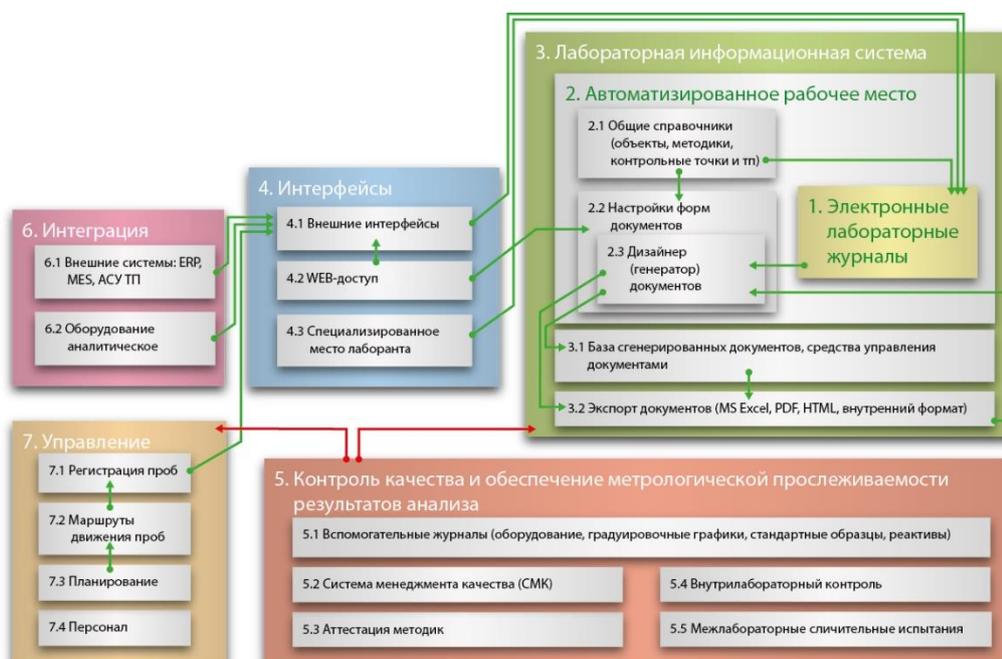


Рисунок 1 – Архитектура ЛИС «Химик-аналитик»

Среди ключевых блоков можно отметить:

- Общие справочники (ввод и хранение информации об объектах анализа лаборатории, методиках измерения (расчетные формулы, справочные данные, вариант округления результата), показателях, административно-технологической структуре предприятия, и другое).
- Электронные лабораторные журналы (регистрация первичной информации о пробах и результатах проведения измерения, отслеживание проб).
- Обработка результатов испытаний (расчет единичных определений на основе заданных формул, расчет среднего значения по вводимым единичным определениям).
- Формирование отчетных документов (статистическая обработка результатов измерений и представление их в виде отчетных документов испытательной лаборатории, возможность математической и статистической обработки данных, выводимых в документ).
- Учет и регистрация обслуживания оборудования (формирование базы данных по лабораторному оборудованию с возможностью регистрации информации, планированию работ по обслуживанию).

- Внутрिलाбораторный контроль (наличие базы с аттестованными алгоритмами по РМГ 76-2014, ГОСТ 5725-6-2002, Р 50.2.060-2008, РМГ 59-2003, ПНД Ф 12.10.1-2000; построение карт Шухарта и их интерпретация одновременно по нескольким показателям качества).
- Планирование и управления деятельностью лаборатории (формирование графика работы персонала, распределение заданий по рабочим местам).
- Интеграционная подсистема (автоматизированный ввод данных, поступающих от средств измерений и ПТК, имеющих коммуникационные порты и известный протокол взаимодействия).

1.3. Преимущества системы

Традиционные методы записи данных, от электронных таблиц до журналов учета, а также бумажные документы, часто недостаточны для удовлетворения требований современной лаборатории. Запись, обработка и анализ проб – сложный и трудоемкий процесс без правильных инструментов, а большие объемы хранения данных означают, что любые организационные методы должны хорошо поддерживаться и надлежащим образом планироваться. Именно в данных процессах может помочь лабораторная информационная система. ЛИС упрощает отслеживание данных и сокращает время, необходимое для их записи и обработки [4].

Лабораторная информационная система позволяет техническим специалистам вводить подробную информацию, относящуюся к пробам, с которыми они работают.

По мере того, как проба проходит процесс исследования, вся информация надежно хранится в централизованной базе данных. Помимо этого, ЛИС позволяют генерировать штрих-код при вводе исходных данных пробы, чтобы ее можно было просто идентифицировать и вносить дополнительную информацию по ходу исследования. Помимо надежного и централизованного хранения всех данных, лабораторная информационная система также может

позволять отслеживать пробы, планировать работы над ними, а также передавать результаты анализов другим системам.

Таким образом, благодаря использованию ЛИС, необходимость в ручной записи данных (которая, очевидно, оставляет место для человеческой ошибки) больше не требуется, поскольку система будет автоматически собирать и обрабатывать данные. Это сокращает время, затрачиваемое на администрирование, а также снижает вероятность ошибки при внесении данных.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

2.1. Анализ требований

Проектирование и разработка любой системы начинается с анализа и составления списка требований к функционалу и составу программного продукта.

2.1.1. Требования к функциональным характеристикам

Разрабатываемый веб-сервис ЛИС должен обеспечивать выполнение следующих функций:

1. Аутентификация и авторизация пользователей:
 - 1.1. Вход в систему по логину и паролю;
 - 1.2. Разграничение прав доступа к блокам системы на основе ролей (RBAC).
2. Взаимодействие со справочниками:
 - 2.1. Создание, редактирование и удаление записей в справочниках;
 - 2.2. Поиск и фильтрация по записям справочников;
 - 2.3. Динамическая настройка атрибутов записей справочников;
 - 2.4. Привязка данных в справочниках к разным подразделениям предприятия.
3. Калькулятор единичных измерений
 - 3.1. Поддержка арифметических операций;
 - 3.2. Наличие базовых алгебраических и тригонометрических функций;
 - 3.3. Наличие специфических функций для округления (до значащих цифр, цифр после запятой, по различным нормативным документам).
4. Электронные лабораторные журналы:
 - 4.1. Создание, редактирование, удаление записей в ЭЛЖ;
 - 4.2. Выбор списка показателей, изменение методики измерения;
 - 4.3. Заполнение результатов единичных измерений и вызов пересчета среднего значения;
 - 4.4. Взаимодействие с калькулятором единичных измерений;
 - 4.5. Настройка форм ЭЛЖ.
5. Дизайнер отчетных документов:

- 5.1. Формирование отчетов на основе данных из БД ЛИС;
 - 5.2. Наличие кросс-таблиц;
 - 5.3. Возможность создания зависимостей между отчетами/запросами к БД;
 - 5.4. Стилизация блоков отчета;
 - 5.5. Экспорт в форматы PDF, XLSX, DOCX, PNG.
6. Интеграционная подсистема:
- 6.1. Создание, удаление, редактирование и выполнение интеграционных скриптов (на основе интеграционной подсистемы десктопного клиента ЛИС);
 - 6.2. Интерактивное взаимодействие с пользователем в процессе выполнения скрипта;
 - 6.3. Защищенное взаимодействие с файловой системой;
 - 6.4. Возможность планирования запуска скриптов по заданному расписанию.
7. Логирование:
- 7.1. Любые действия, связанные с изменением результатов измерений или расчетов, должны быть запротоколированы;
 - 7.2. Все попытки аутентификации пользователя должны протоколироваться вне зависимости от результатов;
 - 7.3. Каждый запуск скрипта в блоке «Интеграция» должен быть запротоколирован вместе с результатами его выполнения;
 - 7.4. Протоколы логирования должны быть доступны к использованию через блок «Дизайнер отчетных документов».
8. Отчетность:
- 8.1. При возникновении любых непредвиденных ошибок (исключений) должен формироваться отчет с текстом и стеком ошибки и отправляться на сервер хранения отчетности компании (при наличии доступа в интернет).

2.1.2. Требования к информационной и программной совместимости

Клиентская часть должна функционировать на любом устройстве, имеющем веб-браузер с поддержкой JavaScript (стандарта ES5), HTML5, CSS3.

Страницы должны корректно отображаться (при разрешении экрана 1920x1080) на следующих браузерах:

- Google Chrome – версия 83.0 и выше;
- Mozilla Firefox – версия 86.0 и выше;
- Internet Explorer 11 (без критичных ошибок в интерфейсе);

Основным языком для разработки клиентской части должен быть язык TypeScript, используемые инструменты и расширения – React, Redux, Ant.

Серверная часть должна корректно запускаться на операционных системах семейства Windows (Windows Server 2012 и выше) и Linux-подобных (AstraLinux 2.12 и выше, Ubuntu 18.04 и выше). В качестве реляционной СУБД допустимо использование MSSQL Server, Oracle, PostgreSQL.

В качестве основного языка для разработки серверной части необходимо использовать язык программирования общего назначения – Java (версии 11 и выше). Для разработки также допускается использовать фреймворк Spring и его составляющие.

2.2. Архитектура системы

Любая информационная система включает в себя большое количество составных частей, которые неизбежно взаимосвязаны между собой для выполнения бизнес-задач.

Таким образом, на основе приведенных требований в пункте 2.1 были выделены ключевые блоки веб-сервиса ЛИС «Химик-аналитик» и их основные части, а также проанализированы связи между ними. Абстрактное представление архитектуры приведено на рисунке ниже.

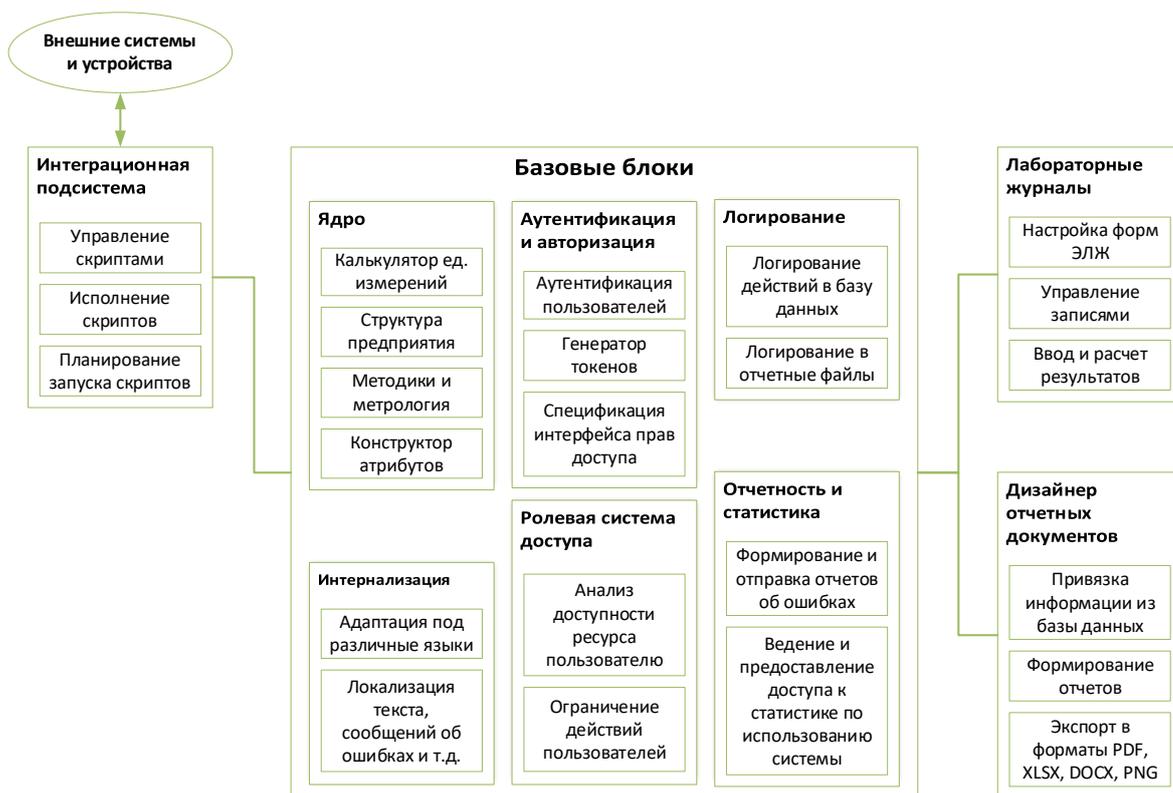


Рисунок 2 – Укрупненная схема архитектуры веб-сервиса ЛИС

После составления укрупненной схемы блоков был проведен анализ и проектирование каждого блока по отдельности. Стоит также отметить, что система является модульной, это значит, что для ее функционирования необходимы только «базовые блоки», все остальные предоставляются по требованию заказчика.

2.2.1. Структура предприятия

Каждое предприятия имеет свою уникальную внутреннюю структуру, и у различных заказчиков имеется деление на структурные подразделения, которое может ограничивать доступ тех или иных подразделений к данным других подразделений предприятия. Для решения данной задачи недостаточно иметь плоское представление структуры, которое включает в себя список всех лабораторий и подразделений, необходимо организовать представление структуры в иерархическом (древовидном) виде.

Древовидное представление информации позволит консолидировать огромные массивы данных большого предприятия в головном офисе с объединением данных по всем подразделениям предприятия.

2.2.1.1. Функциональные требования

Основные функциональные требования к структуре данных и логике справочника «Структура предприятия» следующие:

1. древовидная структура;
2. каждому структурному подразделению нужно обеспечить возможность присваивать наименование (тип) уровня (предприятие, филиал, отдел, участок, лаборатория, лабораторная группа);
3. для каждого типа уровня структуры должна быть возможность задать гибкий набор характеристик (руководитель, контакты, и пр.);
4. для каждого уровня структуры необходима форма для просмотра и настройки принадлежности записей справочников и вспомогательных журналов (сотрудники, объекты анализа, методики, и пр.);
5. пользователь системы может быть привязан как к одному, так и к нескольким уровням структуры; привязанный к более высокому уровню пользователь может обращаться к данным всех нижних уровней.

2.2.1.2. Схема базы данных

В соответствии с представленными требованиями к справочнику, была спроектирована логическая модель базы данных, которая представлена на рисунке 3.

Более подробно нижняя часть схемы (конструктор атрибутов записей) рассмотрена в пункте 2.2.2.

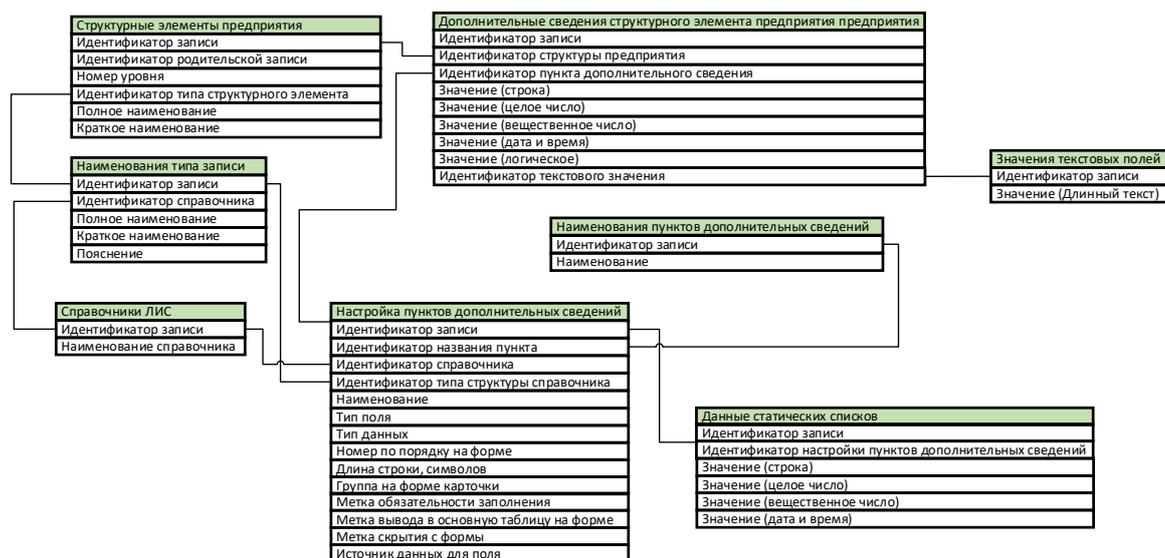


Рисунок 3 – Схема базы данных для справочника структуры предприятия

Представленная выше схема включает в себя две ключевые таблицы:

- таблица «Структурные элементы предприятия» (содержит основную информацию об уровне предприятия, которая используется в бизнес-логике системы).
- таблица «Доп. сведения структурного элемента» (содержит значения атрибутов (для каждого уровня), связанных с полями конструктора атрибутов).

2.2.2. Конструктор атрибутов

Так как разрабатываемая система поставляется большому количеству заказчиков, каждый из которых имеет уникальные анализируемые объекты (нефть, вода, пищевые продукты, и т.п.) невозможно заранее разработать систему, адаптированную под каждого отдельного заказчика. Соответственно, невозможно заранее предопределить набор атрибутов записей в справочниках, а также типы этих записей. Для устранения данной проблемы было принято решение о разработке блока для динамической настройки набора полей атрибутов в справочниках ЛИС.

Общие требования к данному блоку:

1. выбор справочника / блока ЛИС для настройки полей;
2. создание, удаление типов записей справочника / блока;

3. просмотр общего списка полей справочника и для каждого типа записи;
4. поддержка различных типов данных для ввода в поля (числа, логические значения, строки, даты);
5. возможность создания полей в виде выпадающих списков с возможностью установки статического списка и запроса к базе данных в качестве источника данных;
6. указатель уникальности значения атрибута в рамках разных уровней предприятия.

Требования к списку полей:

1. каждый элемент в списке полей должен содержать наименование поля и порядок его расположения на форме
 2. кнопка удаления должна быть видна только при выделении поля.
- При нажатии на кнопку необходимо проводить проверку заполненности данного поля. Если поле нигде не заполнено, то выводить стандартное подтверждение удаления. Если поле заполнено для записей, то выводить предупреждение о том, что при удалении поля все данные, связанные с этим полем, также будут удалены.

Форма редактирования поля должна содержать следующие поля:

- наименование поля;
- тип поля;
- тип данных;
- порядковый номер;
- количество символов (только для строкового типа данных);
- группа;
- обязательность заполнения;
- флаг вывода на основную форму (позволяет отобразить поле в таблице записей справочника);

- флаг вывода в карточку (позволяет отобразить поле в карточке редактирования записи справочника);

- только для чтения;

- список значений (только для типа поля – «список»).

2.2.2.1. Схема базы данных

Для решения данной задачи была спроектирована схема, которая включает в себя набор таблиц и связей, изображенный на рисунке 4.

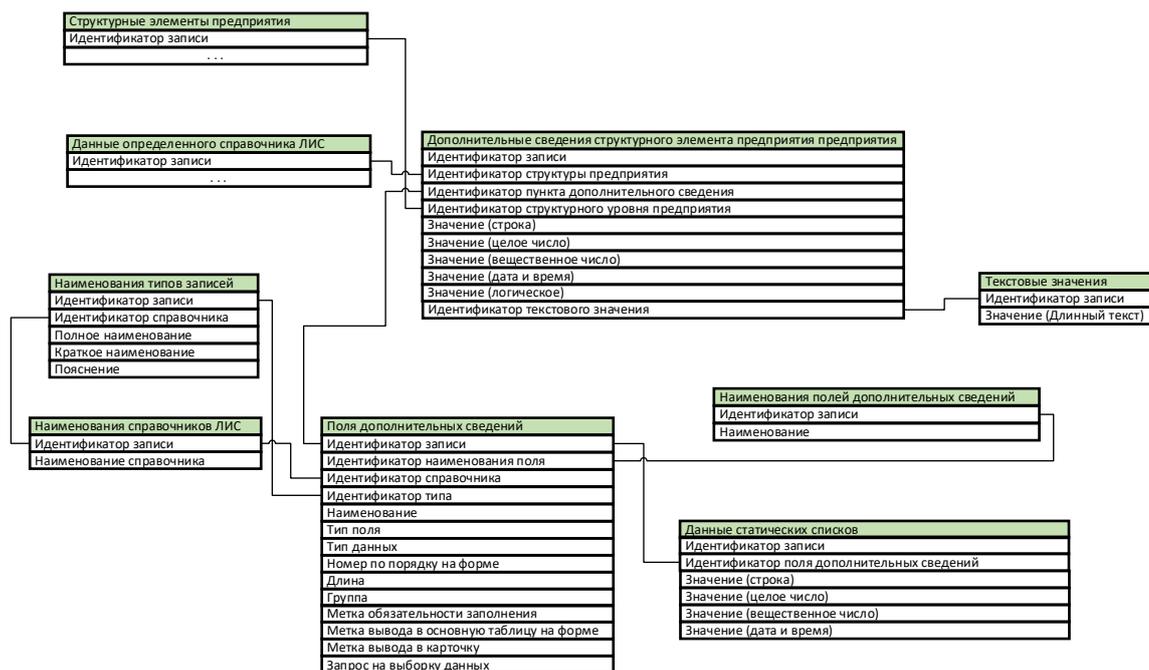


Рисунок 4 – Схема конструктора атрибутов ЛИС

Описание таблиц:

- «Наименование справочников ЛИС» – содержит все наименование справочников, доступных в системе (данная таблица заполняется с помощью миграций и доступна пользователям только в режиме чтения);

- «Наименование типов записей» – содержит наименование возможных типов записей в рамках каждого справочника, требуется для разграничения набора полей конструктора по справочниками и типам записей;

- «Поля дополнительных сведений» – представляет конфигурацию каждого отдельного поля конструктора;

- «Данные статических списков» – содержит набор элементов, необходимый для отображения выпадающих списков с фиксированным набором данных.

На данной схеме схематично изображена таблица с наименованием «Данные определенного справочника ЛИС», на месте этой таблицы в реальной базе данных может быть таблица, которая содержит записи любого из справочников ЛИС, где необходимо обеспечить поддержку динамических атрибутов.

Спроектированная модель основана на модели EAV (Entity-Attribute-Value). Основным преимуществом EAV является эффективное использование пространства базы данных в тех случаях, когда возможное количество различных атрибутов (свойств, параметров), которые могут быть использованы для описания сущностей, является очень широким, но количество атрибутов, которое на самом деле относится к отдельному объекту, является относительно небольшим.

2.2.3. Объекты анализа

Справочник объектов анализа – один из первичных справочников ЛИС. Данные этого справочника используются при создании методик анализа и контрольных точек с целью их дальнейшего использования в рабочих электронных журналах.

Как и любой другой справочник, справочник объектов анализа должен поддерживать базовые операции управления сущностями – создание, удаление, редактирование, а также архивирование.

2.2.3.1. Функциональные требования

1. Должно осуществляться отображение сводной информации в единой таблице с возможностью фильтрации и сортировки данных.

2. Должна иметься возможность просмотра полной информации об объекте анализа в его карточке, которая открывается при выборе элемента в сводной таблице и переходу к редактированию.

3. Карточка объекта должна иметь 3 шага заполнения:

3.1. общая информация по объекту анализа:

- тип записи;
- наименование;
- список групп (используется для объединения объектов);
- атрибуты записи (в соответствии с конструктором атрибутов).

3.2. привязка записи к подразделению предприятия;

3.3. атрибуты с уникальными значениями для подразделений предприятия.

2.2.3.2. Схема базы данных

Схема справочника объектов анализа состоит из семи базовых таблиц, представленных на рисунке 5.

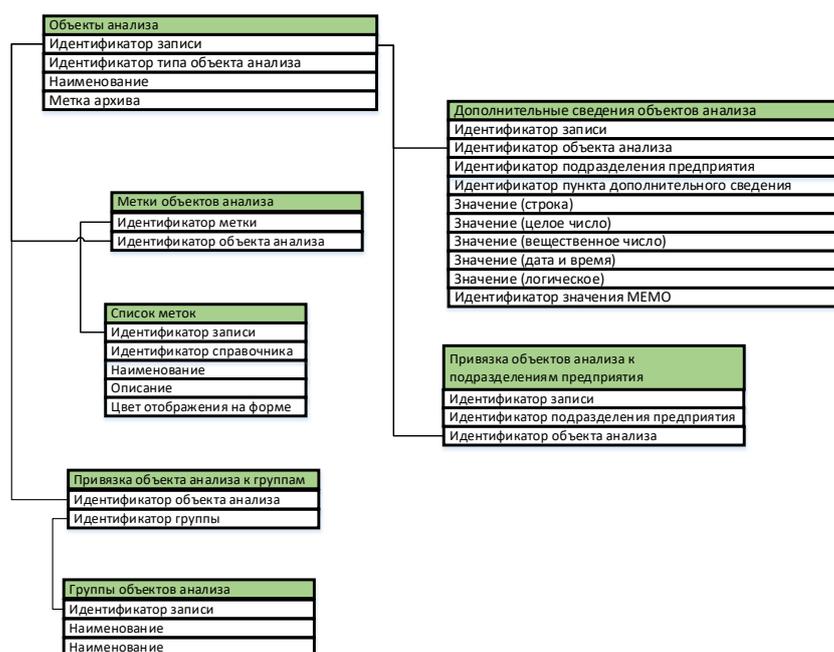


Рисунок 5 – Схема таблиц справочника объектов анализа

Более детальная информация о таблице «Дополнительные сведения объектов анализа» представлена в разделе 2.2.2.

2.2.4. Интеграционная подсистема

Современное производство характеризуется наличием самых разнообразных потоков информации, и управление данными потоками входит в

число ключевых факторов успешного развития любого предприятия. Разработка разнообразных аппаратно-программных комплексов, технологических средств и прочих решений по автоматизации информационных потоков, началась довольно давно, и к настоящему времени уже не осталось предприятий, на которых управление информационными потоками не было бы в той или иной степени автоматизировано.

Главные задачи промышленных аналитических лабораторий – это контроль соответствия определяемых компонентов продукции нормативам, улучшение качества выпускаемой продукции и состояния окружающей среды. Лаборатории проводят испытания с использованием нормативно-методической документации и доводят до сведения потребителей информацию о результатах анализа в виде протоколов, паспортов и иных отчетных документов. Для таких лабораторий важно своевременное выявление отклонений оцениваемых показателей от установленных норм, а также мониторинг тенденций их изменения в различных формах представления.

Исходя из поставленных перед лабораторией задач, возникает необходимость в работе с большим потоком исходной информации (планирование, пробоотбор, проведение испытаний, оформление результатов). Чем быстрее и достовернее лаборатория будет обрабатывать этот поток данных и передавать полученные результаты, тем более эффективной будет работа всего предприятия.

Однако без связи с другими информационными системами возникают проблемы с синхронизацией данных, увеличиваются накладные расходы на ввод данных в несколько систем. Например, без взаимодействия с бухгалтерскими программами и системами управления персоналом сложно произвести планирование закупок, посчитать себестоимость продукции или трудозатраты. Без сопряжения с системами класса АСУ ТП возникает путаница и дублирование ввода данных (зачастую такие системы получают данные с приборов и датчиков, генерируя большой поток информации). Без связи с MES\ERP-системами невозможно влиять на качество и себестоимость

получаемой продукции или экологические параметры производства. Данная проблема решается с помощью нового класса инструментов, обеспечивающих надежную интеграцию между системами. Именно его функциональность и возможности определяют судьбу всего проекта и вычислительных комплексов.

Интеграционная подсистема ЛИС «Химик-аналитик» нацелена на решение вышеизложенных проблем и автоматизацию процессов импорта и экспорта данных.

На рисунке ниже представлена диаграмма вариантов использования интеграционной подсистемы ЛИС.

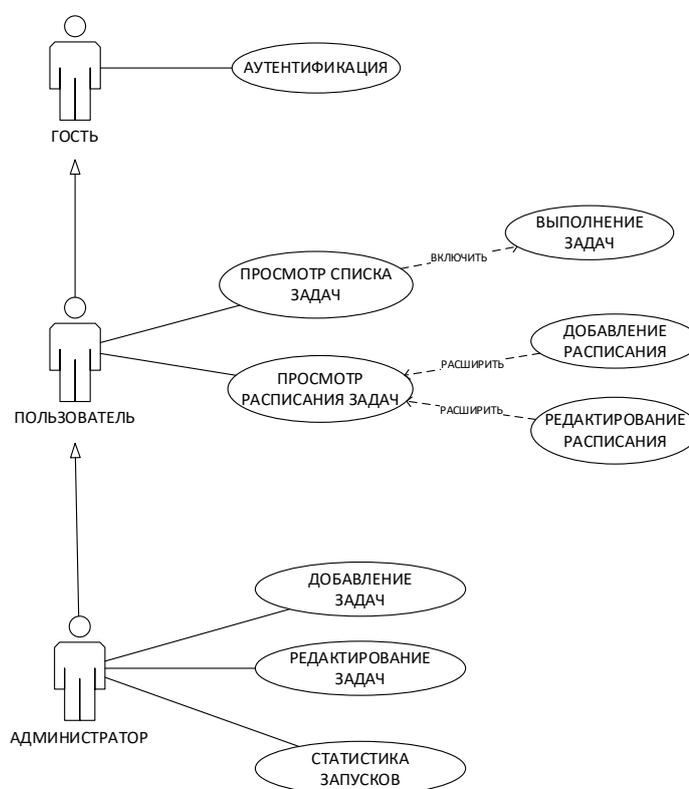


Рисунок 6 – Диаграмма вариантов использования интеграционной подсистемы

2.2.4.1. Схема модулей

Так как каждое предприятия имеет свой набор специфического оборудования и систем, возникает необходимость в разработке гибкой подсистемы, которая бы позволила покрывать любые интеграционные задачи.

Для решения этой задачи была спроектирован механизм, позволяющий разрабатывать интеграционные скрипты под нужды заказчика и исполнять их с

помощью интерфейса веб-сервера. Схема модулей интеграционной подсистемы приведена на рисунке 7.

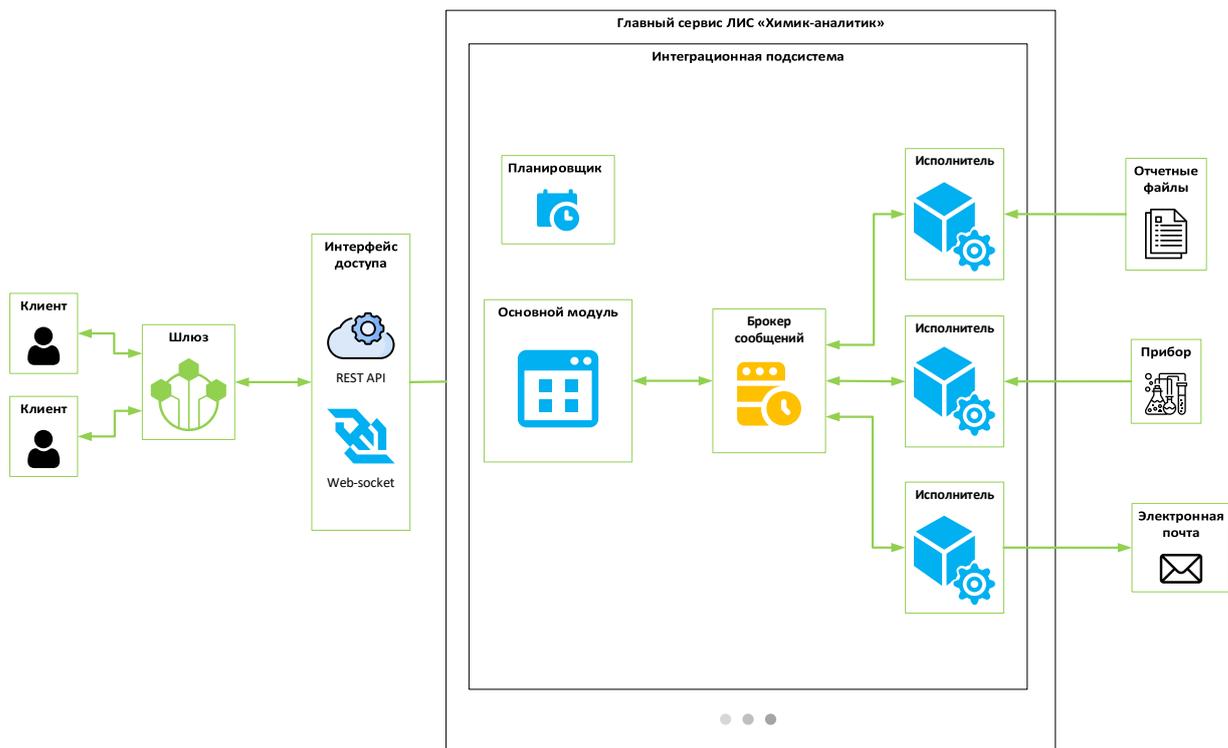


Рисунок 7 – Схема организации интеграционной подсистемы ЛИС

Таким образом, на основе приведенной схемы можно выделить четыре основных элемента в интеграционной подсистеме ЛИС:

- Основной модуль – содержит бизнес-логику для предоставления клиентам списка интеграционных задач и возможности их редактировать, а также информацию о статусе выполнения.
- Планировщик – отвечает за своевременный запуск интеграционных задач по расписанию.
- Брокер сообщений – предназначен для организации очередей с помощью, которых исполнители общаются с основным модулем.
- Исполнитель – процесс, выполняющий интеграционный скрипт.

2.2.4.2. Исполнитель задач

Исполнитель задач – это основа всей платформы, которая обеспечивает выполнение заранее разработанных скриптов. В основе исполнителя лежит платформа *Node.js*, также в своем составе он имеет две основных части: модуль

для работы с брокером сообщений и модуль для взаимодействия с базой данных ЛИС. Исполнитель является расширяемым посредством разработки «нативных» модулей, например, это может быть модуль для работы с XML-файлами, модуль работы с COM-портами, модуль, предназначенный для реализации графического интерфейса, и т.д. Взаимодействие с основным модулем интеграционной подсистемой производится посредством обмена командами (AMQP) или удаленного вызова процедур (RPC) через брокера сообщений или же посредством прямых обращений к REST API веб-сервиса ЛИС. Состав исполнителя более детально представлена на рисунке ниже.

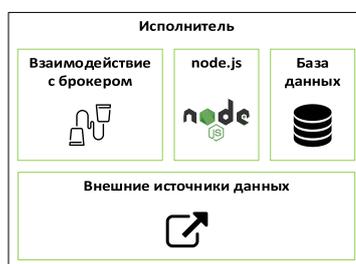


Рисунок 8 – Состав исполнителя задач

Далее представлен жизненный цикл исполнителя интеграционной задачи на базе диаграммы последовательности выполнения задачи (рисунок 9).

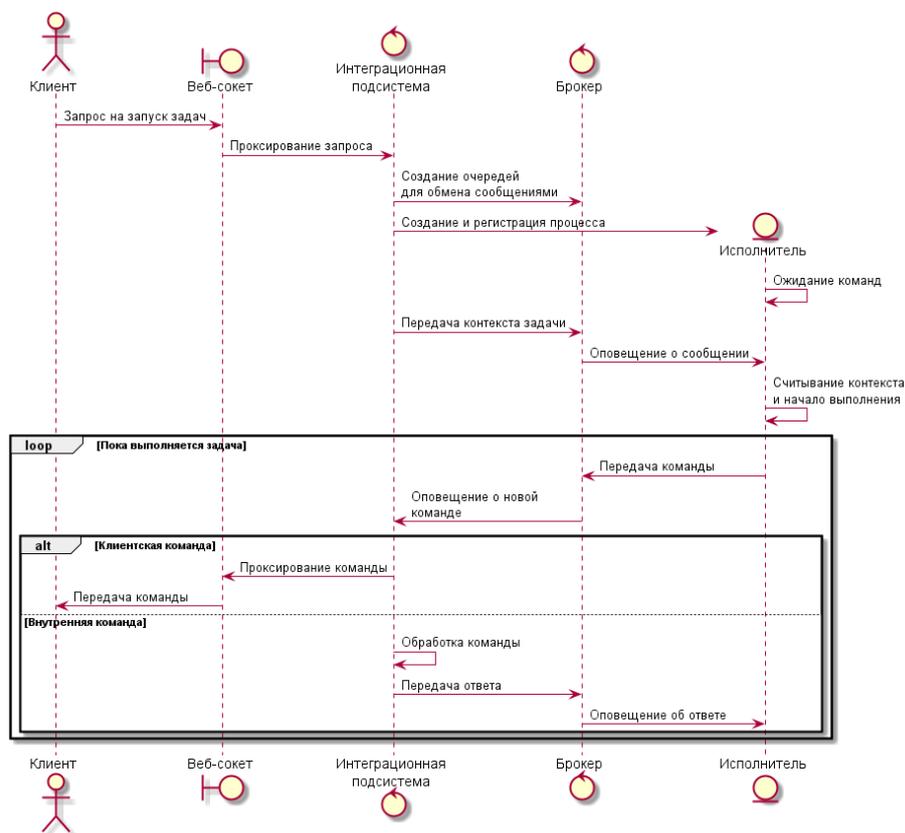


Рисунок 9 – Диаграмма последовательности выполнения интеграционной задачи

Таким образом, процесс исполнения задач базируется на четырех основных этапах:

1. Клиент обращается к веб-серверу, который предоставляет ему все необходимые инструменты для взаимодействия с задачами. На данном этапе пользователь может добавлять и изменять имеющиеся задачи, настраивать расписания выполнения задач.

2. После выбора конкретной задачи клиент с помощью ее идентификатора обращается к веб-сокету с запросом на выполнение задачи. Сервер в свою очередь проверяет существование задачи и, если она существует, то создает и регистрирует экземпляр исполнителя, также создает очереди для обмена командами с исполнителем, передает контекст задачи в очередь сообщений. Исполнитель при получении контекста производит инициализацию и приступает к выполнению задачи.

3. В процессе выполнения задачи исполнитель может взаимодействовать с веб-сервисом ЛИС посредством predefined набора команд, а также с внешними системами или устройствами посредством различных протоколов.

4. Интеграционная подсистема в данном случае является некоторым прокси-сервисом между клиентом и исполнителем, то есть производит передачу необходимых команд клиенту.

2.2.5. Калькулятор единичных измерений

Блок «Калькулятор» является неотъемлемой частью ЛИС «Химик-аналитик». Данный блок отвечает за вычисление единичных измерений в электронных лабораторных журналах на основе различных формул, а также используется в блоке внутрилабораторного контроля.

Основное предназначение калькулятора – исполнение формул для вычисления и расчета результатов анализов или вспомогательных данных.

2.2.5.1. Функциональные требования

Калькулятор внутри ЛИС должен поддерживать следующие возможности:

1. присвоение переменных;
2. русские наименования переменных и функций;
3. динамическая типизация;
4. алгебраические операции;
5. вызов стандартных функций ЛИС;
6. условные конструкции.

Пример требуемого синтаксиса формул калькулятора ЛИС:

```
[ИдентификаторРезультата] = ПолучитьИдентификаторТекущегоРезультата ()  
  
[ПараллельноеОпределение1] = 12.32  
[ПараллельноеОпределение2] = 11.23  
  
[Среднее] = [ПараллельноеОпределение1] / [ПараллельноеОпределение2]  
[Погрешность] = ПогрешностьПоМетрологии ([Среднее],  
[ИдентификаторРезультата])  
  
[ОкругленноеСреднее] = ОкруглитьПо (ГОСТ Р 8.932, [Среднее],  
[Погрешность])
```

[Заключение] = Если ([ОкругленноеСреднее] < 10, "Результат корректный", "Результат превышает норму")

2.2.5.2. Интерпретатор формул

Так как формулы калькулятора должны исполняться по требованию пользователя в любой момент, то необходима разработка интерпретатора для решения данной задачи.

Интерпретатор позволят проводить построчный анализ формулы и тут же исполнять ее. Структура интерпретатора формул калькулятора ЛИС представлена на рисунке ниже.

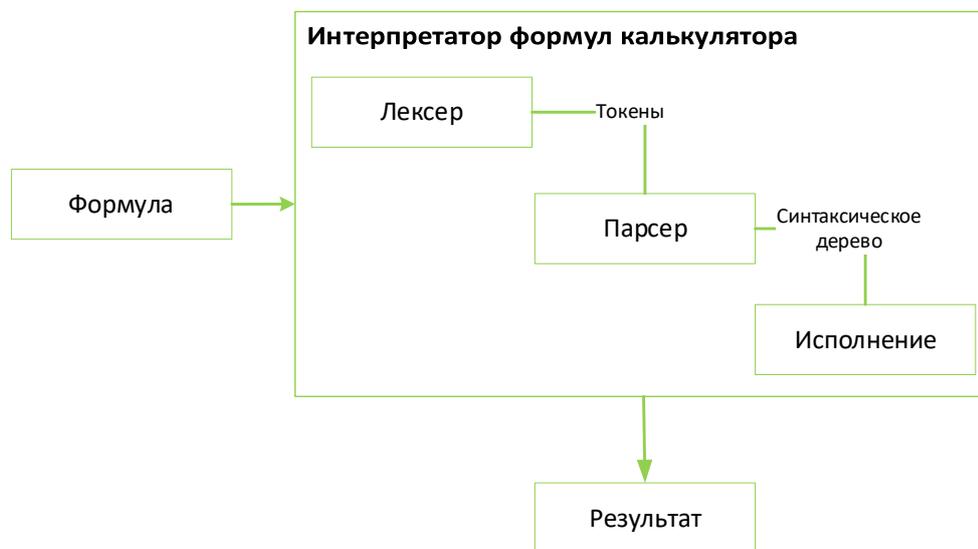


Рисунок 10 – Структура интерпретатора формул

Таким образом, интерпретатор состоит из трех базовых вещей:

- лексер – производит разбор входной формулы на определенные группы символов, который называют лексемами (токенами);
- парсер – выполняет синтаксический анализ поток токенов и строит синтаксическое дерево;
- исполнитель – производит обход синтаксического дерева и выполняет операции.

Так как написание интерпретатора «с нуля» довольно трудоемкая задача, для его реализации в проекте был использован генератор парсеров *Antlr4*.

Antlr4 широко используется для создания языков, инструментов и фреймворков. На основе грамматики он генерирует синтаксический анализатор,

который может строить деревья синтаксического анализа, а также генерирует интерфейс слушателя (или посетителя), который позволяет легко обходить синтаксическое дерево и выполнять инструкции.

2.2.5.3. Грамматика языка

Как уже было упомянуто выше, для генерации парсера с помощью *Antlr4* необходимо спроектировать грамматику языка, которая включает в себя набор лексем и правил парсера.

Ниже приведены некоторые из лексем и правил парсера интерпретатора формул калькулятора.

Лексемы для описания вещественного числа:

```
DOUBLE
  : Digit+ '.' Digit* ExponentPart?
  | '.' Digit+ ExponentPart?
  | Digit+ ExponentPart
  ;
```

```
fragment
ExponentPart
  : [eE] [+-]? Digit+
  ;
```

```
fragment
Digit
  : [0-9]
  ;
```

Пример лексемы для описания наименования функции, оператора, переменной:

```
// [a-zA-Za-яA-Я_]...
NAME
  : [a-zA-Z\u0410-\u042F\u0430-\u044F_] [a-zA-Z\u0410-\u042F\u0430-\u044F_0-9]*
  ;
```

Правило парсера для распознавания вызова функции:

```
functionCall
  : NAME nameAndArgs+
  ;

nameAndArgs
  : (':' NAME)? args
  ;

args
  : '(' explist? ')' | string
  ;
```

На основе подобных правил описывается вся грамматика языка формул ЛИС. После описания грамматики *Antlr* позволяет сгенерировать класс слушателя обхода синтаксического дерева. Наследуя данный класс, можно приступать к реализации бизнес-логики калькулятора.

2.2.6. Права доступа пользователей

Любая информационная система нуждается в разграничении прав пользователей, ЛИС также не является исключением. Для организации контроля доступа пользователей к справочникам, измерениями и т.п. была выбрана модель RBAC.

Контроль доступа на основе ролей (RBAC) – это парадигма построения системы безопасности, при которой пользователям предоставляется доступ к ресурсам в зависимости от их роли в компании (то есть каждый пользователь будет иметь доступ только к тем ресурсам, которые нужны ему при работе с системой в соответствии с его ролью/должностью).

Преимущества модели контроля доступа на основе ролей:

- Улучшение операционной эффективности

RBAC позволяет сократить объем работы администратора, и IT-поддержки и упрощает процессы выполнения аудита. IT-отделу не нужно управлять правами для каждого отдельного пользователя, а нужным пользователям проще выдать доступ к необходимым ресурсам.

- Простота внедрения новых пользователей

Управление правами доступа для каждого нового пользователя может быть довольно трудоемкой задачей, однако RBAC позволяет предопределить гостевые роли и назначить их необходимым пользователям системы.

- Снижение затрат

Запрещая группам пользователей доступ к определенным ресурсам, предприятие может более экономно использовать серверные ресурсы.

2.2.6.1. Схема базы данных

Для реализации выбранной модели была спроектирована схема, представленная на рисунке 11.

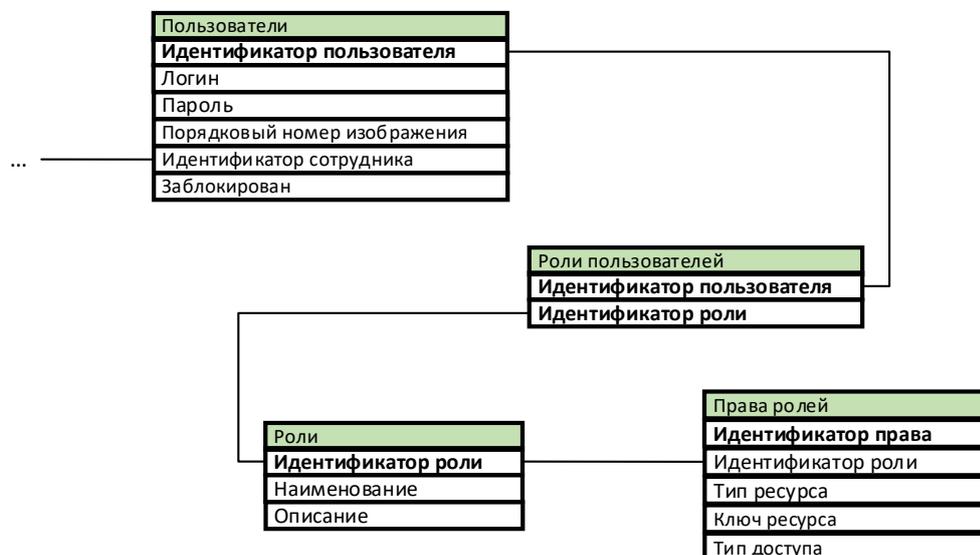


Рисунок 11 – Схема базы данных для разграничения прав доступа

Соответственно, таблица «Роли» содержит базовую информацию о роли, таблица «Права ролей» содержит все допустимые комбинации прав доступ указанной роли. Каждое право роли имеет три основных атрибута:

- тип ресурса – блок ЛИС, по которому необходимо регулировать право доступа (предопределенное перечисление);
- ключ ресурса – может быть использован для ограничения доступа к определенной записи справочника, журнала или определенному документу;
- тип доступа – позволяет ограничить возможности пользователей. (например, установить доступ только на чтение ресурса или же дать возможность производить запись в указанный ресурс).

2.2.6.2. Процедура контроля доступа

Проверка прав доступа клиента к ресурсу состоит из трех основных шагов:

1. Клиент отправляет запрос на чтение/изменение ресурса (включая в заголовок HTTP-запроса свой JWT-токен);

2. Из токена извлекается идентификационные данные пользователя, и производится поиск информации о его ролях;
3. На основе информации о ролях производится проверка доступа к ресурсу.

Более подробно процесс представлен на диаграмме последовательности (рисунок 12).

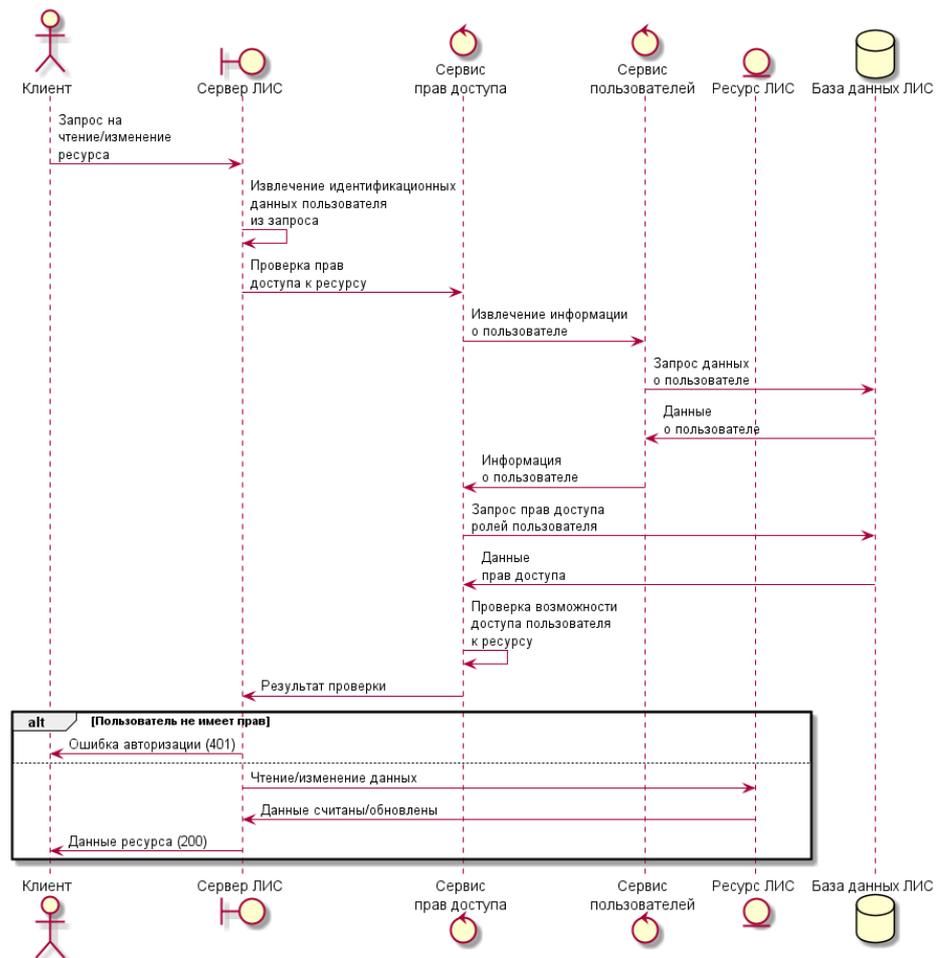


Рисунок 12 – Диаграмма последовательности проверки прав доступа к ресурсу ЛИС

3. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ

На основании спроектированной архитектуры, схемы базы данных и макетов, была начата разработка лабораторной информационной системы. В разработки были использованы различные языки программирования и технологии.

3.1. Среда разработки

Для разработки проекта в качестве интегрированной среды разработки для работы с Java была использована Idea от JetBrains.

Для разработки клиентской части и других задач был использован редактор исходного кода Visual Studio Code.

В качестве инструмента для управления жизненным циклом и кодом проекта использовался Gitlab. Данная платформа включает в себя управление git-репозиториями, систему отслеживания ошибок, работу с CI/CD и другие функции.

3.2. Инструменты

Для разработки основного сервиса серверной части используется объектно-ориентированный язык программирования Java (версия 11). Для упрощения разработки дополнительно используется фреймворк Spring (Boot, Web, Security, Data, AMQP).

При реализации интеграционной подсистемы был задействован брокер сообщений RabbitMQ, а также платформа Node.js для реализации исполнителя скриптов.

Для хранения данных исходя из нужд заказчика может быть использована одна из реляционных СУБД: SQL Server, MySQL, Oracle, PostgreSQL.

В качестве основных инструментов для разработки клиентской части использован фреймворк React в сочетании с Redux, а также дизайн система Ant. Для сборки проекта использовался Webpack.

3.3. Управление жизненным циклом

Любой проект нуждается в автоматизации всех процессов, связанных со сборкой, тестированием и развертыванием. Так как в компании используется Gitlab, который имеет в своем составе все необходимые инструменты для реализации CI/CD, было принято решение производить автоматизацию на его базе.

В Gitlab для выполнения данных задач используется Gitlab Runner. Gitlab Runner – это приложение, которое работает с Gitlab CI / CD для выполнения заданий в конвейере.

Основные задачи, решенные в проекте с помощью этого инструмента:

1. сборка проекта при появлении новых изменений в ветках git-репозитория;
2. автоматический запуск линтинга кода, модульных и интеграционных тестов;
3. развертывание версий на тестовых стендах при появлении изменений в определенных ветках в git-репозитории.

Ниже приведен отрывок скрипта CI/CD для запуска линтинга и модульных тестов:

```
lint:
  stage: lint
  script:
    - cd services/main-service/
    - chmod +x mvnw
    - ./mvnw checkstyle:check

unit-tests:
  stage: unit-tests
  script:
    - cd services/main-service/
    - chmod +x mvnw
    - ./mvnw install -DskipTests
    - ./mvnw surefire:test
```

3.4. Результаты разработки

3.4.1. Справочник структуры предприятия

В процессе выполнения работы была спроектирована и разработана серверная часть для управления структурой предприятия, а также конструктор для динамического управления атрибутами записей.

Интерфейс справочника структуры предприятия представлен на рисунках 13, 14.

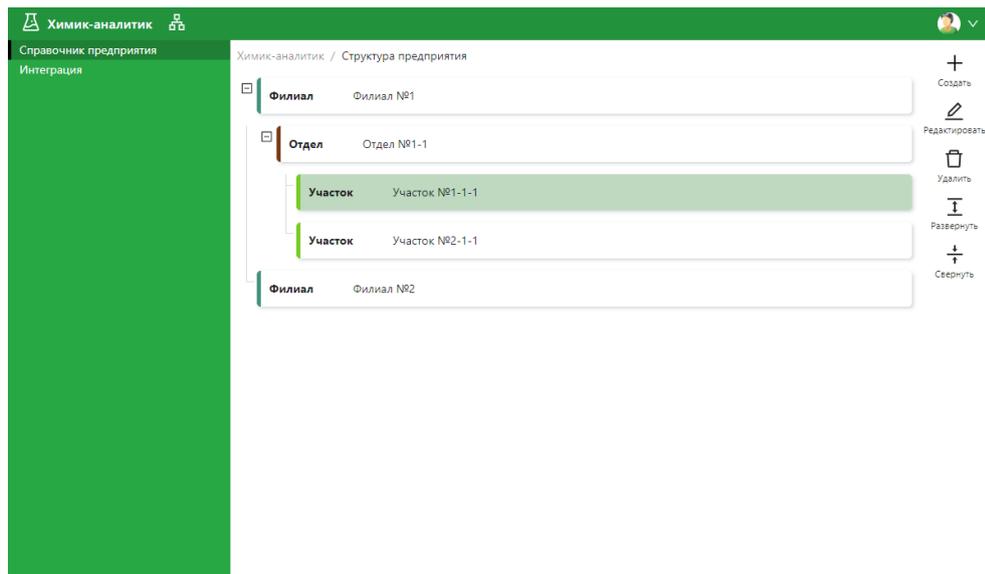


Рисунок 13 – Пользовательский интерфейс справочника структуры предприятия

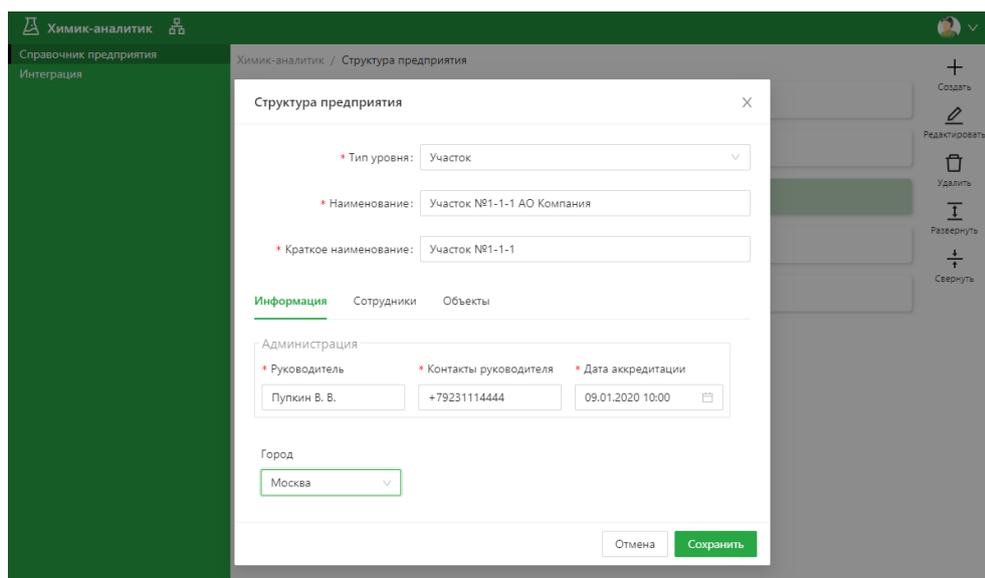


Рисунок 14 – Пользовательский интерфейс карточки уровня

3.4.2. Справочник объектов анализа

Справочник объектов анализа является одним из базовых и содержит информацию обо всех анализируемых материалах и веществах в исследовательской лаборатории. Для каждого объекта анализа существует набор показателей, которые анализируются лаборантами. Интерфейс справочника представлен на рисунках 15, 16.

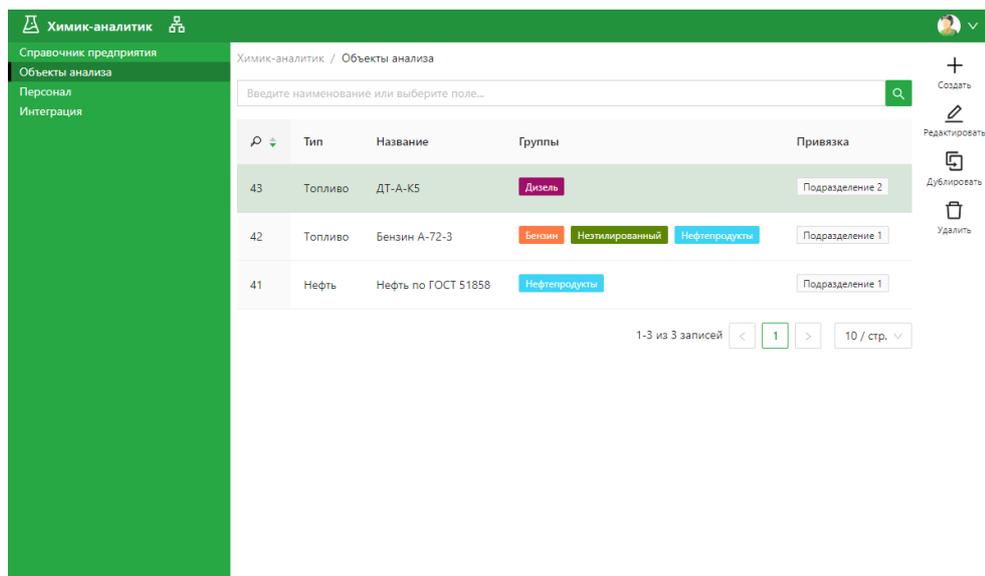


Рисунок 15 – Основная страница справочника «Объекты анализа»

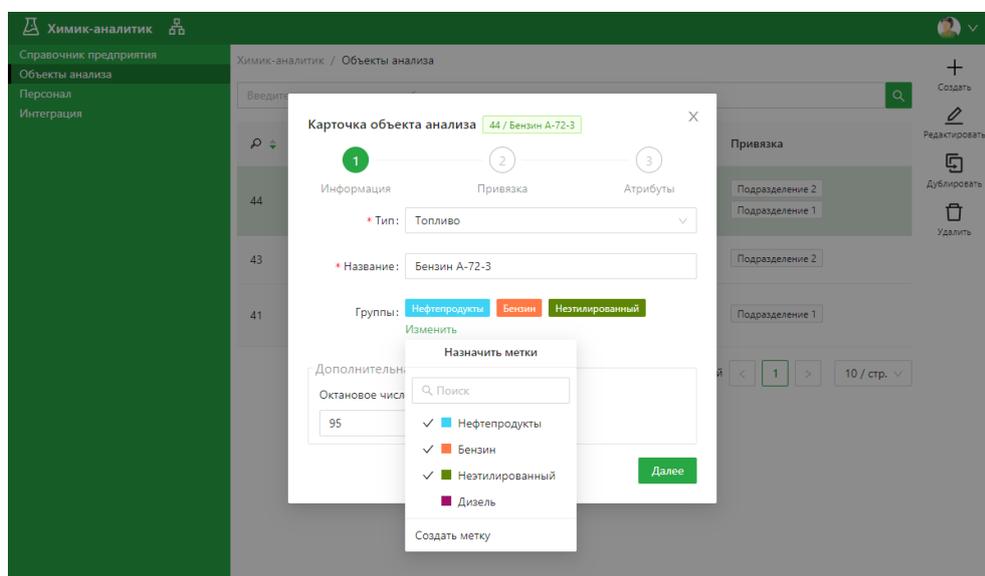


Рисунок 16 – Карточка объекта анализа

3.4.3. Справочник персонала

Данный справочник включает в себя список всех сотрудников лаборатории и развернутую информацию по каждому из них. Используется для

составления документов и в качестве вспомогательной информации в системе (рисунок 17, рисунок 18).

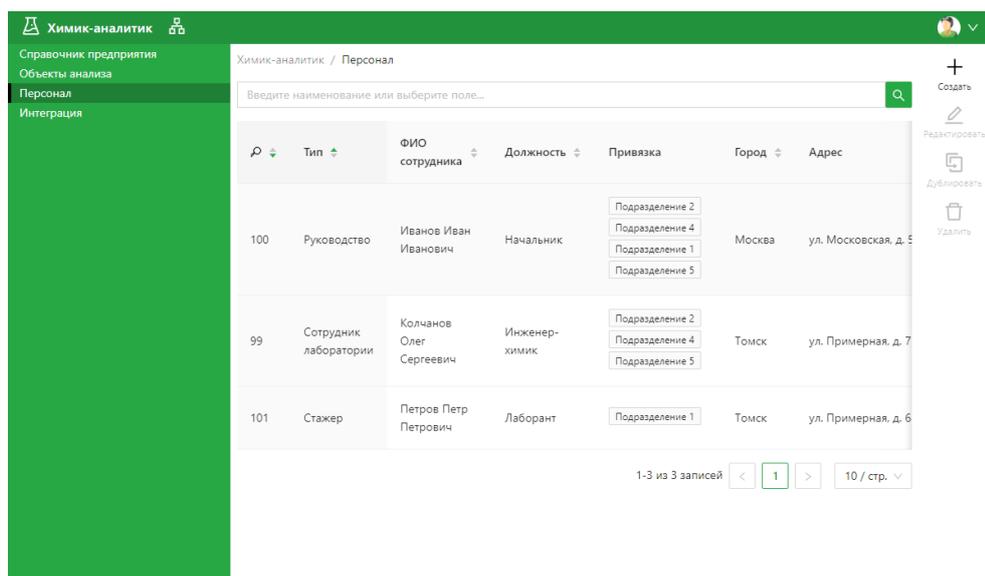


Рисунок 17 – Основная страница справочника «Персонал»

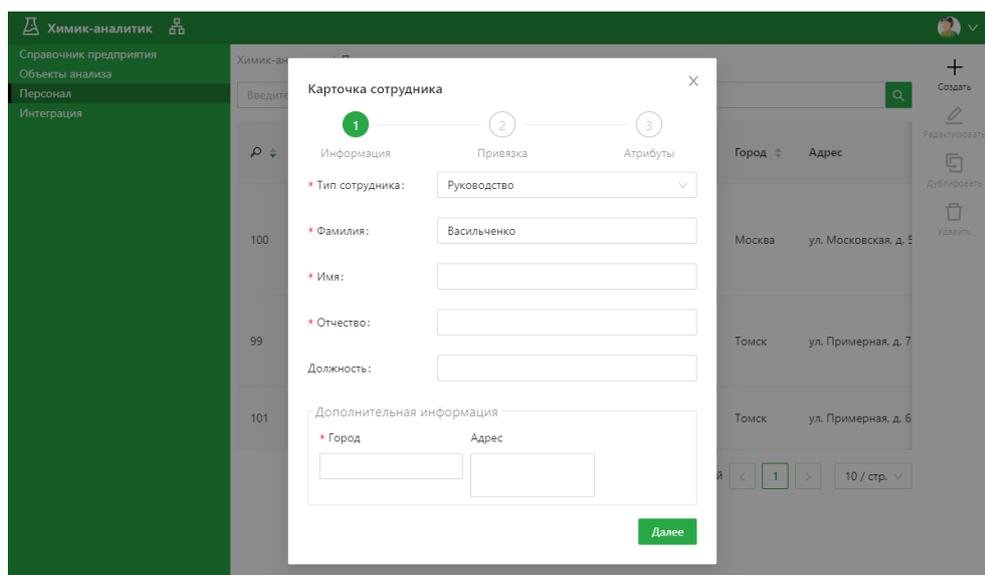


Рисунок 18 – Карточка сотрудника

3.4.4. Конструктор атрибутов

Как было описано в пункте «Проектирование системы» данной работы, конструктор атрибутов позволяет динамически настраивать набор характеристик записей справочников, и т.д.

Для демонстрации его использования рассмотрим справочник «Персонал», где каждый сотрудник может обладать своими уникальными значениями атрибутов.

Для начала проведем настройку полей атрибутов через административную панель в разделе «Настройка атрибутов». Например, создадим два общих поля (поля, которые отображаются у всех записей не зависимо от их типа) – город, адрес, а также создадим поле для типа записи «Стажер» – дата окончания стажировки (рисунок 19).

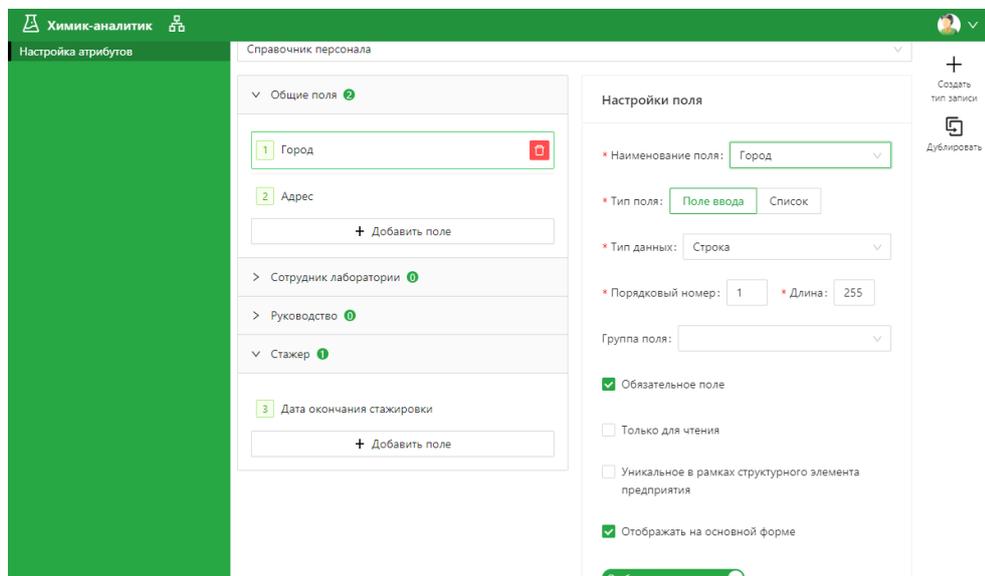


Рисунок 19 – Настройка динамических атрибутов записей справочника «Персонал»

Так как при создании полей были указаны опции вывода в основную таблицу и карточку записи, то мы можем наблюдать их в соответствующих местах (рисунок 20).

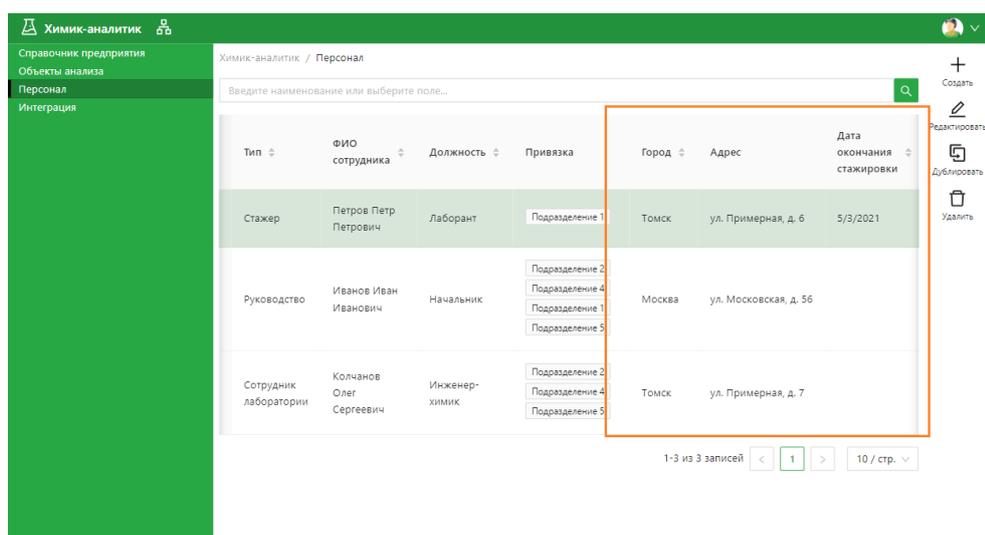


Рисунок 20 – Отображение динамических атрибутов в таблице записей справочника

Для демонстрации уберем вывод общего поля «Город» в основную таблицу, и посмотрим изменения (рисунок 21).

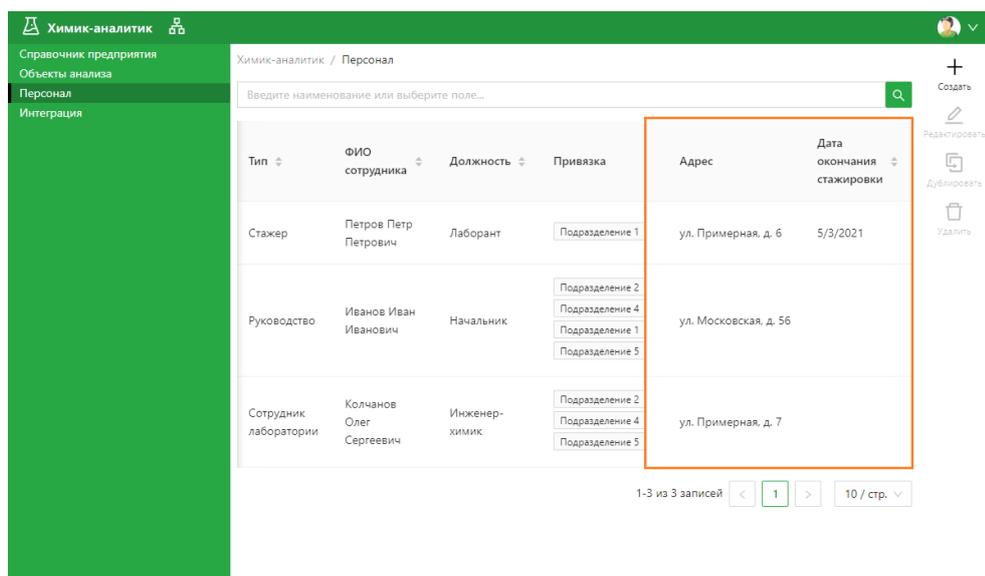


Рисунок 21 – Результат изменения параметров отображения динамических атрибутов

3.4.5. Интеграционная подсистема

Также в процессе выполнения работы была спроектирована и разработана подсистема интеграции.

Пользовательский интерфейс для запуска, редактирования и планирования задач представлен на рисунках ниже.

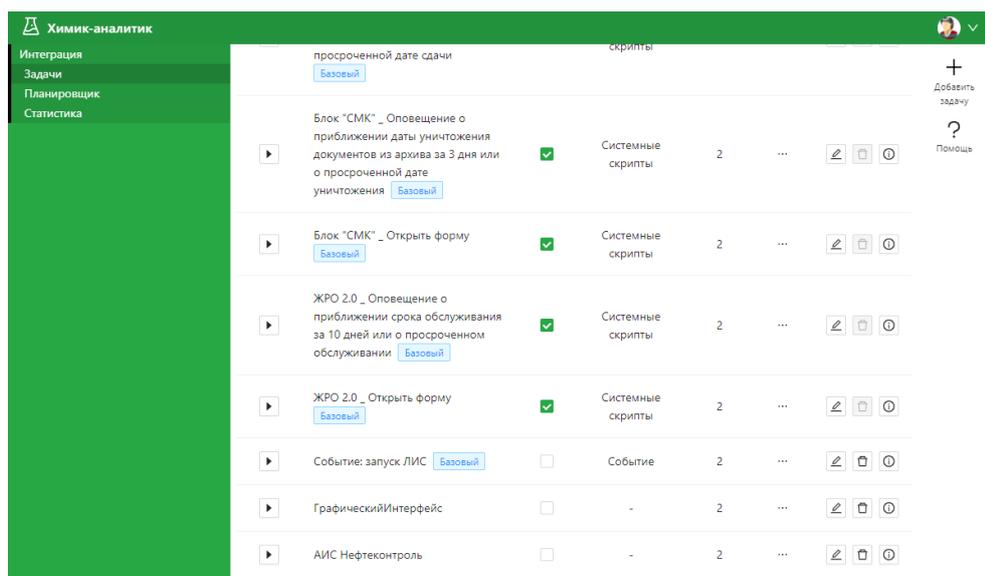


Рисунок 22 –Интерфейс для настройки и запуска задач

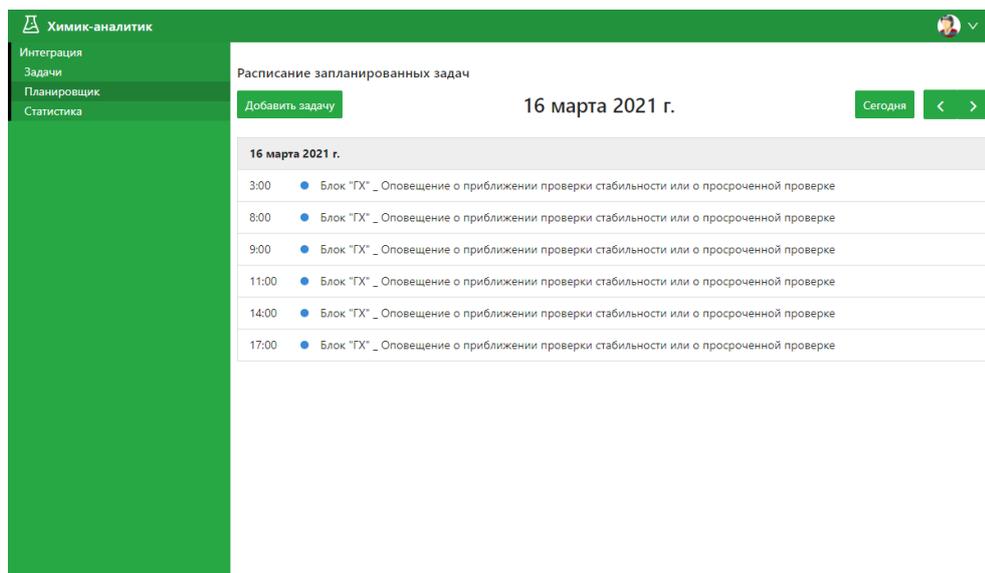


Рисунок 23 –Интерфейс планировщика задач

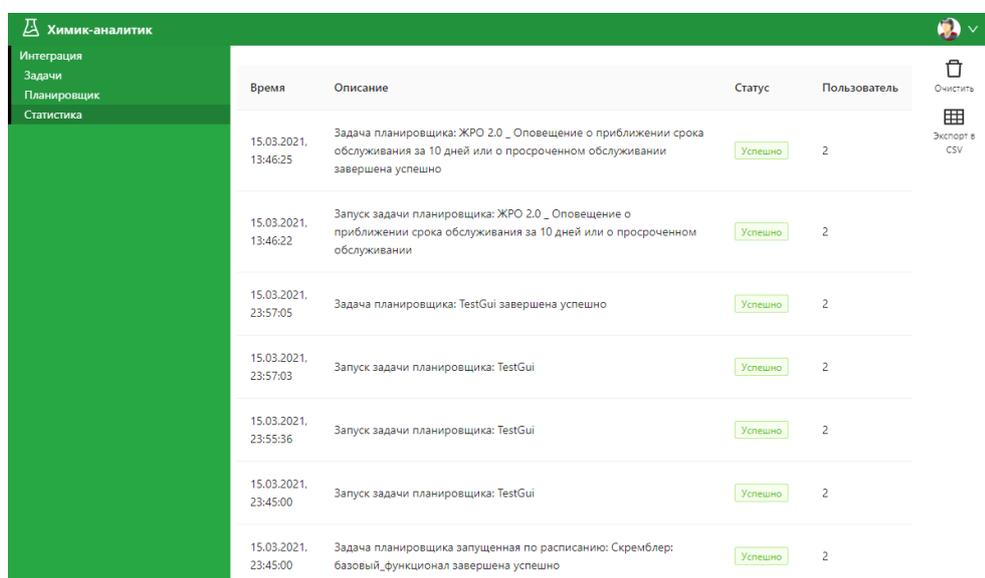


Рисунок 24 – Интерфейс статистики запуска задач

3.4.5.1. Интерактивное взаимодействие с пользователем

Так как в процессе выполнения задачи от пользователя может потребоваться ввод различных данных, передача файлов или уведомление о каких-либо событиях, то одной из частей приложения является модуль, позволяющий обеспечить динамическое построение различных элементов интерфейса.

Доступные элементы графического интерфейса:

- Информационное сообщение

1. `const message = require('@chemsoft/message');`

- 2.
3. `message.show('Информационное сообщение', 'Внимание')`

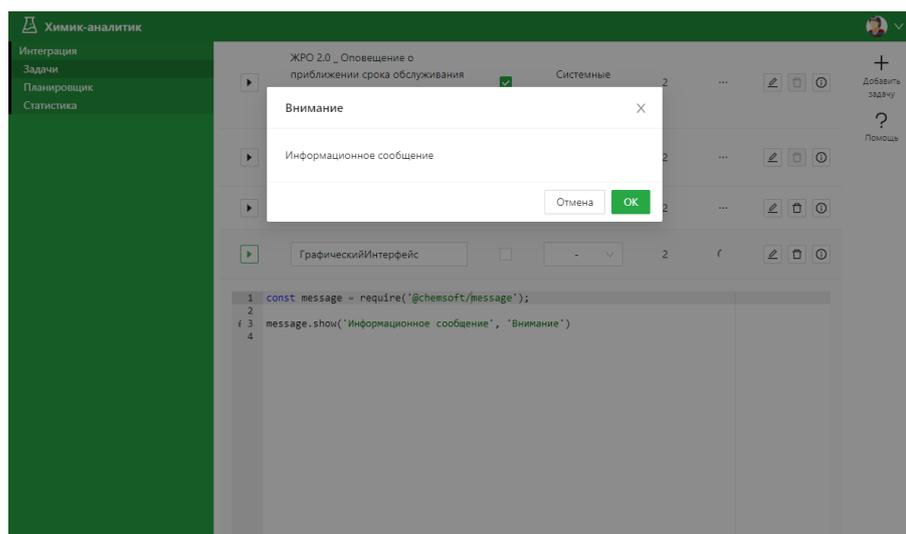


Рисунок 25 – Демонстрация создания информационного сообщения

- Диалог ввода данных

1. `const gui = require('@chemsoft/gui');`
- 2.
3. `const dialog = new gui.InputDialog();`
- 4.
5. `const textInput = dialog.makeInput(gui.InputType.STRING);`
6. `const numberInput = dialog.makeInput(gui.InputType.DOUBLE);`
7. `const dateInput = dialog.makeInput(gui.InputType.DATE);`
- 8.
9. `dialog.show();`

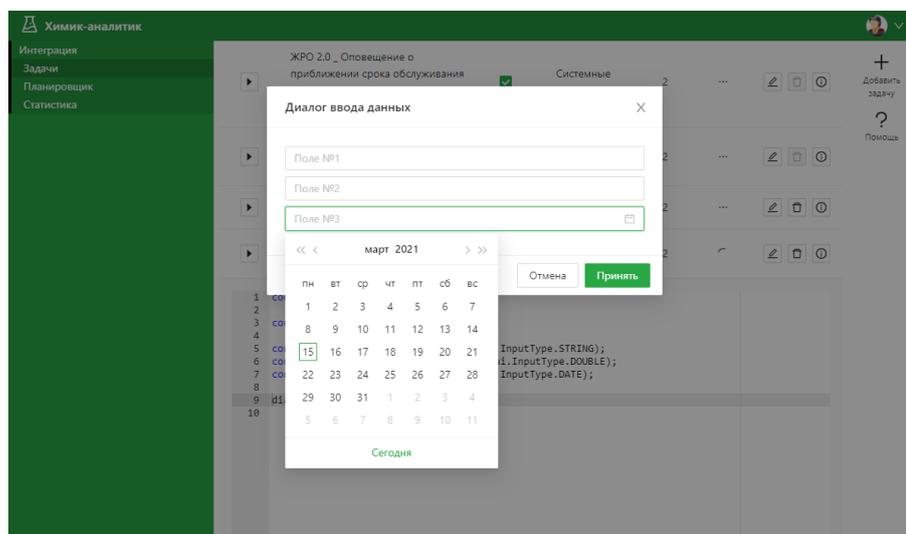


Рисунок 26 – Демонстрация создания диалога ввода данных

Таким образом, данный механизм позволяет создавать гибкие задачи для интеграции с различными сторонними информационными системами, оборудованием, и т.д.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Лабораторная информационная система «Химик-аналитик», как и любая другая система этого класса, предназначена для автоматизации процессов количественного и качественного определения физико-химических показателей различных объектов аналитического контроля в испытательной лаборатории. В качестве объектов аналитического контроля, в зависимости от отраслевой принадлежности, могут быть: воды, масла, нефть, газ и многое другое.

Помимо этого, ЛИС позволяет объединять информационные потоки испытательных лабораторий в единое информационное пространство, с целью обеспечения доступности всей информации для уполномоченных специалистов, надёжного хранения полученных данных, а также формирования единообразной электронной отчётности в любой момент времени.

Информационная система ЛИС также обеспечивает документирование лабораторных работ и процессов, включая ведение электронных лабораторных журналов, которые включают в себя всю необходимую информацию по проводимым испытаниям и их результатам, учет прослеживаемости движения проб объекта испытаний.

Таким образом, ЛИС нацелена на внедрение в аналитические лаборатории различного уровня. В качестве заказчиков могут выступать, как небольшие лаборатории, которые ведут внутрилабораторный контроль, так и крупные предприятия (а также их дочерние общества), такие как: Газпром, Роснефть, Росатом.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ существующих конкурентных решений позволяет определить сильные и слабые стороны создаваемого продукта, обозначить направление его

развития, а значит, не только оценить, но и повысить конкурентоспособность продукта на рынке.

Наиболее популярными аналогами представленной разработки являются такие продукты как:

- STARLIMS, ООО «Аврора-ИТ» (К1);
- I-LDS, ООО «Индасофт» (К2);

Оцениваться конкурентоспособность разработки будем по следующим критериям:

- Локализация система – поддержка различных языков и временных поясов;
- Наличие и полнота комплекта документации – степень документирования функционала системы;
- Управление результатами лабораторных анализов – наличие средств по работе с результатами анализов, прослеживаемостью проб и т.п.;
- Управление нормативной документацией – возможность просматривать нормативную базу системы;
- Настройка и генерация отчетов – возможность создание форм отчетных документов и генерация их на основе данных системы;
- Интеграция с другими информационными системами и устройствами – наличие интерфейсов и возможностей для обмена данными с другими системами;
- Поддержка различных СУБД – возможность работы с различными базами данных и различными их версиями;
- Организация обучения – проведение дистанционного и очного обучения лаборантов при внедрении системы.

Детальный анализ с использованием вышеприведенных критериев представлен в таблице ниже.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных систем

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Ф	Б _{К1}	Б _{К2}	К _Ф	К _{К1}	К _{К2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Локализация системы	0.03	4	5	4	0.12	0.15	0.12
2. Наличие и полнота комплекта документации	0.07	5	4	4	0.35	0.28	0.28
3. Управление результатами лабораторных анализов	0.15	5	5	5	0.5	0.5	0.5
4. Управление нормативной документацией	0.10	5	4	4	0.75	0.6	0.6
5. Настройка и генерация отчетов	0.15	4	5	5	0.6	0.75	0.75
6. Интеграция с другими информационными системами и устройствами	0.12	5	2	3	0.6	0.24	0.36
7. Поддержка различных СУБД	0.10	5	4	5	0.5	0.4	0.5
8. Наличие веб-версии системы	0.05	5	3	1	0.25	0.15	0.05
Экономические критерии оценки эффективности							
9. Длительность присутствия на рынке	0.07	4	5	4	0.28	0.35	0.28
10. Количество внедрений в химической отрасли	0.09	5	5	5	0.45	0.45	0.45
11. Организация обучения	0.03	4	5	5	0.12	0.15	0.15
12. Возможность оказания	0.04	5	5	4	0.2	0.2	0.16

услуг по техническому сопровождению системы							
Итого	1				4.72	4.22	4.20

Исходя из выбранных критериев и их весов можно отметить, что наиболее важными при анализе считаются: управление результатами лабораторных анализов, генерация отчетных документов, интеграция с другими информационными системами и устройствами.

Так как управления результатами анализов – это один из ключевых блоков большинства ЛИС, данный блок прорабатывается максимально детально каждой компанией разработчиком, поэтому оценка конкурентоспособности находится примерно на одном уровне. Однако большинство ЛИС имеют очень ограниченные механизмы интеграции с внешними системами, напротив, разрабатываемая система предполагает наличие очень гибких инструментов для автоматизации в данной области, тем самым позволяет упростить многие процессы внутри аналитических лабораторий и оптимизировать деятельность лаборантов.

На основе итоговых результатов можно видеть, что разрабатываемая система ничем не уступает имеющимся на рынке (конкурентоспособность 4.72 против 4.2 у конкурентов), а в части пунктов, таких как наличие веб-версии и интеграция с внешними системами, даже занимает лидирующие позиции. Данные пункты являются одними из ключевых при внедрении ЛИС на предприятии.

Данный анализ также позволяет говорить о том, что разработка является эффективной, так как покрывает основные задачи по автоматизации деятельности аналитических лабораторий и имеет высокий уровень конкурентоспособности.

4.1.3. SWOT-анализ

Одним из необходимых этапов анализа воздействия различных факторов на разработку является SWOT-анализ. Анализ состоит из двух основных этапов:

- Выделение сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз для разработки;
- Поперечное сопоставление каждого параметра с остальными и анализ результатов.

Результат SWOT-анализа разработки представлен в приложении .

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

В процессе выполнения работ в рамках научного исследования принимает участие группа из двух человек, а именно инженер (И) и научный руководитель (НР). На данном этапе производился анализ перечня работ, проводимых в рамках исследования и распределения их между участниками (таблица 2).

Таблица 2 – Перечень работ и распределение исполнителей

№ работы	Наименование работы	Исполнители работы
1	Выбор научного руководителя ВКР.	И
2	Составление и утверждение темы.	И, НР
3	Составление календарного плана-графика выполнения работы.	И
4	Изучение предметной области и нормативной документации.	И
5	Анализ существующих систем, их преимуществ и недостатков.	И, НР
6	Анализ и выявление требований, составление технического задания.	И, НР
7	Проектирование архитектуры.	И
8	Разработка и тестирование системы.	И

9	Составление и согласование расчетно- пояснительной записки.	И, НР
10	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	И
11	Подведение итогов, оформление работы.	И, НР

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Данный этап анализа является одним из ключевых, так как позволяет выявить трудоемкость каждого из участников проекта.

Для определения трудоемкости выполнения работ необходимо на основе экспертной оценки ожидаемой трудоемкости выполнения каждой работы рассчитать длительность работ в рабочих и календарных днях для каждого из вариантов исполнения работ последующим формулам:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

$$T_{p\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

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

дн.;

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (3)$$

где $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности;

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

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

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

$$T_{k_i} = T_{p_i} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

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

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

При проведении данных расчетов учитывался тот факт, что согласно производственному календарю для 6-ти дневной рабочей недели в 2021 году 365 календарных дней, которые включают в себя 299 рабочих дней и 66 выходных/праздничных дней. Для инженера расчет производился по 5-ти дневной рабочей недели, для которой в 2021 году 365 календарных дней, которые включают в себя 247 рабочих дней и 118 выходных/праздничных дней.

Отсюда следует, что коэффициент календарности для 6-ти дневной рабочей недели равен следующему значению:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Для 5-ти дневной рабочей недели равен следующему значению:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

На основе приведенных формул и рассчитанного коэффициента календарности была составлена сводная таблица, отображающая временные показатели проведения научного исследования. Данная таблица представлена в приложении .

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Для визуализации процесса проведения исследования и более детального отображения затраченного времени на каждую из задач конкретным исполнителем используется диаграмма Ганта. Данная диаграмма представляет из себя ленточный график, на котором каждая из проведенных работ отображается в виде отрезка с заданным интервалом времени выполнения и характеризует каждый вид работы отдельно.

Диаграмма Ганта будет строиться на основе составленной таблицы временных показателей, приведенной в приложении . Результат построения диаграммы Ганта приведен в приложении .

4.3. Бюджет научно-технического исследования

В состав затрат на разработку ПО и проведение эксперимента включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) целей;
- амортизационные отчисления;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

4.3.1. Расчет материальных затрат исследования

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при выполнении ВКР.

Для разработки системы были задействованы персональные компьютеры инженера и научного руководителя, цена которых составляет 80000 и 40000 рублей соответственно.

В процессе выполнения ВКР других дополнительных материалов не приобреталось, однако в данную статью затрат также были включены мелкие затраты на различные сопутствующие канцелярские товары и печать, которые составили порядка 400 рублей. Таким образом получаем, что $Z_m = 120400$ рублей.

4.3.2. Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{ЭЛ.ОБ.}} = P_{\text{ОБ.}} \cdot t_{\text{ОБ.}} \cdot Ц_{\text{Э}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{ОБ.}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

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

$Ц_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт/час.

Для ТПУ $Ц_{\text{Э}} = 6,59$ руб. за квт/час (с НДС).

Таблица 3 – Расчет расходов на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ.}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ.}}$, кВт	Затраты $Э_{\text{ОБ.}}$, руб.
Персональный компьютер	950	0,3	1882
Итого:			1882

Таким образом, затраты на электроэнергию составили 1882 рубля.

4.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает в себя заработную плату научного руководителя, инженера, а также премии и доплаты. Расчет выполняется на

основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Основной расчет фонда заработной платы выполнялся по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (6)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.

дни;

Среднедневная заработная плата сотрудника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (7)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени персонала, раб. дн.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48-56 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{ок}} \cdot K_p, \quad (8)$$

где $Z_{\text{ок}}$ – размер оклада, руб.;

K_p – районный коэффициент (1.3 для Томска).

Баланс рабочего времени представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель, дни	Инженер, дни
Календарные дни	365	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66	118
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по	56	24

болезни)		
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	223

На основе приведенных данных был произведен расчет основной заработной платы (таблица 5), полагаясь, что Саврасов Федор Витальевич (НР) является доцентом и имеет степень кандидата технических наук и имеет оклад в размере 35111,5 рублей. Оклад инженера примем равным окладу ассистента без научной степени, который равен 22695 рублей.

Таблица 5 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _{ок} , руб.	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	К _р	Т _{р.} , раб. дни	З _{осн.} , руб.
Инженер	22695	29503,5	1359,8	1,30	80	108786,6
Научный руководитель	35111,5	45645	2128,7		7	14901,1
Итого:						123687,7

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили 123687,7 рублей.

4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

По данной статье предусмотрены затраты по дополнительной заработной плате, учитывающие величину доплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы производился по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн.}} \quad (9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0.12 – 0.15), 15%.

Расчет дополнительной заработной платы для исполнителей проекта представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Размер дополнительной заработной платы

Исполнители	З _{доп.} , руб.
Инженер	15230,1
Научный руководитель	2086,2
Итого:	17316,3

Таким образом, затраты на дополнительную заработную плату составили 17316,3 рублей.

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Данный раздел расходов рассчитывался по следующей формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}). \quad (10)$$

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

На 2019 год в Федеральном законе №212-ФЗ от 24.07.2009 установлен размер страховых взносов равный 30%. Расчет отчислений представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	З _{осн.} , руб.	З _{доп.} , руб.	З _{внеб.} , руб.
Инженер	108786,6	15230,1	37205
Научный руководитель	14901,1	2086,2	5096,2
Итого:			42301,2

Таким образом, затраты на страховые взносы составили 42301,2 рублей.

4.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают все затраты, не вошедшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, оплата пользования услугами и пр.

Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (11)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (120400 + 1882 + 123687,7 + 17316,3 + 42301,2) \cdot 0.16 \\ &= 48894 \text{ рублей} \end{aligned}$$

Таким образом, накладные расходы составили 48894 рублей.

4.3.7. Формирование бюджета затрат проекта

В данном разделе производится подсчет общих затрат на выполнение ВКР по всем статьям, упомянутым выше. Расчет приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Бюджет затрат научно-исследовательского проекта

Статья затрат	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты НТИ	120400	33,97%
Расходы на электроэнергию	1882	0,53%
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	123687,7	34,89%
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17316,3	4,88%
Отчисления во внебюджетные фонды	42301,2	11,93%
Накладные расходы	48894	13,79%
Итого	354481,2	100%

Таким образом, расходы на выполнение ВКР составили 354481,2 рублей, а наиболее затратной статьей получились расходы на основную заработную плату.

4.4. Определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (12)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

$\Phi_{max} = 435000$ – стоимость самого дорогого аналога.

Тогда интегральный финансовый показатель для текущего проекта и аналогов (в качестве аналогов рассматриваются системы от конкурентов, рассмотренных в разделе 4.1.2):

$$I_{\Phi}^p = \frac{354481,2}{435000} = 0,81$$

$$I_{A1}^p = \frac{435000}{435000} = 1;$$

$$I_{A2}^p = \frac{391000}{435000} = 0,9.$$

Исходя из полученных результатов можно видеть, что текущая разработка является самой дешевой относительно оцененной разработки аналогичных систем у конкурентов, однако в данном случае детально не учитывается объем реализуемого функционала и надежность.

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a^i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a^i b_i^p \quad (13)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;
 a^i – весовой коэффициент i -го параметра;
 b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки,
устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;
 n – число параметров сравнения.

Для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности используется сравнительная характеристика вариантов исполнения проекта (таблица 9).

Таблица 9 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Удобство пользователя	интерфейса	0,15	5	4	5
2. Способствует производительности лаборантов	росту труда	0,25	4	5	4
3. Объем функционала		0,25	4	5	5
4. Поддержка операционных систем	различных	0,15	5	5	3
5. Быстродействие		0,2	5	5	5
Итого		1	23	24	22

$$I_{ТП} = 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 = 4,5$$

$$I_{АН1} = 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 = 4,85$$

$$I_{\text{АН2}} = 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 = 4,45$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр}}^p$) и аналога ($I_{\text{финр}}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}, \quad I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a} \quad (14)$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{CP}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} \quad (15)$$

где \mathcal{E}_{CP} – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Ниже приведена таблица с результатами расчетов эффективности разработки.

Таблица 10 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,9	0,55
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,45	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,85	4,94	5,56
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,12	1

Исходя из расчетов текущая разработка является наиболее оптимальной с экономической точки зрения, так как превосходит разработку аналогичных систем в ресурсоэффективности (интегральный показатель текущей разработки 5,56 против $\approx 4,9$ у аналогов). Однако в некоторых моментах разработка проигрывает аналогам, а именно в объеме реализованного функционала и степени роста производительности труда лаборантов, но этот факт сглаживается меньшим бюджетом проекта.

4.5. Вывод

В ходе разработки части дипломной работы, затрагивающей финансовую и ресурсную эффективность, была проведена оценка конкурентоспособности и эффективности разрабатываемой системы. Также был проведен SWOT-анализ и анализ конкурентных решений, что позволило выявить слабые и сильные стороны разрабатываемого проекта и найти пути улучшения конкурентоспособности продукта. Помимо этого, были рассмотрены статьи затрат на реализацию проекта, а также определена экономическая эффективность исследования.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1. Введение

Лабораторная информационная система «Химик-аналитик», как и любая другая система этого класса, предназначена для автоматизации процессов количественного и качественного определения физико-химических показателей различных объектов аналитического контроля в испытательной лаборатории. В качестве объектов аналитического контроля, в зависимости от отраслевой принадлежности, могут быть: воды, масла, нефть, газ и многое другое.

Для анализа вопросов социальной ответственности необходимо рассмотреть рабочее место оператора, его условия работы, а также ряд опасностей, которые может принести эксплуатация ЭВМ, и меры защиты от них.

5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые и организационные вопросы задают специфичные требования для выбранного рода деятельности, а именно сфера программирования. Для учета всех требований законодательства по организации работы необходимо провести анализ специальных норм трудового законодательства и организационных мероприятий по компоновке рабочей зоны для обеспечения эффективности работы трудящихся.

5.2.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

Специальные ограничения работы специалиста – инженера-программиста практически ограничиваются общими нормами трудового законодательства и СП 2.4.3648-20 [5].

Согласно классификации видов трудовой деятельности с персональным компьютером (ТОИ Р-45-084-01), работу разработчика следует отнести к группе В, предполагающая работу в режиме диалога с компьютером [6]. Согласно данной классификации, суммарное время регламентированных перерывов составляет от 30-120 минут в соответствии с категорией работ (ст. 108 ТК РФ) [7]. Также, при 8-часовой рабочей смене, регламентированные

перерывы следует устанавливать через 1,5 - 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

Помимо этого, женщины со времени установления беременности допускаются к работе на ПЭВМ до 3 часов за рабочую смену. Лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени, должны проходить обязательные предварительные медицинские осмотры.

При 12-часовой рабочей смене регламентированные перерывы должны устанавливаться в первые 8 часов работы аналогично перерывам при 8-часовой рабочей смене, а в течение последних 4 часов работы, независимо от категории и вида работ, каждый час продолжительностью 15 минут.

5.2.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны заключаются в правильном расположении персонального компьютера относительно оператора и правильном положении самого оператора во время работы. Рабочая зона, в том числе и рабочее место должна обеспечивать наивысшую эффективность работы оператора с минимальными нагрузками на здоровье человека. При несоблюдении условий работник может получить производственные травмы и хронические заболевания.

Схемы размещения рабочих мест с персональными компьютерами должны учитывать расстояния между рабочими столами с мониторами: расстояние между боковыми поверхностями мониторов не менее 1,2 м, расстояние между экраном монитора и тыльной частью другого монитора не менее 2,0 м. Клавиатура должна располагаться на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю. Быстрое и точное считывание информации обеспечивается при расположении плоскости экрана ниже уровня глаз пользователя, предпочтительно перпендикулярно к нормальной линии взгляда (нормальная линия взгляда 15 градусов вниз от горизонтали).

Более подробно сидячее рабочее место определяется в ГОСТ 12.2.032-78. Этот документ описывает размерные характеристики рабочего места, требования к размещению органов управления, требования к размещению средств отображения информации [8].

5.3. Производственная безопасность

5.3.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [9] опасные факторы подразделяются на физические, химические, биологические и психофизические. Из перечисленных групп необходимо выбрать факторы, свойственные при работе с ЭВМ. Опасности работы с персональным компьютером как правило связаны со статическими физическими нагрузками и психофизическими факторами, что связано с безопасностью работы с электрооборудованием и, в частности, с монитором компьютера, условиями организации производственной среды. При выполнении работ на персональном компьютере были выделены следующие опасные и вредные факторы (таблица 11).

Таблица 11 – Вредные и опасные факторы при работе с персональным компьютером

Тип фактора (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативный документ
Отклонение показателей микроклимата.	СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
Недостаточная освещенность рабочей зоны.	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с изменением №1)»
Превышение уровня шума.	СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы»
Повышенный уровень статического	ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов

электричества.	безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»
Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса (умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, монотонность труда).	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»
Статические физические нагрузки.	
Электромагнитное излучение.	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Повышенная напряженность электрического поля.	ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.	ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»

5.3.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

5.3.2.1. Отклонение показателей микроклимата

Одним из необходимых благоприятных условий труда является обеспечение в помещениях нормальных метеорологических условий, оказывающих существенное влияние на самочувствие человека. Метеорологические условия в производственных помещениях (микроклимат), зависят от ряда особенностей технологического процесса, а также внешних условий (климата, сезона, условий вентиляции и отопления) [10].

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое состояние человека.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96 [10], показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

В рабочем помещении необходимо обеспечить хорошую вентиляцию, кондиционирование и увлажнение воздуха, так как серверное оборудование и ПЭВМ выделяют большое количество тепла, а также сушат воздух.

Для комфортной работы необходимо соблюдать показатели микроклимата. Ниже приведены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96 (таблица 12). Работа программиста относится к категории «Iа», поскольку производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением, а также уровень энергозатрат не превышает 139 Вт.

Таблица 12 – Допустимые и оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная
Холодный	20-25	22-24	15-75	40-60	0,1	0,1
Теплый	21 -28	23-25	15-75	40-60	0,1	0,1

Микроклимат рабочего места должен регулироваться центральным отоплением и приточно-вытяжной вентиляцией. Для улучшения показателей микроклимата необходимо обеспечить правильное кондиционирование и вентиляцию воздуха, отопление помещений. В целях профилактики могут быть использованы средства местного кондиционирования воздуха, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, увлажнения воздуха [10].

5.3.2.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для работы за компьютером важное значение имеет освещение кабинета. Недостаточная освещенность приводит к снижению контрастной чувствительности, понижению остроты зрения.

Освещение должно включать в себя как естественное, так и искусственное. Для источников искусственного освещения применяют люминесцентные лампы типа ОД.

Согласно СП 2.4.3648-20 освещенность в учебных зонах должна быть не менее 300 лк. Освещенность поверхности экрана должна быть не более 300 лк и освещение не должно создавать бликов на экране. Прямая блескость от источников освещения должна быть не более 200 кд/м². Отраженная блескость не должна превышать 40 кд/м². Соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1. Рабочие столы необходимо размещать таким образом, чтобы естественный свет падал преимущественно слева, а коэффициент естественной освещенности не должен превышать 0.5%. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Расчет искусственного освещения:

Задачей расчета является выполнение общего равномерного освещения помещения. Размеры используемого помещения 7х6х4 м, высота рабочей поверхности $h_{рп} = 0,8$ м. Требуется создать освещенность $E = 300$ лк.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3}{N \cdot \eta}, \quad (16)$$

где E_n – минимальная нормируемая освещенность, лк;

S – освещаемая площадь, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения;

K_3 – коэффициент запаса;

N – количество светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент отражения стен $R_c = 50\%$, потолка $R_{п} = 70\%$. Коэффициент запаса $K_3 = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$. Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения. Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$. Приняв $h_c = 0,5$ м, получаем:

$$h = H - h_c - h_{рп} = 4 - 0,5 - 0,8 = 2,7 \text{ м};$$

где H – высота помещения, м;

h_c – высота рабочего стола, м.

В рабочем помещении светильники типа ОД установлены в три ряда (по 3 светильника на каждый ряд мощностью 40 Вт). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число люминесцентных ламп ЛТБ в помещении $N = 18$.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)} = \frac{42}{2,7 \cdot (7 + 6)} = 1,2.$$

Коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,53$.

$$\Phi = \frac{300 \cdot 42 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{18 \cdot 0,53} = 2615 \text{ Лм.}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов, ближайшая стандартная лампа – ЛТБ 40 Вт с потоком 2580 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ст} - \Phi_{расч}}{\Phi_{ст}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (17)$$

$$-10\% \leq \frac{2580 - 2615}{2580} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$-10\% \leq -2,6\% \leq 20\%$$

Электрическая мощность осветительной установки:

$$P = 18 \cdot 40 = 720 \text{ Вт.}$$

В результате анализа освещенности рабочего места отклонений от норм выявлено не было. Уровень освещенности соответствует нормам в разные периоды светового дня. Используемое рабочее помещения полностью соответствует требованиям нормативных документов.

5.3.2.3. Превышение уровня шума

Данный фактор также носит очень большую значимость в рабочем процессе оператора, так как при повышенном уровне становится трудно разобрать речь и сигналы, повышается утомляемость и ухудшается состояние здоровья. При регулярном нарушении уровня шума болезни принимают хронический характер, а чувствительность слуховой системы понижается. Шум действует не только на слуховую систему, но на нервную систему в целом, что приводит к проблемам памяти, концентрации, реакции. В итоге это приводит к понижению производительности работников [11].

Согласно СП 2.4.3648-20 в помещениях с использованием оборудования, являющегося дополнительным источником шума, должны проводиться шумоизолирующие мероприятия. Также согласно санитарным нормам СН2.2.4/2.1.8.562-96 для творческой деятельности в том числе программирования установлен предельный уровень звука 50 дБА [11].

В офисных помещениях, где разрабатывается программное обеспечение, и в помещениях, где предполагается использовать данное ПО, к источникам возникновения шума можно отнести: работу офисных электроприборов, работу серверного оборудования, работу ПЭВМ, наружный шум (например, уличный). Для снижения уровня шумов можно использовать вентиляторы системы охлаждения ПЭВМ с меньшей частотой вращения, экранировать серверное

оборудования, однако при нормальных условиях перечисленные выше источники не создают шумы, выходящие за пределы допустимых 50 дБА.

5.3.2.4. Повышенный уровень статического электричества

Статическое электричество является одним из вредных факторов. Оно возникает в результате накопления заряда на поверхности или объеме диэлектриков или на изолированных проводниках. Опасность возникает при разряде этого заряда, поскольку заряд может быть велик, что может вызвать поломку оборудования, угрозу для жизни оператора в результате прохождения заряда через тело человека. Накопление заряда может быть вызвано изоляцией оборудования или оператора.

Для устранения необходимо обеспечить заземление компьютера, чтобы заряд мог уходить на землю, не накапливаясь на корпусе компьютера. Правила заземления и другие мероприятия по устранению статического электричества перечислены в ГОСТ 12.1.030-81 [12].

5.3.2.5. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

Основными, обуславливающими развитие производственно-профессионального стресса (стрессового состояния), трудовыми нагрузками, согласно МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности», являются [16]:

- при умственной нагрузке – работа в состоянии дефицита времени, длительность сосредоточенного внимания, плотность сигналов и сообщений в единицу времени, высокая степень сложности задания, выраженная ответственность, наличие риска для жизни;
- при зрительной нагрузке – высокая точность выполняемой работы, необходимость высокой координации сенсорных и моторных элементов зрительной системы, т.е. координации зрения с системой органов движения, время работы непосредственно с экраном ПЭВМ.

Для уменьшения зрительной нагрузки необходимо делать зрительную гимнастику, а также корректно регулировать основных параметры монитора (яркость, контрастность и так далее), а также частоту обновления (при частоте меньше 75 Гц глаза человека устают быстрее). Так же благоприятнее для глаз подходят мониторы с IPS матрицей.

5.3.2.6. Статические физические нагрузки

Согласно МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» основными обуславливающими развитие производственно-профессионального стресса при физических нагрузках являются: динамические и статические мышечные нагрузки, связанные с подъемом, перемещением и удержанием различного по массе груза, значительные усилия, прикладываемые к органам управления и ручным инструментам, многократно повторяющиеся движения рук различной амплитуды, выполнение глубоких наклонов корпуса, длительное поддержание физиологически нерациональных рабочих поз [16].

В частности, характерными особенностями работы программиста являются недостаточный уровень общей двигательной активности (гипокинезия) и пребывание в физиологически нерациональных рабочих позах (неудобная, фиксированная, вынужденная).

Помимо этого длительное (25 и более процентов времени смены) пребывание работников различных профессий в физиологически нерациональных рабочих позах является утомительным для организма из-за постоянной статической нагрузки на отдельные мышечные группы, в основном на группы мышц рук, шеи, плечевого пояса, поясничной области, что может явиться причиной возникновения патологических нарушений [16].

Для снижения опасного воздействия от данных факторов необходимо правильно организовывать рабочее место, выбирать подходящие стулья и столы, а также через определенные интервалы времени изменять рабочую позу.

5.3.2.7. Электромагнитное излучение

Электромагнитным излучением называется распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля. Источником излучения в офисе могут стать системные блоки персональных компьютеров. Негативное воздействие электромагнитного излучения на организм человека проявляется в повышении температуры тела, а также может спровоцировать микропроцессы в организме, изменяющие свойства молекул [17]. Длительное воздействие повышенного уровня электромагнитного излучения повышает утомляемость, может вызвать гипертонию, катаракту, изменения в крови, повышает сонливость. Соответствующие значения показаны в таблице 13.

Таблица 13 – ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот ≥ 30 кГц – 300 ГГц

Диапазоны частот	Предельно допустимые уровни энергетической экспозиции		
	По электрической составляющей, (В/м)2·ч	По магнитной составляющей, (А/м)2·ч	По плотности потока энергии (мкВт/см ²)·ч
30 кГц – 3 МГц	20000,0	200	-
3 – 30 МГц	7000,0	-	-
30 – 50 МГц	800,0	0,72	-
50 – 300 МГц	800,0	-	-
300 МГц – 300 ГГц	-	-	200

Для снижения вредного воздействия ЭМП пользователю необходимо соблюдать расстояние от глаз до монитора от 0,5 до 1 метра. Также в целях уменьшения ЭМП рекомендуется пользоваться жидкокристаллическими мониторами вместо устаревших устройств с электронно-лучевой трубкой.

5.3.2.8. Повышенная напряженность электрического поля

Так как любая электрическая техника создает некое электрическое поле в определенной зоне, то данное поле может пагубно воздействовать на состояние оператора при длительной протяженности работ.

Наибольшее его значение сосредоточено в блоке питания, так как в нем осуществляется преобразование тока 220В в токи малого напряжения, которые создают меньшие значения электромагнитных полей. Для уменьшения воздействия блоки питания экранируются. Также для защиты от электромагнитного излучения необходимо использовать оборудование с меньшим излучением, удалить системный блок и монитор как можно дальше, сократить время работы.

При повышенных уровнях напряженности электрического поля развиваются нарушения нервной, сердечно-сосудистой системы.

Согласно установленным нормам, временные допустимые уровни электромагнитного излучения представлены в таблице 14 [5].

Таблица 14 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметра	Диапазон частот	Временные допустимые уровни ЭМП
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2.5 В/м
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля	–	15 кВ/м

5.3.2.9. Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Одним из выявленным опасных факторов является поражение электрическим током, так как максимальным безопасным значением напряжения считается 42В, а вычислительная техника питается от сети 220 В с частотой 50 Гц. Ток является опасным, так как ток с частотой 20-100 Гц наиболее опасен. Результатом воздействия на организм человека

электрического тока могут быть электрические травмы, электрические удары, и даже смерть [15].

Чтобы защититься от поражения током, необходимо:

- обеспечить недоступность токоведущих частей от случайных прикосновений;
- электрическое разделение цепи;
- устранять опасности поражения при проявлении напряжения на разных частях.

При работе с компьютером при прикосновении к его элементам могут возникнуть токи статического электричества, которые в свою очередь имеют свойство притягивать пыль и мелкие частицы к экрану. Пыль на экране ухудшает видимость, а при подвижности воздуха может попасть на кожу лица и в легкие, что вызывает заболевание кожи и дыхательных путей.

Для предотвращения этого существуют специальные шнуры питания с заземлением и экраны для снятия статического электричества, это поможет защититься от статического электричества, а также необходимо проводить регулярную влажную уборку рабочего помещения.

Помимо этого, для защиты от прохождения тока по телу необходимо соблюдать технику безопасности использования персонального компьютера, использовать ГОСТ Р 50571.3-94 [15] по защите от поражения электрического тока. При обнаружении нарушений изоляции необходимо в первую очередь отключить прибор от источника питания, использовать изоляционные материалы.

5.4. Экологическая безопасность

Непосредственно с выполнением данной работы, могут быть связаны негативно влияющие на экологию факторы, сопутствующие эксплуатации ПК.

В частности, аспектами негативного влияния являются, отходы и выбросы, имеющие место на этапе производства ПК, а также отходы, связанные с неполной их утилизацией.

Согласно ГОСТ Р 55102-2012 ПЭВМ содержит компоненты, которые должны быть отдельно собраны и утилизированы при выводе его из эксплуатации, представленные в таблице 15 [20].

Таблица 15 – Перечень основных компонентов некоторых типов электротехнического и электронного оборудования

Компоненты	Тип оборудования		
	Системный блок и клавиатура персонального компьютера	Ноутбук	Монитор персонального компьютера
Металлы	+	+	+
Двигатель	+	+	
Пластик	+	+	+
ЖК-экран		+	+
Электропровода	+	+	+
Трансформатор	+	+	
Печатные платы	+	+	+
Пластики, содержащие замедлители горения		+	
ХИТ	+	+	
Внешние электропровода	+	+	+

Кроме того, компьютерная техника является набором приборов, потребляющих электроэнергию, в связи с чем, нерациональное их использование может быть также расценено, как необоснованная нагрузка на окружающую среду [20].

В соответствии с этим даются следующие общие рекомендации по снижению опасности для окружающей среды, исходящей от компьютерной техники:

- применять оборудование, соответствующее санитарным нормам и стандартам экологической безопасности;
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- отходы в виде компьютерного лома утилизировать [19, 20, 21];

- использовать экономные режимы работы оборудования.

Главными нормативными актами, регулирующими вопрос утилизации ноутбуков, являются федеральные законы РФ «Об охране окружающей среды» и «Об отходах производства и потребления». А по ним вся оргтехника подлежит утилизации с соблюдением определенных правил: демонтаж запчастей, сортировка отходов и утилизация [21, 22]. Также утилизация ПЭВМ должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [19].

Помимо этого, люминесцентные лампы, применяемые для искусственного освещения рабочих мест, требуют утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно опасным химическим веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5 лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приёма. Юридические лица обязаны сдавать лампы на переработку и вести паспорт для данного вида отходов.

5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Вследствие того, что ведется работа с компьютером, существует возможность короткого замыкания или неисправности проводов. Питаются электроустановки посредством кабельных линий, являющихся особо пожароопасными. Именно поэтому наиболее типичная чрезвычайная ситуация – это пожар.

Для предотвращения возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;

- проведение с работниками инструктажа по пожарной безопасности.

Для увеличения устойчивости помещения к ЧС необходимо устанавливать системы противопожарной сигнализации, реагирующие на дым и другие продукты горения. Оборудовать помещение огнетушителями, планами эвакуации, а также назначить ответственных за противопожарную безопасность. Важно проводить своевременную проверку огнетушителей [23]. Два раза в год (в летний и зимний период) проводить учебные тревоги для отработки действий при пожаре.

При возникновении пожара необходимо обеспечить технические и организационные мероприятия по оповещению, эвакуации людей, тушению пожара [24]. При обнаружении пожара необходимо оповестить пожарную службу посредством пожарной сигнализации и провести эвакуацию через эвакуационные пути и выходы. Ликвидация последствий пожара обеспечивается автоматическими установками пожаротушения и пожарными службами.

Принудительная эвакуация при пожаре происходит в условиях усиливающегося действия опасных факторов пожара. Короткая продолжительность процесса аварийной эвакуации достигается наличием аварийных маршрутов и выходов, количество, размеры конструктивно-планировочные решения которых регламентированы строительными нормами СНиП 21-01-97 [25].

5.6. Выводы по разделу

В ходе выполнения данного раздела были рассмотрены и проанализированы различные факторы, негативно влияющие на рабочие процессы, рассмотрены их основные источники возникновения и выдвинуты меры по их снижению и предотвращению.

В экологической безопасности были рассмотрены вопросы утилизации отходов оргтехники, макулатуры. В ходе работы было установлено, что из

самых распространённых источников ртутного загрязнения является вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы, которые также подлежат соответствующей утилизации. Непосредственно само проект и его применение не несут экологической опасности.

При рассмотрении безопасности в чрезвычайных ситуациях было выявлено следующее, что наиболее типичной ЧС для помещения, в котором производится выполнение работы, является пожар.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан список функциональных и нефункциональных требований к разрабатываемой лабораторной информационной системе «Химик-аналитик». В следствие на основе данных требований была проанализирована и спроектирована архитектура основополагающих блоков и модулей системы, а также схема связей между ними.

На основе спроектированной архитектуры было реализовано ядро системы, позволяющее управлять информационными потоками аналитических лабораторий, заносить справочные данные, а также производить интеграцию с внешними информационными системами и устройствами.

Благодаря данной системе, химические предприятия могут существенно автоматизировать и упростить свою деятельность за счет получения следующих эффектов от внедрения:

- повышение точности анализов и снижения числа ошибок, связанных с человеческим фактором;
- повышение эффективности работы сотрудников лабораторий;
- упрощение процедуры аккредитации и инспекционного контроля;
- интеграция данных в другие системы;
- упрощение процессов контроля;
- упрощение процессов внесения информации за счет интуитивно-понятного интерфейса.

CONCLUSION

During the final qualification work, a list of functional and non-functional requirements for the developed laboratory information system «Himic-analytic» was successfully developed. After that, based on these requirements, the architecture of the main modules of the system, as well as the connection between them, was analyzed and designed.

Based on the designed architecture, the core of the system was implemented, which makes it possible to manage information flows of analytical laboratories, store measurement results, and also make integration with other information systems and devices.

Thanks to this system, enterprises can significantly automate and simplify their activities by obtaining the following effects from the laboratory information system:

- improving the accuracy of analyzes and reducing the number of human factor errors;
- improving the efficiency of employees;
- simplification of accreditation and inspection control procedures;
- export data into other information systems;
- simplification of control processes;
- simplification of the interaction with system thanks to easy and intuitive user interface.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батура Т. В., Мурзин Ф. А., Семич Д. Ф. Облачные технологии: основные понятия, задачи и тенденции развития // Программные продукты, системы и алгоритмы. – 2014. – №. 1. – С. 22-22.
2. Лабораторные информационные системы. Проблема выбора // Аврора-ИТ. URL: <http://www.avrora-it.ru/content/articles/index.php?article=1966> (дата обращения: 03.04.2021).
3. Главная // Химсофт. [2021]. URL: <https://chemsoft.ru/> (дата обращения: 05.04.2021).
4. Prasad P. J., Bodhe G. L. Trends in laboratory information management system // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. – 2012. – Т. 118. – С. 187-192.
5. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
6. ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере».
7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (с изм. от 23 июля 2013 г.) // Собрание законодательства РФ. 2002. № 1 (ч. 1). Ст. 108.
8. ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
9. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
10. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
11. СН2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
12. ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

13. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. «Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности».
14. ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».
15. ГОСТ Р 50571.3-94 «Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражений электрическим током».
16. МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности».
17. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
18. ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.»
19. ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов».
20. ГОСТ Р 55102-2012 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов».
21. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
22. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ.
23. НПБ 166-97. «Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации».
24. ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в российской федерации».
25. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – SWOT-анализ

Внешние факторы	Внутренние факторы	
	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	<p>С1. Простой и понятный в использовании пользовательский интерфейс;</p> <p>С2. Наличие веб-версии;</p> <p>С3. Гибкие механизмы интеграции с внешними системами и устройствами;</p> <p>С4. Поддержка различных СУБД;</p> <p>С5. Возможность развертывания на ОС семейства unix, windows.</p>	<p>Сл1. Сравнительно небольшая команда разработчиков;</p> <p>Сл2. Сложная предметная область с обилием нормативной документации;</p> <p>Сл3. Длительная разработка;</p> <p>Сл4. Необходима постоянная поддержка продукта;</p> <p>Сл5. Необходима адаптация под заказчика.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Упрощение пользовательского интерфейса;</p> <p>В2. Повышение быстродействия и уменьшения времени отклика;</p> <p>В3. Упрощение процессов развертывания системы у заказчика;</p> <p>В4. Выход на зарубежный рынок;</p> <p>В5. Предоставление доступа к системе в форме SaaS.</p>	<p>В процессе постоянного улучшения и упрощения интерфейса порог входа в систему будет снижаться, приводя к снижению стоимости внедрения у заказчика и повышению эффективности использования системы.</p> <p>За счет гибких механизмов интеграции данных появляется возможность автоматизации рутинных действие по переносу данных между системами;</p> <p>Наличие веб-версии и предоставление доступа к системе по модели SaaS позволит охватить большее количество потенциальных заказчиков.</p>	<p>Отсутствие возможности улучшать систему по ходу разработки из-за небольшой команды разработчиков;</p> <p>Выход на зарубежный рынок является довольно трудоемкой задачей из-за совершенно другой нормативной базы и требований к ЛИС;</p> <p>Упрощение процессов развертывания системы позволит снизить затраты на первоначальную адаптацию систему.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление более функциональных систем у конкурентов;</p> <p>У2. Введение санкций на иностранное ПО;</p> <p>У3. Сложность развертывания система из-за неимения доступа к серверам заказчиков;</p> <p>У4. Потеря потенциальных заказчиков.</p>	<p>Простота пользовательского интерфейса позволит сохранить конкуренцию на рынке даже при появлении новых возможностей у конкурентов.</p> <p>Возможность развертывания на различный ОС отсеивает конкурентов, которые поставляют систему только под ОС семейства Windows;</p>	<p>Небольшая команда разработчиков и длительная разработка может привести к сильному отставанию по функционалу от конкурентов;</p> <p>Сложная предметная область и введение санкций на иностранное ПО или фреймворки может значительно увеличить время разработки.</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
		t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни		И	НР	И	НР
		И	НР	И	НР	И	НР				
Выбор научного руководителя ВКР.	И	2	0	3	0	2.4	0	2	0	4	0
Составление и утверждение темы.	И, НР	2	1	2	1	2	1	2	1	3	1
Составление календарного плана-графика выполнения работы.	И	1	0	2	0	1.4	0	1	0	2	0
Изучение предметной области и нормативной документации.	И	6	0	8	0	6.8	0	7	0	10	0
Анализ существующих систем, их преимуществ и недостатков.	И, НР	3	1	5	2	3.8	1.4	4	1	6	2
Анализ и выявление требований, составление технического задания.	И, НР	8	1	13	2	10	1.4	10	1	15	2
Проектирование архитектуры.	И	11	0	14	0	12.2	0	12	0	18	0
Разработка и тестирование системы.	И	20	0	22	0	20.8	0	21	0	31	0
Составление и согласование расчетно-пояснительной записки.	И, НР	7	2	10	2	8.2	2	8	2	12	2
Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	И	9	0	12	0	10.2	0	10	0	15	0
Подведение итогов, оформление работы.	И, НР	2	1	3	1	2.4	1	2	1	4	1
Итого		71	6	94	8	80.2	6.8	80	7	119	8

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – График Ганта

Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал. дн.		Продолжительность выполнения работ													
		И	НР	февраль		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Выбор научного руководителя ВКР.	И	4	0	■													
Составление и утверждение темы.	И, НР	3	1	▤	■												
Составление календарного плана-графика выполнения работы.	И	2	0		■												
Изучение предметной области и нормативной документации.	И	10	0		■	■											
Анализ существующих систем, их преимуществ и недостатков.	И, НР	6	2			▤	■										
Анализ и выявление требований, составление технического задания.	И, НР	15	2			▤	■	■									
Проектирование архитектуры.	И	18	0					■	■	■							
Разработка и тестирование системы.	И	31	0							■	■	■	■				
Составление и согласование расчетно-пояснительной записки.	И, НР	12	2										▤	■			
Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	И	15	0												■	■	■
Подведение итогов, оформление работы.	И, НР	4	1														▤

▤ – Научный руководитель

■ – Инженер

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

GENERAL STRUCTURE OF THE LABORATORY INFORMATION SYSTEM

Студенту:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM91	Лемешонок Кириллу Анатольевичу		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Саврасов Ф.В.	К. Т. Н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ ШБИП	Ажель Ю.П.	—		

1. GENERAL STRUCTURE OF THE LABORATORY INFORMATION SYSTEM

The trend in the development of modern information technologies is that they are used to maximum effect in the spheres where there is a large amount of routine work and data requiring to be processed, or it is needed to accumulate the result of activities in various areas. Therefore, the scope of automation of testing laboratory activities is quite perspective for automation using modern information technologies.

Testing laboratories are utilized by all manner of businesses to provide objective analytical data on the quality of a product or a process. Some companies look to testing labs for product certification, which can be a significant marketing tool. Still other companies secure the services of environmental testing laboratories to check on water and soil quality before making a major land and/or facility purchase. Whatever the reason, the services offered by testing laboratories are often of great usefulness to businesses in a wide range of industry sectors.

Modern analytical (testing) laboratories cover a wide range of industries, and their responsibilities include performing a huge number of tests on different analysis objects. In addition, every year the requirements of normative documents for product quality are becoming more stricter, also the amount of information that must be analyzed, stored and processed during analysis is growing.

For example, a typical process for analyzing a single sample may include performing up to 10 analyzes, during which a lot of parameters of the sample are analyzed. Considering that a laboratory can perform hundreds of analyses per day, we can conclude that the flow of information is so huge that manual data processing (calculations, prepare graphics, making documents) will take a lot of time. But thanks to the use of a laboratory information system that it is possible to automate all information processing processes and free up a huge amount of time for additional analyzes.

1.1. History of laboratory information systems

Laboratory information systems were originally developed in-house by companies seeking to simplify data flows processing. Such systems, which are still being developed by some companies, can take a significant amount of time, money and human resources to be implemented.

In parallel with these company-specific LIS implementations, attempts have been made to create commercial systems. Such systems were proprietary systems that were often developed by analytical instrument manufacturers to operate on chromatographs.

These commercial systems, although usually designed for a specific industry, still could not provide much flexibility for the specific needs of laboratories. In particular, to meet the needs of a wide range of laboratories, it was necessary to spend a lot of time and money on the development of a flexible commercial system.

In parallel with the distribution of commercial laboratory information systems, there has been an increase in computers processing speed, an increase in the capabilities of third-party software, and a decrease in the cost of PCs, workstations and minicomputers. These benefits have been carried over to the LIS environment.

Modern commercial laboratory information systems offer a good flexibility and functionality. Many of the most popular commercial laboratory information systems take advantage of client-server systems and provide access to laboratory information across the enterprise. Laboratory information systems which based on web technologies is also offered by many vendors. In addition, today's changes in computer science, along with the increasing speed of analytical tools, is leading to improvements in data processing and storage systems that work together with laboratory information systems to control laboratory data and generate reports with even greater accuracy.

1.2. Purpose of the system

Since a laboratory information system (LIS) can influence all aspects of a laboratory's organization, it must have the potential to become a key, if not a major player in a laboratory's quality system.

The laboratory information system «Himic-analytic», like any other system of this type, is designed to automate the processes of quantitative and qualitative analyzing of physical and chemical parameters of various analysis objects in the testing laboratory. The objects of analytical control, depending on the industry, can be: water, oil, gas and other.

In addition, laboratory information systems allow you to combine information flows of testing laboratories into a single information space, in order to provide the availability of all information for authorized employees, provide reliable and centralized storage of the received data, as well as the creation of uniform reporting at any time.

The LIS information system also provides reporting of laboratory work and processes, including the maintenance of digital laboratory journals, which include all the necessary information on the analysis carried out and their results and traceability of the movement of samples of the test object.

Since any modern information system needs to exchange data with other systems and devices, laboratory information systems provide an opportunity to evaluate the measurement results, import data from other information systems, as well as devices, and export the measurement results or other data to any other information systems.

The main goal of any laboratory information system is to automate the activities of testing laboratories or other chemical industries.

Among the key objects and processes of automation, the following can be highlighted:

- Business processes automation in accordance with the requirements of normative documents for the competence of a testing laboratory, for the accuracy of methods and measurement results, for internal quality control of analysis;
- Creation a single source of reliable and operational data for product quality control which can be transmitted to various levels of production management;
- Reduction of the time spent by employees to process test results, reducing the probability of errors during these operations;
- Increase in the speed of the transferring testing laboratory control reports to users of various enterprise levels;
- Reduction of labor costs of employees for the making of periodic reporting documents containing data of analysis quality;
- Improvement of the reliability and security of data storage, eliminating the human factor when transferring information between different levels of the enterprise;
- Improvement of the quality of processing analysis results;
- Automation of the processes of internal quality control of analysis results;
- Automation of the processes of making and maintenance test equipment certification schedule and inspection of the technical condition of additional devices.

1.3. Main modules of laboratory information system

The laboratory information system architecture includes a large number of blocks and modules which designed and developed to automate business processes. An enlarged architecture diagram is shown in the figure below.

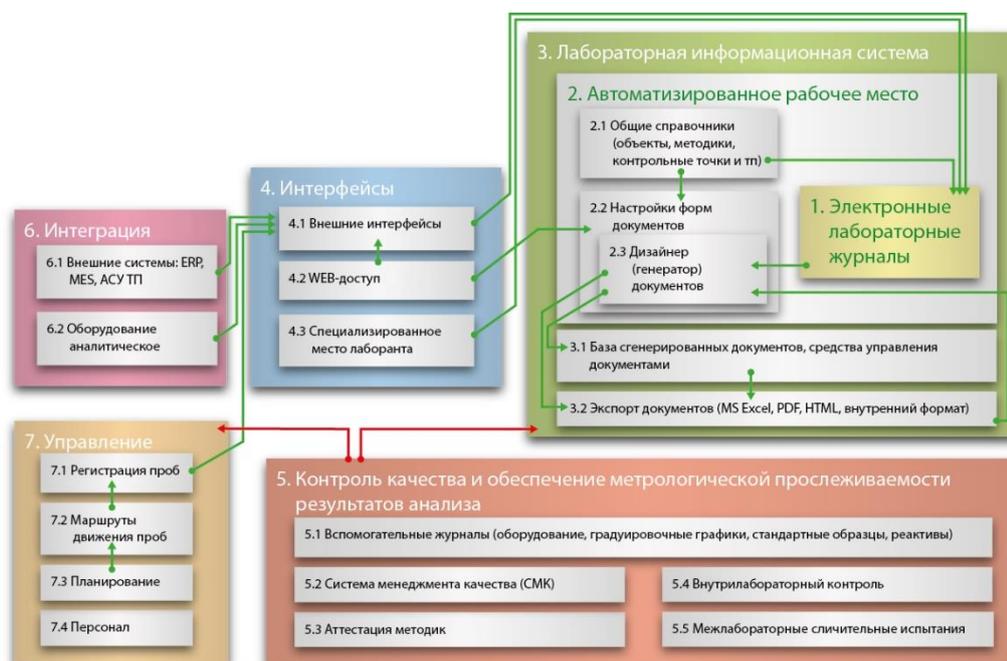


Figure 1 –Architecture of the «Himic-analytic»

Laboratory information system «Himic-analytic» includes such key blocks:

- Digital reference books

To provide the ability for writing and storing information about the analysis objects of the laboratory, measurement techniques (calculation formulas, reference data, rounding options), result parameters, the administrative and technological structure of the enterprise, and much more.

- Digital laboratory journals;

To provide the registration of primary information on samples and measurement results including traceability of samples.

- Processing of analysis results;

To calculate single definitions based on specified formulas, the average value for collection of single definitions.

- Making report documents;

To statistically process the measurement results and their presentation in the form of reporting documents of the testing laboratory; to provide mathematical and statistical processing of the data displayed in the document.

- Accounting and registration of equipment;

To form a database on laboratory equipment with the ability to register information, planning maintenance work.

- Internal laboratory control;

To provide calculations and making report documents based on certified algorithms according to RMG 76-2014, GOST 5725-6-2002, R 50.2.060-2008, RMG 59-2003, PND F 12.10.1-2000. Construction of Shewhart maps and their interpretation simultaneously according to several quality indicators.

- Planning and management of laboratory activities;

To form the employees' working schedule, split and assign the tasks.

- Integration subsystem.

To provide automated processing of data coming from laboratory equipment (devices) that have communication ports or any other information system having well-known communication protocol.

1.4. Advantages of the system

From spreadsheets to record books, traditional methods for data recording are often insufficient to keep up with the demands of a modern testing laboratories. Recording, processing and analyzing samples is a complicated and time-consuming process without the right tools, and large amounts of data storage mean that any organizational methods are to be well-maintained and adequately planned. Thankfully, that is where a laboratory information system could help. A LIS will make it easier to track data and reduce the amount of time required to record it. The software can make the process of storing and analyzing complex data samples simple and easy.

Laboratory information system allows scientists and technicians to enter detailed essential information relating to the samples they are working with. As a sample makes its way through the testing process, all of this information is held safely, securely and in one easy-to-access place. Many laboratory information systems can generate a barcode when the initial sample data is entered so that it can simply be scanned again by various employees as additional information is obtained.

Each employee can scan the same code to ensure that the data is up-to-date, and the process is on track. As well as keeping all data safely contained, it can also track tests, schedule updates and even pass test results on to other systems in the chain. A LIS means the need for manual recording of data (which obviously leaves chance for human error) is no longer necessary as the system will automatically capture data. This reduces the time spent on admin and also lowers the possibility for inaccuracy.

Nowadays laboratory information systems have moved away from simple sample analysis and provide functionality that manages all of the information generated by the laboratory; increasing the ability to effectively manage the delivery of a laboratory product, as well as optimize the laboratory performance. In addition, such system provide ability to maintain laboratory historical data and provide permanent access to that data in a single centralized application. An effective management system depends entirely on the laboratory infrastructure.

With LIS, administrators can log job requests, print, track, schedule tasks for desired employees. Security of all data, tracking and locating the sample store can also be easily accomplished. LIS ensures the accuracy and availability of sample flow and laboratory data. Laboratory productivity is improved in several ways; the most obvious performance gains come from eliminating manual data entry, further minimizing data entry errors. With inflow data available from a typical LIS, laboratory managers and bench personnel can better plan analytical work, minimize “downtime” and maximize batch size. Some other effects are discussed, such as quality control checks and centralized data. The ability to monitor, track, and communicate quality control data and information gives laboratories the tools to improve methods and work practices, resulting in more samples per hour of work. In short, the general and specific requirements for LIS are as follows:

- Intersystem integration of manufacturers;
- Standardized methods for integrating data from external devices into the system

- Use of modern IT technologies to validate data and provide an adequate level of security;
- Ability to directly integrate data from external devices and use web-based solutions for minimize maintenance costs.

In general, laboratory information systems have provided a number of benefits to the analytical laboratory the central storage of analysis results, the ease of data retrieval, and a variety of management reports to name a few.

1.5. LIS benefits for employees

As proven by LIS numerous advantages, key players throughout the entire laboratory management process can benefit in their respective roles.

Numerous processes and operations performed in the laboratory can profit from introducing laboratory information systems.

Main benefits of LIS for respective laboratory employees:

- Workflow Management

Scientists are the principal beneficiaries of streamlined laboratory workflows. Thanks to the automation of numerous processes, scientists are less burdened with responsibilities.

- Sample Management

Thanks to laboratory information system, laboratory employees are supported in ensuring sample traceability, from receipt to their disposal by simplified sample tracking. Moreover, they can monitor assigned jobs, as well as tracing associations between instruments and reagents with samples.

- Collaboration

Laboratory information systems allows free and seamless cooperation and communication between different lab employees, enabling data to flow freely between roles within the organizations. Thanks to LIS, latency is minimized, and necessary data is available immediately.

- Data Visualization

By enabling access to critical data, LIS facilitates processes of review and evaluation for executives and laboratory managers.

1.6. Commercial laboratory information systems

In the area of laboratory information systems, there are now a large number of commercial vendors. And the systems they provide are flexible and functional. Many of these systems provide a high level of automation and adaptability, and they can be tailored to the needs of their owners. In the early years of LIS, researchers often tried to implement a customized system in their laboratories. However, today specialized systems are only needed for a very small number of laboratories, for example, when there is an unusual laboratory workflow or when existing resources need to be used. Commercial systems can usually be delivered very quickly and cheap, and the laboratory benefits from a large user base, compatible accessories and the flexibility typically found in commercial systems.