

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники(ИШИТР)
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий(ОИТ)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка лабораторно-информационной менеджмент системы ТомскНИПИнефть УДК 005.94:004.9:553.98(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ковин Роман Владимирович	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИТ	Копнов Максим Валериевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Сосковец Любовь Ивановна	Д.И.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Атепаева Наталья Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Савельев Алексей Олегович	К.Т.Н.		

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

Школа ИШИТР

Направление подготовки (специальность) 09.04.02 «Информационные системы и технологии»

Уровень образования магистратура

Отделение школы (НОЦ) ОИТ

Период выполнения весенний семестр 2018/2019 года

Форма представления работы:

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.12.2018	Анализ предметной области	15
25.01.2019	Проектирование	20
31.05.2019	Реализация	40
05.06.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
05.06.2019	Социальная ответственность	10
05.06.2019	Раздел на английском языке	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ковин Роман Владимирович	к.т.н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИТ	Копнов Максим Валериевич			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Савельев Алексей Олегович	к.т.н.		

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

Школа Информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность) 09.04.02 Информационные системы и технологии
Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ71	Найбауэру Дмитрию Юрьевичу

Тема работы:

Разработка лабораторно-информационной менеджмент системы «ТомскНИПИнефть»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.03.2019 г., № 1734/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Информационная система должна быть реализована на платформе MS SharePoint 2013 в виде веб-приложения, развернутом на выделенном сервере. Взаимодействие с ИС производится через веб-браузер. Главной функциональной возможностью системы «ЛИМС ТомскНИПИ» является стандартизация лабораторных процессов в соответствии с ГОСТ ИСО/МЭК 17025 и Критериями аккредитации, автоматизация управления, обработки и хранения информации о работе всех лабораторий Общества в многопользовательской среде. Процессы, требующие автоматизации: •Формирование журнала учета оборудования.
--	---

	•Формирование графика поверки (калибровки), аттестации, технического обслуживания. •Построение графиков учета параметров окружающей среды. •Ведение и оформление записей в рабочие журналы (для одной пробы). •Оформление протоколов исследования (для одной пробы). •Оформление результатов внутрилабораторного контроля. •Оформление результатов внутренних проверок. Для системы в целом определен нормальный режим функционирования. В нормальном режиме функционирования системы: •программное обеспечение (ПО) и технические средства пользователей обеспечивают возможность круглосуточного функционирования с перерывами на обслуживание; •исправно работает оборудование, составляющее комплекс технических средств; •исправно функционирует системное, базовое и прикладное ПО. Для обеспечения нормального режима функционирования необходимо выполнять требования и выдерживать условия эксплуатации ПО и комплекса технических средств системы, указанных в соответствующих технических документах. Система должна быть рассчитана на эксплуатацию в составе программно–технической инфраструктуры Общества. Техническая и физическая защита аппаратных компонентов системы, носителей данных, бесперебойное энергоснабжение, резервирование ресурсов, текущее обслуживание реализуется техническими и организационными средствами, предусмотренными в ИТ-инфраструктуре Общества. Необходимо определить экономический эффект разработки данной системы.
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Изучение и анализ существующих аналогов. Определение необходимости разработки данной системы. Выявление требований к системе. Проектирование системы с целью достижения выполнения выявленных требований. Реализация системы на основании требований и результатов проектирования. Анализ полученных результатов в ходе выполнения работы и основанные на результатах анализа выводы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Атепаева Наталья Александровна, старший преподаватель
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Сосковец Любовь Ивановна, профессор, доктор исторических наук
Раздел на английском языке	Сидоренко Татьяна Валерьевна, доцент, кандидат педагогических наук
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Subject area analysis	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1.11.2018 г.
--	---------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ковин Роман Владимирович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ71	Найбауэру Дмитрию Юрьевичу

Школа	ИПИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	09.04.02 Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

Разработка лабораторно-информационной менеджмент системы ТомскНИПИнефть

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочий процесс был посвящен разработке информационной системы для автоматизации работы лабораторий ОАО «ТомскНИПИнефть». Место эксплуатации – офисное помещение, лаборатория. Область применения – автоматизация работы лабораторий, организация эффективной работы с документацией, оборудованием, расчеты.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: –специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; –организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- ТОИ Р-45-084-01 - ТК РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: - Недостаточная освещенность рабочей зоны и отсутствие или недостаток естественного света. - Отклонение параметров микроклимата в помещении. - Нервно-эмоциональное напряжение. Опасные факторы: - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
3. Экологическая безопасность:	Утилизация техники, мебели.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Пожар, обрушение здания

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Наталья Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ИМ71	Найбауэру Дмитрию Юрьевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	09.04.02 «Информационные системы и технологии»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	• Информационные ресурсы: документация по описанию картографических сервисов. • Человеческие ресурсы: 2 чел.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	• SWOT-анализ
2. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	• Формирование плана работ по разработке проекта. • Планирование потребности в человеческих ресурсах. • Риски проекта.
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	• Экономический эффект

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*
3. *График проведения и бюджет НТИ*
4. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ*
5. *Потенциальные риски*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Сосковец Любовь Ивановна	д.и.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 101 с., 24 рис., 14 табл., 31 источник, 1 прил.

Ключевые слова: лабораторная информационная менеджмент система, автоматизация процессов, информационная система, проектирование, ТомскНИПИнефть.

Объектом исследования являются процессы исследовательских химических лабораторий АО «ТомскНИПИнефть».

Цель работы – разработка лабораторной информационной менеджмент системы для автоматизации процессов лабораторий АО «ТомскНИПИнефть».

В процессе исследования проводились: изучение процессов лабораторий АО «ТомскНИПИнефть»; выявление проблем, снижающих эффективность и качество работы лабораторий организации; сравнительный анализ различных лабораторно-информационных менеджмент систем, которые потенциально могли стать решением проблем лабораторий.

В результате исследования были выявлены проблемы во временных затратах на некоторые процессы, протекающие в лабораториях, из-за недостаточной их автоматизации. Также анализ существующих решений показал, что их возможностей недостаточно для полного покрытия потребностей лабораторий организации. На основании данных результатов была спроектирована информационная система.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: разработан модуль «Движение проб» лабораторной информационной менеджмент системы, который позволяют проводить учет проб, поступающих в лабораторию, заполнять рабочие журналы по проводимым испытаниям; реализована ролевая система для обеспечения повышенной безопасности данных, хранимых в системе. Частичная реализация модулей «Управления оборудованием» и «Обеспечение качества испытаний».

Степень внедрения: модули лабораторной информационной менеджмент системы ТомскНИПИнефть.

Область применения: результаты данной работы будут использованы как часть информационной системы, внедряемой в лабораториях АО «ТомскНИПИнефть».

Экономическая эффективность/значимость работы: экономическая целесообразность работы обусловлена тем, что позволяет повысить эффективность и качество проводимых в лабораториях АО «ТомскНИПИнефть» исследований.

Термины и определения

Аккредитация – подтверждение национальным органом по аккредитации соответствия юридического лица или индивидуального предпринимателя критериям аккредитации, являющееся официальным свидетельством компетентности юридического лица или индивидуального предпринимателя осуществлять деятельность в определенной области аккредитации;

Аттестация испытательного оборудования – определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативных документов и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации;

Внутрилабораторный контроль качества результатов анализа вещества (ВЛК) – совокупность действий, предпринимаемых лабораторией с целью подтверждения соответствия характеристик качества результатов анализа вещества объекта контроля установленным требованиям. К ВЛК результатов анализа вещества относят: анализ идентичных проб в регламентированных условиях, анализ образцов сравнения, контроль стабильности результатов с использованием контрольных проб и пр.;

Вспомогательное оборудование – оборудование, обеспечивающее необходимые условия для выполнения измерений с требуемой точностью;

Испытательное оборудование – средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний;

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;

Лабораторно-информационная менеджмент система (ЛИМС) – информационная система, предназначенная для обработки информации, сопровождающей процессы в лаборатории, и управления этими процессами.

В состав ЛИМС в качестве структурных элементов могут входить: справочники, классификаторы, таблицы и базы данных; электронные лабораторные журналы; отчетные и сводные документы; экранные формы ввода и отображения данных; расчетные алгоритмы и алгоритмы внутрилабораторного контроля; программные модули, программы и утилиты, инструменты управления и т.п.

Критерии аккредитации – совокупность требований, которым должен удовлетворять заявитель и аккредитованное лицо при осуществлении деятельности в определенной области аккредитации;

Менеджмент – скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией;

Область аккредитации – сфера деятельности юридического лица или индивидуального предпринимателя, на осуществление которой подано заявление и (или) которая определена при их аккредитации либо расширена или сокращена в рамках соответствующих процедур;

Поверка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;

Проба – часть вещества (материала) объекта контроля, отобранная для анализа и/или исследования его структуры, и/или определения свойств, отражающая его химический состав и/или структуру, и/или свойства.

Процедура – установленный способ осуществления деятельности или процесса;

Протокол измерения/испытания – документ, содержащий результаты анализа веществ или материала объекта контроля и информацию, необходимую для правильного и однозначного понимания этих результатов;

Результат анализа пробы вещества – информация о составе пробы вещества исследуемого объекта, полученная в ходе его анализа;

Система менеджмента – система для разработки политики и целей и достижения этих целей;

Средство измерения – техническое средство, предназначенное для измерений;

Средства калибровки – эталоны, установки и другие средства измерений, применяемые при калибровке в соответствии с установленными правилами;

Техническое обслуживание – комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании.

Содержание

Введение	15
1 Проблемы автоматизации деятельности химических лабораторий	16
1.1 Выявление проблем в работе лабораторий	16
1.2 Анализ существующих решений	19
1.2.1 ЛИМС «I-LDS»	20
1.2.2 «ЮниЛИМС»	21
1.2.3 ЛИУС «Химик-аналитик»	21
1.2.4 «Dcontrol»	22
1.3 Сравнение существующих систем	23
2 Проектирование блоков ЛИМС	26
2.1 Блок технического обеспечения	28
2.1.1 Управление оборудованием	28
2.1.2 Движение проб	29
2.1.3 Обеспечение качества результатов испытаний	32
2.1.4 Управление документами	33
2.2 Блок системы менеджмента качества	34
2.2.1 Внутренние проверки	34
2.2.2 Корректирующие и предупреждающие действия	34
2.2.3 Анализ со стороны руководства	34
2.3 Блок метролога	35
2.4 Эскизы интерфейсов пользователя	37
2.5 Ролевая система	38
3 Реализация ЛИМС	40
3.1 Инструменты реализации системы	40
3.1.1 SharePoint 2013	40
3.1.2 TypeScript	42
3.1.3 jQuery	42
3.2 Особенности реализации	43
3.2.1 Требования к ПО	43
3.2.2 Требования к техническому обеспечению	43
4 Результаты работы	44
4.1 Модуль «Движение проб»	44
4.1.1 Журнал регистрации проб	44
4.1.2 Форма регистрации проб	46
4.1.3 Рабочие журналы и их заполнение	47
4.1.4 Модальное окно редактирования пробы	50
4.1.5 Внесение изменений в информацию об определяемом показателе по согласованию	51
4.1.6 Внесение изменений в информацию о пробе по согласованию	53
4.1.7 Фильтрация проб	55
4.2 Ролевая модель	55
4.3 Модуль «Обеспечение качества испытаний»	56
4.3.1 Учет реактивов	56

4.3.2 Контроль условий окружающей среды.....	58
5 Социальная ответственность	60
Введение	60
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	61
5.2 Производственная безопасность	63
5.2.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	64
5.2.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	68
5.3 Экологическая безопасность	70
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	74
6.1 SWOT-анализ	78
6.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	81
6.2.1 График проведения и распределение человеческих ресурсов	81
6.2.2 Определение трудоемкости работ	82
6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	84
6.3 Бюджет проекта.....	87
6.4 Экономический эффект.....	87
Заключение.....	90
Список используемой литературы	91
Приложение А.....	92

Введение

В современных условиях качество продукции имеет двойной смысл: как потребительское свойство и как соответствие требованиям нормативных документов. Информация о выполнении второго условия проводится в результате испытаний характеристик продукции в аналитических лабораториях, качество работы которых определяется оперативностью, полнотой и достоверностью предоставляемой информации о результатах количественного химического анализа.

Контроль качества осуществляется испытательными и аналитическими лабораториями, оснащенными, как правило, современным оборудованием и укомплектованными высококвалифицированными специалистами. Эффективное использование средств аналитического контроля затруднено из-за применения в лабораториях «старой» системы обработки информации, ориентированной на классические методы анализа со сбором и обработкой данных вручную, с многочисленными рукописными записями в лабораторных журналах.

Отсутствие в лабораториях эффективной системы управления всей информацией лаборатории значительно повышает трудозатраты на выполнение различных исследований и снижает эффективность и качество работ, связанных с химическим анализом.

1 Проблемы автоматизации деятельности химических лабораторий

1.1 Выявление проблем в работе лабораторий

Измерительные процедуры являются неотъемлемой частью любого количественного химического анализа, который включает специфические этапы и приемы. В общем случае химический анализ – это многоэтапная процедура, и пренебрежение любой операцией с точки зрения ее влияния на достижение достоверных результатов может привести к существенным погрешностям, ставящим под сомнение полученные данные. Такая специфика количественного химического анализа привела к повышенному вниманию решения организационных проблем, направленных на обеспечение требуемой точности данного измерительного процесса. В ряду необходимых организационных мер следует выделить использование единой терминологии и нормативной базы, своевременное и обязательное проведение метрологической аттестации методик анализа и контроль выполнения измерений. Главная трудность метрологического обеспечения химического анализа – это необходимость охватить чрезвычайное многообразие существующих методов и средств измерений, которые затрудняют выработку общих методических рекомендаций, способствующих устранению и исключению отрицательных последствий недостоверных результатов измерений. К тому же проводится активная гармонизация нормативно-технической документации на соответствие с международными стандартами, внедрение которой, в свою очередь, приводит к увеличению объема обрабатываемой информации.

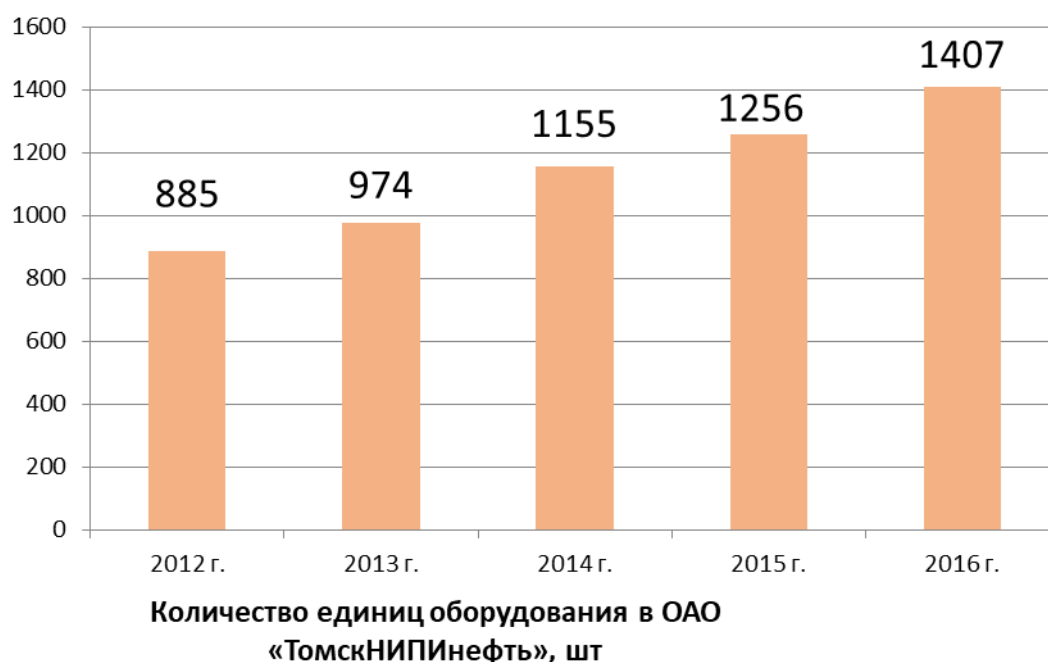
Контролированием качества обычно занимаются различные испытательные и аналитические лаборатории. Как правило, такие лаборатории оснащены наиболее современным оборудованием и укомплектованы высококвалифицированными специалистами. Но возникают трудности в эффективном использовании данных средств аналитического

контроля, связанные с применением устаревшей системы обработки информации, которая ориентированная на классические методы анализа со сбором и обработкой данных вручную, с многочисленными рукописными записями в лабораторных журналах.

С каждым годом количество оборудования, которое используется в исследовательских лабораториях растет, поэтому становится все сложнее осуществлять эффективную работу и контроль оборудования, так как увеличение количества оборудования порождает следующие проблемы:

- высокие трудозатраты на обеспечение работы оборудования;
- повышение вероятностей возникновения ошибок и риска потери данных;
- увеличение количества рабочих журналов.

Данные проблемы значительно осложняют работу лабораторий, так как эффективность работы, компетентность, и производительность таких лабораторий оказываются недостаточными из-за отсутствия необходимого информационного обеспечения, для управления качеством работы лаборатории. На рисунке 1.1 приведен рост количества оборудования в лабораториях «ТомскНИПИнефть» за последние несколько лет.



**Рисунок 1.1 – Рост числа оборудования в лабораториях ОАО
«ТомскНИПИнефть»**

На данный момент многие процессы выполняются довольно длительный период времени, так как практически все расчеты и формирование отчетов выполняются вручную. Примерное время выполнения некоторых процессов на данный момент, а также время, до которого можно уменьшить трудозатраты в результате автоматизации этих процессов, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Эффект от автоматизации

Функция, требующая автоматизации	Трудозатраты	
	До	После
Формирование журнала учета оборудования	3 дня	10 мин
Формирование графика поверки (калибровки), аттестации, технического обслуживания	3 дня	30 мин
Построение графиков учета параметров окружающей среды	3 часа	1 час
Ведение и оформление записей в рабочие журналы (для одной пробы)	2 часа	20 мин
Оформление протоколов исследования (для одной пробы)	1 час	10-20 мин

Оформление результатов внутрилабораторного контроля	10 дней	1 час
Оформление результатов внутренних проверок	2 дня	2 часа

1.2 Анализ существующих решений

Одним из вариантов решения является использование лабораторно-информационной менеджмент системы (ЛИМС), которая позволит автоматизировать процессы, связанные с возникновением описанных выше проблем, а, следовательно, снизить или устранить их влияние на работу исследовательских лабораторий. Системы такого рода охватывают весь спектр потребностей лабораторно-исследовательских комплексов и обеспечивают интеграцию данных и процессов лаборатории в общую информационную среду предприятия.

ЛИМС представляет собой комплекс программного обеспечения и аппаратных средств, созданный специально для лаборатории, и обеспечивающий сбор, обработку и накопление информации, автоматизацию технологических процессов, а также процессов управления и коммуникации.

Существующие в настоящее время ЛИМС обеспечивают выполнение всех операций, необходимых персоналу аналитических лабораторий, таких как:

- планирование графиков отбора проб;
- регистрацию и этикетирование (штрихкодирование) с присвоением уникального номера как плановых, так и внеплановых образцов;
- назначение каждому образцу списка определяемых в нем параметров с указанием конкретного метода анализа;
- распределение образцов с назначенными анализами по конкретным производственным подразделениям, исполнителям, приборам;
- ввод результатов анализа;

- проверку введенных результатов путем сопоставления с заданными критериями, предотвращение технических ошибок ввода результатов;
- связь каждого полученного результата с соответствующими процедурами управления качеством и процедурами обеспечения качества (поверка, калибровка измерительного оборудования, контроль качества и допуск в анализ расходных материалов, наличие и сроки годности стандартных образцов, введение контрольных карт согласно ГОСТ Р 5725 [1]);
- авторизацию введенных результатов в соответствии с установленными полномочиями и ответственностью сотрудников;
- выпуск протоколов (отчетов) с результатами испытаний в соответствии с установленными требованиями организации или ГОСТ Р ИСО 17025 [2];
- создание различных отчетов по результатам деятельности.

1.2.1 ЛИМС «I-LDS»

Лабораторно-информационная система (ЛИМС/LIMS/ЛИС) I-LDS – комплексное решение современных задач по контролю качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также автоматизации внутрилабораторной деятельности промышленных предприятий [3].

ЛИМС «I-LDS» повышает эффективность работы лаборатории, позволяет специалистам предприятия и потребителям производимой продукции быть уверенными в соблюдении контроля качества на всех этапах производства.

ЛИМС I-LDS является информационным ядром контроля качества:

- позволяет улучшить контроль качества, обеспечивая единообразие выполнения функций сотрудниками ИЛ;
- сокращает время выполнения испытаний, автоматизируя расчёт методик измерения, формирование отчётности и составление документов о качестве;

- гарантирует своевременное предоставление руководству корректной информации о качестве работы лаборатории, получение интегрированных данных в информационные службы предприятия в режиме реального времени;

- повышает эффективность работы сотрудников ИЛ, оптимизирует бизнес-процессы ИЛ за счёт планирования её деятельности и рационального использования ресурсов (персонала, приборов, оборудования, реагентов и стандартных образцов).

1.2.2 «ЮниЛИМС»

Основной характеристикой "ЮниЛИМС" служит её возможность организовать информационные потоки и автоматизировать бизнес-процессы в соответствии с основным нормативным документом, регламентирующим деятельность лаборатории - ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 "Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий" [4].

Не менее важной задачей, успешно решаемой при помощи лабораторной информационной системы "ЮниЛИМС", является организация внутреннего контроля качества результатов измерения, согласно положениям ГОСТ Р ИСО 5725-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1-6.

Алгоритмы системы находятся в строгом соответствии документами:

- РМГ 76-2014. ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа [5].

- МИ 2881-2004. Методики количественного химического анализа. Процедуры проверки приемлемости результатов анализа [6].

1.2.3 ЛИУС «Химик-аналитик»

Лабораторная информационная система (ЛИС) или Лабораторная информационно-управляющая система (ЛИУС) может быть настроена с учетом специфики деятельности аналитической лаборатории [7].

Существует несколько вариантов установки и технического сопровождения ЛИС\ЛИУС. Внедрение может сопровождаться оптимизацией и унификацией пакета лабораторных документов.

Если на предприятии существует несколько лабораторий, которые обслуживают одни и те же объекты и обладают схожей отчетной документацией, то в этом случае возможно условное разделение лабораторий на «базовую» и «типовые». Первоначально адаптация системы начинается с «базовой» лаборатории. Для «типовых» лабораторий, в которых будет использован опыт адаптации «базовой» лаборатории, предлагаются значительные скидки.

1.2.4 «Dcontrol»

Лаборатории, работающие в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», а также клиничко-диагностические лаборатории, соответствующие ГОСТ Р ИСО 15189-2006 «Медицинские лаборатории. Дополнительные требования к качеству и компетентности» [9], должны вести весьма обширную документацию, отслеживая при этом множество моментов, требующих вмешательства. Необходимо учитывать, хранить и архивировать множество документов (ГОСТов, МИ, методик выполнения измерений и т.д.), учитывать реактивы, стандартные образцы, средства измерений и вспомогательное оборудование, контролировать сроки поверки средств измерений и обучения сотрудников, готовить протоколы исследований. Для этого приходится вести множество журналов, тратить массу времени - особенно руководству лаборатории.

Программа DControl удовлетворяет всем требованиям, которые предъявляются к ведению лабораторной документации со стороны органов по аккредитации лабораторий. Она рекомендована к использованию Ассоциацией аналитических центров «Аналитика», членом ILAC (International Laboratory Accreditation Co-operation) [8].

1.3 Сравнение существующих систем

Для сравнения существующих информационных систем, которые позволяют повысить эффективность работы лабораторий, были выбраны следующие критерии:

- цена;
- возможность управления оборудованием;
- возможность управления документами;
- возможность отслеживать движение проб и формировать отчетность;
- наличие системы менеджмента качества;
- наличие блока метролога;
- возможность учета реактивов и материалов.

Каждый из этих критериев является важным требованием к системе, для выбора наилучшего варианта для повышения эффективности работы лабораторий организации.

Возможности управления документами и оборудованием являются важными требованиями к используемой системе, так как эти процессы являются трудоемкими в связи с тем, что в лабораториях используется огромное количество различного технологического обеспечения.

Отслеживание движения проб и формирование отчетности – наиболее трудозатратные процессы лабораторий, так как для каждого проводимого исследования выполняется большое количество расчетов и формирование на их основе различной отчетной документации.

Учет реактивов и материалов, а также система менеджмента качества также порождают довольно большой объем отчетной документации, связанной с проводимыми в лабораториях исследованиями.

Блок метролога необходим для обеспечения того, чтобы для всего оборудования лабораторий вовремя проводились необходимые мероприятия по поверкам и калибровкам данного технического обеспечения.

Результаты были сведены в таблицу 1.2.

Анализ данной таблице показывает, что все проанализированные системы:

- не предоставляют полный список необходимых функциональных возможностей, требуемых в лабораториях ОАО «ТомскНИПИнефть»;
- обладают более высокой стоимостью, чем разработка новой системы.

Все это обуславливает то, что организацией было принято решение разработки собственной ЛИМС, которая позволит максимально покрыть потребности собственных исследовательских и аналитических лабораторий, на данный момент система позволяет вносить, хранить и редактировать информацию о поступающих в лаборатории пробах, результатах проводимых исследований, осуществлять прослеживаемость вносимых изменений. Также реализовано внесение и хранение информации об оборудовании лабораторий. Дальнейшая разработка системы обеспечит полное выполнение критериев, по которым оценивались аналоги, что приведет к тому, что эффективность работы исследовательских отделов лабораторий повысится за счет снижения трудозатрат на многие процессы их деятельности.

Таблица 1.2. Сравнение аналогов информационных систем

Процесс					
	 ЛИМС «I-LDS»	 «ЮниЛИМС»	 ЛИУС «Химик-аналитик»	 «Dcontrol»	 ТОМСКНИПИНЕФТЬ ЛИМС
Цена	8-10 млн. руб.	5-6 млн. руб.	10-15 млн. руб.	5-6 млн. руб.	2 млн. руб. ¹
Управление оборудованием	Возможно	Частично	Возможно	Возможно	Возможно
Управление документами	Необходима адаптация	Отсутствует	Возможно	Возможно	Возможно
Отслеживание движения проб и формирование отчетности	Возможно	Возможно	Отсутствует	Необходима покупка дополнительного серверного пакета SControl	Возможно
ВЛК, учет реактивов и материалов	Необходима покупка дополнительного серверного пакета SPV-AM	Частично	Необходима покупка дополнительных серверных пакетов	Необходима покупка дополнительного серверного пакета QControl	Возможно
Система менеджмента качества (внутренние проверки и корректирующие мероприятия)	Отсутствует	Отсутствует	Возможно	Частично	Возможно
Блок метролога	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Возможно

¹ Планируемый ОАО «ТомскНИПИнефть» бюджет на разработку лабораторной информационной менеджмент системы. Связан с тем, какие затраты необходимо будет понести организации на обеспечение всех процессов по разработке новой системы (обучение и заработная плата сотрудникам организации, которые будут заниматься разработкой данной системы).

2 Проектирование блоков ЛИМС

Лабораторно-информационная менеджмент система должна обеспечивать выполнение широкого спектра задач. Разрабатываемая система предназначена для автоматизации лабораторных процессов: движение проб, учет оборудования и реактивов, ведение рабочих журналов, контроль качества результатов, управление процессами поверок, калибровок и ремонта оборудования, формирование отчетов и другой сопутствующей документации.

Функциональные возможности системы представлены на рисунках 2.1 и 2.2.

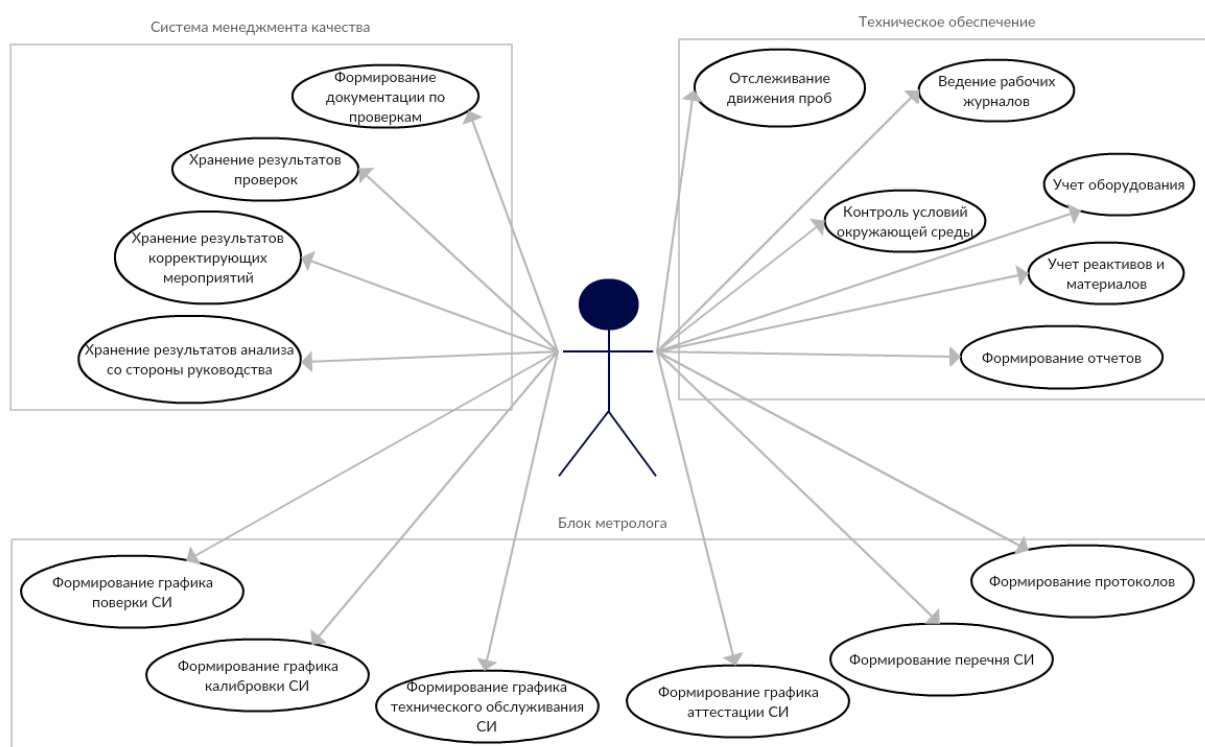


Рисунок 2.1 – Диаграмма вариантов использования

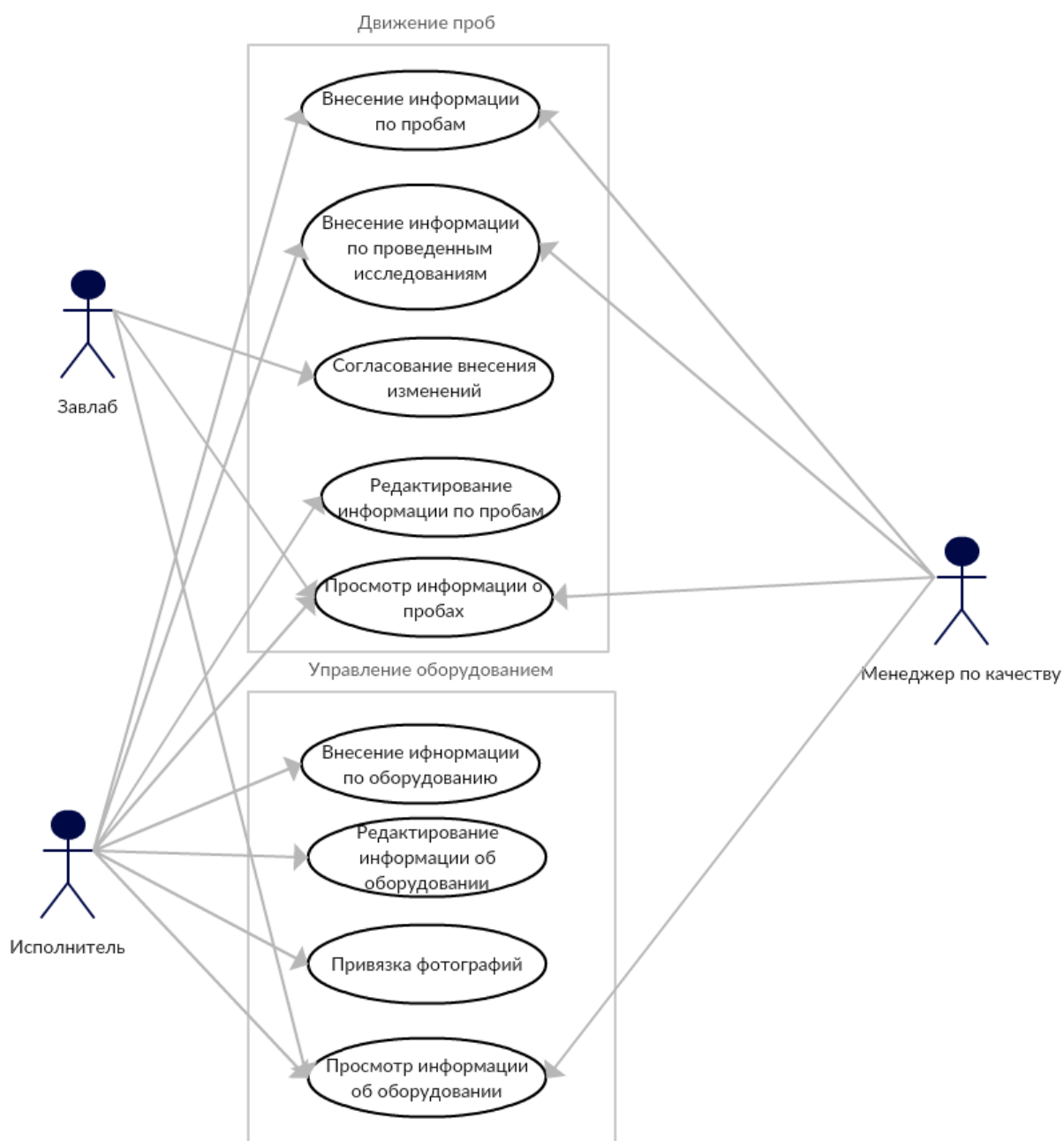


Рисунок 2.2 – Диаграмма вариантов использования

В результате группирования функциональных возможностей, которые должна предоставлять система, по выполняемым задачам было выделено три основных блока:

- блок технического обеспечения;
- блок системы менеджмента качества;
- блок метролога.

Блоки также подразделяются на различные модули, которые выполняют определенные функции. Далее более подробно рассмотрены структуры модулей и их применение.

2.1 Блок технического обеспечения

Блок технического обеспечения в ходе анализа предметной области и проектирования системы было решено разбить на следующие модули:

- управление оборудованием;
- движение проб;
- обеспечение качества результатов испытаний;
- управление документами.

Каждый из модулей выполняет определенные функции и осуществляет взаимодействие с другими модулями блока. Причиной такого разделения является то, что с функции, выполняемые каждым модулем, являются частями процессов, выполнение которых они обеспечивают.

2.1.1 Управление оборудованием

Модуль «Управление оборудованием» обеспечивает ввод, хранение и выдачу информации по единицам оборудования лабораторий, как общей, так и технической, а также учетных данных по всем видам метрологического обеспечения. Данный модуль предназначен для учета имеющихся в лабораториях средств измерений (СИ), испытательного (ИО) и вспомогательного оборудования (ВО). Функциональные возможности модуля позволяют автоматически отслеживать своевременность проведения поверки, калибровки, аттестации и технического обслуживания оборудования, а также осуществлять формирования отчетных документов – графиков, бирок, а также форм документов в соответствии с приложением № 2 Приказа Министерства экономического развития (МЭР) № 326 «Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение

требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации» [10].

Модуль «Управление оборудованием» обеспечивает ввод и хранение следующей информации о каждой единице оборудования, представленной на рисунке 2.3.

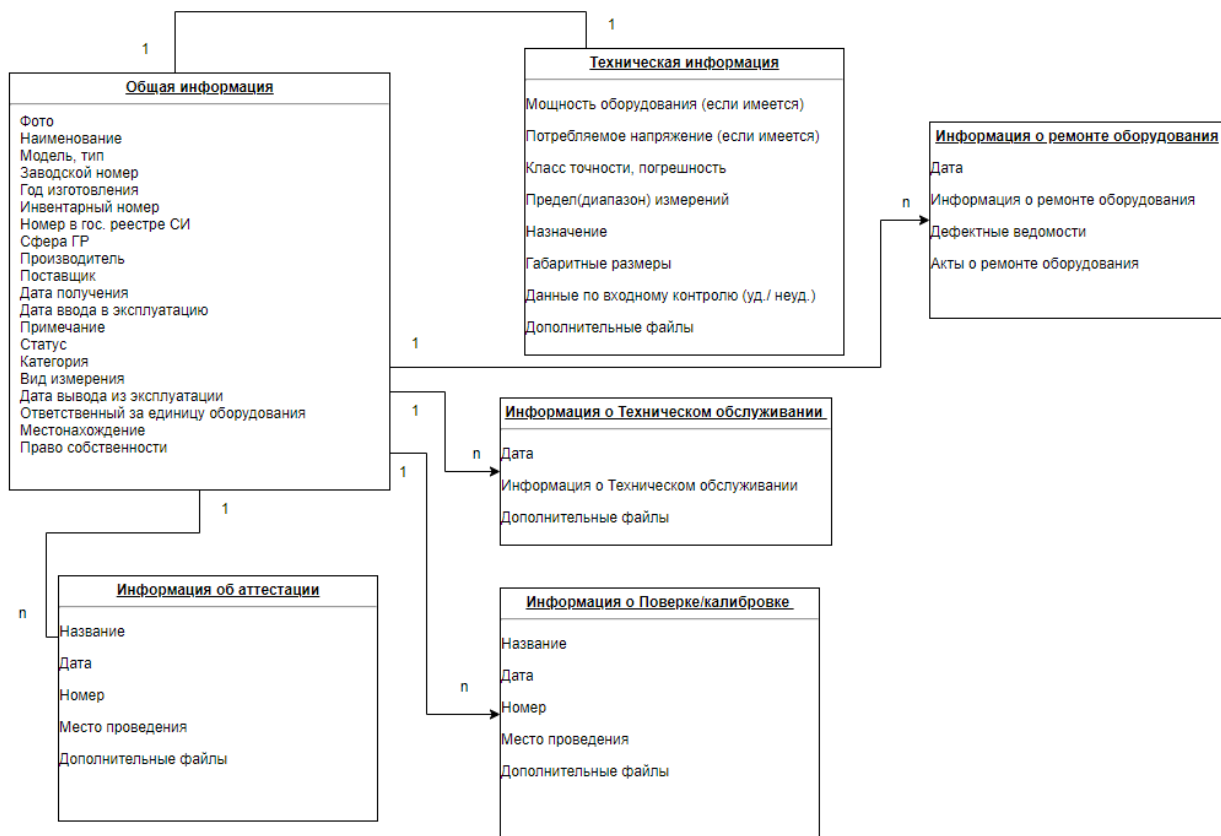


Рисунок 2.3 – ER-диаграмма модуля «Управление оборудованием»

2.1.2 Движение проб

Модуль «Движение проб» обеспечивает учет поступающих в лабораторию проб и прослеживаемость результатов измерений. Данные функции обеспечиваются с помощью журналов регистрации проб и рабочих журналов. Разработка данного модуля является приоритетной, так как именно этот модуль предоставляет большинство информации для других модулей системы, а также позволяет значительно увеличить производительность и эффективность проводимых в лабораториях исследований. Информация, ввод и хранение которой обеспечиваются данным модулем приведены на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – ER-диаграмма модуля «Движение проб»

2.1.2.1 Журналы регистрации проб

Журнал регистрации проб обеспечивает внесение, учет и хранение информации о поступающих в лабораторию пробах. По каждой пробе в ИС вносятся следующие данные:

- дата получения пробы;
- дата и время отбора пробы;
- номер пробы, указанный заказчиком в сопроводительной документации;
- лабораторный номер пробы (присваивается автоматически, нумерация начинается заново каждый год);
- объект исследования (согласно областям аккредитации для каждой из лабораторий);
- привязка (шифр объекта, место отбора и пр.);
- перечень определяемых показателей (формируются для каждой лаборатории в соответствии областью аккредитации);
- заказчик или ответственное лицо, принявшее/сдавшее пробу;
- различную дополнительную информацию.

В журнале отражается информация о количестве поступивших проб за период (неделя, месяц, год). Данное требование имело неоднозначную формулировку, поэтому была необходимость выявить причину возникновения данного требования, а также согласовать то, как это требования будет выполнено. Результатом деятельности по уточнению требования и согласования способа его реализации стало то, что к таблице, содержащей информацию о зарегистрированных пробах был добавлен блок, в котором можно установить период в виде указания двух дат: даты начала периода и даты его окончания. После изменения одной из дат, происходит расчет количества проб, поступивших за тот период, который формируется в результате данного изменения.

2.1.2.2 Рабочие журналы

Рабочие журналы обеспечивают ввод, хранение и извлечение данных, полученных при проведении испытаний/измерений рабочих проб, в частности: исходные данные, первичные записи и конечный результат.

Исходные данные и первичные записи вносятся оператором вручную. Промежуточные результаты, контроль повторяемости (согласно методике анализа), результат измерения/испытания рассчитываются автоматически.

По результатам измерений/испытаний система позволяет сгенерировать конечный протокол как по одной, так и по нескольким пробам.

В каждой из лабораторий ОАО «ТомскНИПИнефть» осуществляется работа с разными пробами и проводятся исследования, отличные от тех, что проводятся в других лабораториях Организации. Поэтому было необходимо выполнить разграничение объектов исследования и соответствующих им определяемых показателей по лабораториям. Для этого были сформированы списки лабораторий, объектов исследования и определяемых показателей. Для каждого показателя было решено создать уникальный список, так как по своему назначению он будет выполнять роль рабочего журнала по соответствующему определяемому показателю. Также для всех вносимых в данные списки значений выполнены привязки двух типов:

- лаборатория – объект исследования;
- объект исследования – определяемый показатель.

Кроме того, в списках, выполняющих роль рабочего журнала по определяемому показателю пробы, организовано хранение информации о последних произведенных изменениях.

Информацию об определяемом показателе, внесенную при создании рабочего журнала по соответствующему показателю, необходимо защитить от случайных или преднамеренных изменений, с целью как-то улучшить или ухудшить показания. Для этих целей в системе было решено создать подсистему согласования изменений. Данная подсистема позволяет повысить контроль за изменениями значений показателей, так как все изменения, вносимые в определяемые показатели, требуют подтверждения еще одного человека, у которого достаточно прав для принятия подобных решений. Все вносимые изменения должны сохраняться в специальной области, которая в дальнейшем будет использоваться для отображения информации для согласований редактирования данных значений, а также внесения их после согласования.

2.1.3 Обеспечение качества результатов испытаний

Модуль обеспечения качества результатов испытаний предназначен для учета прихода/расхода и контроля сроков хранения реактивов и стандартных образцов (СО). Для этого проводится учет реактивов и стандартных образцов, внутрилабораторный контроль и контроль условий ОС. Модуль обеспечивает сбор и хранение следующей информации о реактивах (СО):

- наименование;
- дата поступления и количество;
- информация о расходе: текущее количество и остаток на конец месяца;
- информация о сроке хранения.

Также осуществляет автоматическое формирование документа по оснащенности СО.

Кроме того, данный модуль хранит информацию об условиях окружающей среды (ОС) в помещении (влажность, температура, давление). Для каждого помещения лаборатории в системе указаны оптимальные условия ОС.

Данные о температуре и влажности и атмосферном давлении вносятся ежедневно, при отклонении условий от оптимальных, в ИС предусмотрено соответствующее информирование.

2.1.4 Управление документами

Модуль управления документами отвечает за управление всеми документами, которые хранятся, перемещаются или обрабатываются в системе, например, архивные документы или связанные с персоналом или бухгалтерским учетом. В связи с этим необходимо было обеспечить эффективное хранение и отслеживание изменений в документах. К хранимым документам или доступ, к которым обеспечивается данным модулем, являются:

- данные о документах, поступающих в архив;
- данные о документах, выдаваемых из архива;
- шаблоны документов (акты приема-передачи дел, акты об уничтожении документов и пр.);
- реестр учета рабочих журналов;
- описи документов, передаваемых в архив, актах;
- требования-накладные на реактивы и расходные материалы;
- товарные накладные и счета на оборудование;
- акты о приеме-передаче групп объектов основных средств (кроме зданий, сооружений), а также акты ввода в эксплуатацию оборудования.

- инвентаризационные описи;
- балансовые ведомости.

2.2 Блок системы менеджмента качества

Данный блок осуществляет управление лабораторными процессами с их частичной автоматизацией. В блоке представлены шаблоны форм для таких процедур, как внутренние проверки и анализ со стороны руководства.

2.2.1 Внутренние проверки

Данный раздел участвует в формировании документации по процедуре внутренней проверки в соответствии с внутренними документами лаборатории – инструкцией по проведению внутренних проверок, а также обеспечивает хранение следующей информации:

- программы внутренних проверок;
- опросные листы;
- отчеты по внутренним проверкам.

2.2.2 Корректирующие и предупреждающие действия

В данном разделе отражается информация об обнаруженных несоответствиях, при этом фиксируются результаты корректирующих мероприятий, выявленных в ходе проведения внутренней проверки.

2.2.3 Анализ со стороны руководства

В данном разделе размещены шаблоны протоколов/отчетов анализа со стороны руководства. Реализуется возможность автоматического формирования протокола/отчета анализа со стороны руководства по введенным ранее данным, а также обеспечивается хранение их отсканированных копий.

2.3 Блок метролога

Блок метролога обеспечивает:

- формирование графиков поверки средств измерения на определенный период;
- формирование графика калибровки за период;
- формирование графика технического обслуживания оборудования за период;
- формирование графика аттестации испытательного оборудования за период;
- учет и планирование затрат на метрологическое обеспечение;
- формирование перечней средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования по Институту;
- формирование протоколов аттестации;
- формирование перечня оборудования по годам изготовления и/или вводу в эксплуатацию;
- формирование перечня средств измерений по видам измерений;
- формирование перечня оборудования по подразделениям, где оно эксплуатируются;
- формирование перечня оборудования, помещённого на хранение.

Схема архитектуры системы приведена на рисунке 2.5.

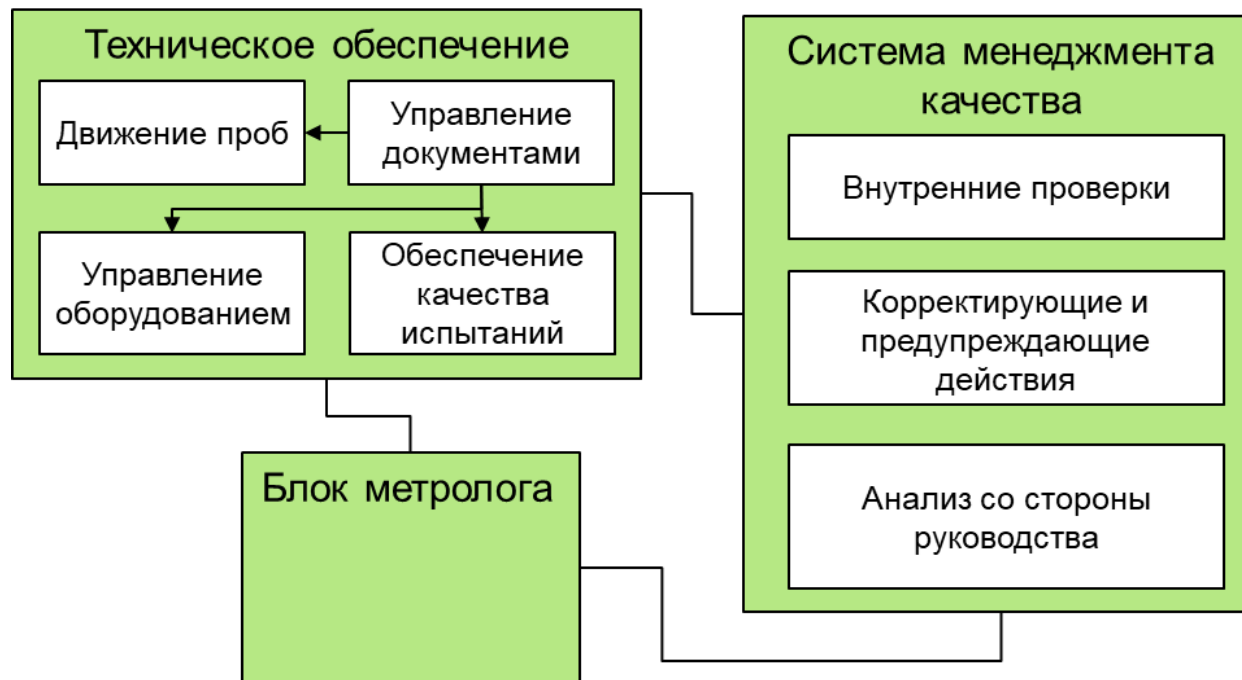


Рисунок 2.5 - Архитектура лабораторно-информационной менеджмент системы

2.4 Эскизы интерфейсов пользователя

Для основных частей модуля «Движение проб» были разработаны эскизы. Данные эскизы приведены на рисунках 2.5, 2.6 и 2.7.

№ пробы	Дата получения пробы	Дата и время отбора пробы	Объект исследования	Ответственное лицо	Дополнительная информация	Кнопка редактирования
1	16.12.2018	15.12.2018 16:00	Вода	Найбауэр Д.Ю.	-	
2	25.02.2019	24.02.2019 8:30	Грунт	Найбауэр Д.Ю.	-	

Рисунок 2.5 – Эскиз «Журнал регистрации проб»

Дата получения пробы	14/9/2018
Номер пробы заказчика	15
Лабораторный номер	10/18
Объект исследования	Вода
Привязка (шифр объекта, место отбора)	Река Томь
Заказчик	Геолог
Ответственное лицо	Найбауэр Д.Ю.
Дополнительная информация	-
Определяемые показатели	☐ Общая жесткость ☐ Растворенный кислород

Рисунок 2.6 – Эскиз «Форма регистрации пробы»

Лабораторный номер пробы	10/18
Объект исследования	Вода
Ответственное лицо	Найбауэр Д.Ю.
Дополнительная информация	-

Общая жесткость

Пользователь	Дата редактирования	Значение... 1		Значение N	Заключение
Найбауэр Д.Ю.	10.06.2019	1		1	Удовл.

Рисунок 2.7 – Эскиз «Рабочий журнал»

2.5 Ролевая система

2.5.1 Сбор информации для формирования списка ролей и прав

Одним из требований к лабораторной информационной менеджмент системе (ЛИМС) является то, что доступная пользователю информация и возможности для выполнения действия должны зависеть от имеющихся у него прав, обязанностей и назначений в роли ответственного за какой-то аспект процесса работы в лабораториях. В связи с этим появилась необходимость разработки системы ролей в ЛИМС, которая бы позволяла производить необходимые разграничения и предоставлять только те возможности пользователю, которые у него должны иметься, исходя из его обязанностей и ответственностей. Источниками информации послужили сотрудники лабораторий различного уровня ответственности, а также технические требования, разрабатываемые к данной системе. В ходе анализа полученной информации были выделены следующие роли:

- Руководитель лаборатории (заведующий лабораторией, завлаб) – человек, имеющий доступ практически ко всем возможностям системы в пределах своей лаборатории. Может просматривать всю информацию, назначать ответственных и согласовывать внесение изменений в информацию определенных блоков системы (определяемые показатели в рабочих журналах, информация о пробах и оборудовании).

- Менеджер по качеству – имеет доступ ко всем функциям системы в пределах модулей «Обеспечение качества испытаний» и «Движение проб». Может просматривать информацию других модулей. Отвечает за контроль качества выполнения исследований проб, контролирует приход и расход реактивов и стандартных образцов. Работает с документацией модулей.

- Метролог – обеспечивает контроль за оборудованием, выполнение поверок/калибровок, передачу оборудования на ремонт. Имеет полный доступ к модулю «Управление оборудованием». Отвечает за построение графиков поверок/калибровок, проверки оборудования и отправки на ремонт. Работа с документацией по ремонту, поверкам, калибровкам.

- Исполнитель – роль, которая может быть как основной, так и второстепенной при наличии других ролей. Позволяет вносить изменения, регистрировать новые пробы, оборудование, поступление и расход стандартных образцов и реактивов [11].

3 Реализация ЛИМС

3.1 Инструменты реализации системы

Для реализации спроектированной системы был выбран следующий стек технологий:

- SharePoint 2013 [12, 29];
- TypeScript [13, 29, 30, 31];
- jQuery [14].

Организации использует SharePoint для создания веб-сайтов. Сайты удобно использовать в качестве безопасного места для хранения и упорядочения информации, обмена данными и доступа к ним с любого устройства. Для этого нужен только веб-браузер, например Microsoft Edge, Internet Explorer, Google Chrome или Mozilla Firefox.

3.1.1 SharePoint 2013

SharePoint предоставляет набор функциональных возможностей, позволяющих решать следующие задачи:

- добавление файлов в библиотеку документов SharePoint для получения удаленного доступа;
- открытие документа в библиотеке;
- совместная работа над документом;
- общий доступ к документам;
- общий доступ к сайтам;
- создание сайта группы;
- добавление списка или библиотеки на сайт группы;
- сохранение предыдущих версий документа во время его редактирования;
- поиск нужных элементов;
- обмен информацией в организации.

Возможность решения таких задач позволяет упростить автоматизацию некоторых процессов, которые необходимо реализовать в системе для повышения эффективности ее работы. Например, хранение информации об пробах можно организовать в виде списков SharePoint и получать данные из них стандартными способами, которые предоставляет данный программный продукт. Использование списков является достаточным для хранения всех необходимых данных о пробах, результатах испытаний, так как список представляет собой таблицу базы данных. Для данной таблицы можно создавать столбцы разных типов данных: числовой, строковый, подстановка и другие, что позволяет не только обеспечить хранение информации разного типа, но и создавать связи между записями разных списков. Пример организации хранения в SharePoint приведен на рисунке 3.1.

The image shows a grid of 30 SharePoint list thumbnails, each with a blue icon and text indicating the list name, number of items, and last modified date. Below the grid is a detailed view of the 'WL_CO2' list, including a search bar and a table of data.

✓	Название	Value1	Value2	VNAOH1	VNAOH2	CNAOH	XValue1	XValue2	XSR	ABSX1X2	RValue	V001RXSR	Conclusion	idSample	User	DateEdit
✓	Без названия	5	5	5	0,8	0,9	39 600,00	39 600,00	39 600,00	0,00	0	0,00	удвл.	94		
	Без названия	25	25	0,1	0,1	0,1	17,60	17,60	17,60	0,00	17	2,99	удвл.	135		

Рисунок 3.1 – Хранение информации в SharePoint

3.1.2 TypeScript

TypeScript (TS) представляет язык программирования на основе JavaScript (JS). Основными плюсами данного языка являются:

- строгая типизация;
- читабельность кода;
- обратная совместимость с JavaScript;
- широкая поддержка IDE.

Строгая типизация позволяет более полно описывать свойства и методы объектов и классов, из-за чего пропадает необходимость делать проверку всех входящих в метод или функцию аргументов.

TypeScript позволяет писать более читабельный код, так как из-за строгой типизации отсутствует большое нагромождение кода, свойственное JavaScript.

TypeScript является обратно совместимым с JavaScript, что означает, что любой код написанный на JS, также является кодом на TS, что позволяет не переписывать уже имеющийся код на JS, а написать только требуемую часть. Кроме того, обратная совместимость позволяет использовать все библиотеки для JS.

TypeScript поддерживается большинством IDE, что позволяет использовать привычные инструменты разработки.

3.1.3 jQuery

jQuery — библиотека JavaScript, фокусирующаяся на взаимодействии JavaScript и HTML. Библиотека jQuery помогает легко получать доступ к любому элементу DOM, обращаться к атрибутам и содержимому элементов DOM, манипулировать ими. Также библиотека jQuery предоставляет удобный API для работы с AJAX. Все эти возможности являются полезными при разработке web-решений.

3.2 Особенности реализации

3.2.1 Требования к ПО

Работоспособность программных компонентов системы на рабочем месте пользователя должна быть обеспечена со следующим предустановленным ПО:

- Операционная система: Windows 7.
- Microsoft Office 2010.
- Microsoft Framework 4 .NET.
- Браузер Internet Explorer версия не ниже 11.

3.2.2 Требования к техническому обеспечению

Оборудование для клиентских мест пользователей системы обеспечивается соответствующими службами ОАО «ТомскНИПИнефть» в конфигурации:

- Процессор не ниже Core 2 Duo 1800 МГц.
- Оперативная память не менее 4096 Мб.
- Монитор VGA.
- Наличие манипулятора «мышь».
- Наличие манипулятора «клавиатура».

4 Результаты работы

4.1 Модуль «Движение проб»

4.1.1 Журнал регистрации проб

Журнал регистрации проб является одним из центральных объектов модуля «Движение проб», так как отображает информацию о пробах, которые поступили в лабораторию. Для его реализации был создан список в SharePoint, который отвечает за хранение все информации по пробам. Информация в этот список вносится при регистрации новой пробы или редактировании информации о существующей. Отрисовка таблицы, содержащей информацию обо всех зарегистрированных образцах, происходит динамически при получении информации из списка. При этом для каждой пробы добавляется кнопка редактирования пробы, которая отображается, если у пользователя соответствующая роль, дающая права на внесение изменений. Также на страницу была добавлена кнопка для перехода на страницу регистрации проб. Для каждой пробы в системе заводится рабочий журнал, который позволяет заносить результаты исследований, проводить расчеты и хранить всю необходимую информацию о проводимых испытаниях над пробами. Переход к журналам осуществляется по ссылкам, привязанным к номерам проб. В дальнейшем эта информация может быть использована для автоматического формирования отчетов.

Интерфейс журнала регистрации приведен на рисунке 4.1.

Движение проб

+ ДОБАВИТЬ

Показать 10 записей Количество проб, поступивших за период с 28/05/2019 по 28/05/2019 равно: 0 Поиск:

Лабораторный номер пробы	Дата получения пробы	Дата и время отбора пробы	Объект исследования	Дополнительная информация	Ответственное лицо			
1/19	15/02/2019		вода					
10/17	07/12/2017		вода					
12/19	14/03/2019		вода		Найбауэр Дмитрий Юрьевич			
13/19	28/03/2019		Портландцемент тампонажный (ЛБиТР)		Найбауэр Дмитрий Юрьевич			
14/19	14/03/2019	12/03/2019 00:00	Цемент тампонажный (ЛБиТР)		Камбалина Мария Геннадьевна			
15/19	03/05/2019	07/04/2019 10:53	Породы горные (ЛБиТР)	2331	Найбауэр Дмитрий Юрьевич			
16/19			вода					
17/19	07/03/2019		Донные отложения (ЛМПС)					
18/19	07/03/2019		вода		Найбауэр Дмитрий Юрьевич			
19/19	28/03/2019		Конденсат газовый стабильный (ЛГиПН)		Найбауэр Дмитрий Юрьевич			

Рисунок 4.1 - Журнал регистрации проб

4.1.2 Форма регистрации проб

После того, как был реализован журнал регистрации проб, необходимо было предоставить удобный инструмент для его заполнения. Роль данного инструмента выполняет форма для регистрации проб, которая позволяет автоматизировать ввод части информации о поступивших пробах, а также наложить различные ограничения на вводимую информацию.

Лабораторный номер пробы формируется автоматически, основываясь на том, какой год в настоящий момент и количестве поступивших за этот год проб.

На поля, которые являются обязательными для заполнения была реализована проверка, не позволяющая зарегистрировать пробу, если хоть одно из этих полей не будет заполнено. К таким полям относятся:

- номер пробы заказчика;
- привязка (шифр объекта, место отбора и т.д.);
- ответственное лицо.

Список определяемых показателей зависит от того, что является объектом исследования и динамически формируется при смене объекта исследования. Для динамического формирования списка был повешен обработчик на изменение значения поля, определяющего объект исследования. Определяемые показатели – это те значения, которые будут определяться в ходе испытаний по соответствующим методикам, результаты которых будут занесены в рабочие журналы для соответствующих проб. Форма регистрации пробы приведена на рисунке 4.2.

Регистрация пробы

Дата и время отбора пробы		
Дата получения пробы		
Номер пробы заказчика		
Лабораторный номер пробы	41/19	
Объект исследования	вода	
Привязка (шифр объекта, место отбора и т.д.)		
Заказчик	ОАО "Заказчик 1"	
Ответственное лицо	Введите имя или адрес электронной почты...	
Дополнительная информация		
Определяемые показатели	☐ CO_2^- ☐ CO_3^{2-} ☐ $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ ☐ HCO_3^- ☐ Общая жесткость	

Сохранить

Рисунок 4.2 – Форма регистрации пробы

4.1.3 Рабочие журналы и их заполнение

После того, как проба была зарегистрирована, и для нее были установлены определяемые показатели, необходимо провести все необходимые испытания, после чего на основе полученных результатов провести требуемые расчеты и сделать выводы. Для упрощения расчетов, хранения соответствующей информации о результатах испытаний проб по

определению требуемых показателей, а также дальнейшего формирования отчетов были реализованы рабочие журналы.

Для возможности вносить и редактировать информацию об определяемых показателях была реализована функция, которая запрашивает все необходимую информацию из нескольких списков SharePoint, на основе которых формируется список таблиц, соответствующих показателям для выбранной пробы. Каждое поле таблицы может быть одного из 3 видов:

- исходные данные, которые пользователи системы вносит вручную;
- расчетные данные, которые вычисляются автоматически на основе прописанных формул в соответствии с методиками и другой документацией;
- информационные данные, которые хранят информацию о последнем внесенном изменении.

Пример реализованного рабочего журнала приведен на рисунке 4.3.

Количество рабочих журналов в системе соответствуют числу показателей. На данный момент, для около 3 десятков видов объектов исследований, над которыми проводятся испытания, существует более 300 определяемых показателей, каждый из которых рассчитывается по собственной методике.

Рабочие журналы

 РЕДАКТИРОВАТЬ

Лабораторный номер пробы

Объект исследования

Ответственное лицо

Дополнительная информация

Определяемые показатели **CO₃²⁻**

Пользователь	Дата	V ₁	V ₂	V _{NCL-1}	V _{NCL-2}	C _{NCL}	X ₁	X ₂	X _{ср.}	X ₁ -X ₂	0,01*r*X _{ср.}	Вывод
												✓ ✕ 

Общая жесткость

Пользователь	Дата	V ₁₋₁	V ₁₋₂	V _{пр-1}	V _{пр-2}	V ₂₋₁	V ₂₋₂	V _{тр-1}	V _{тр-2}	C _{тр}	Ж ₁	Ж ₂	Ж _{ср.}	Ж ₁ -Ж ₂	0,01*r*Ж _{ср.}	Вывод
Найбауэр Дмитрий Юрьевич	22/02/2019	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2000.00	2000.00	2000.00	0.00	220.00	удвл. ✓ ✕ 

Рисунок 4.3 – Рабочий журнал

4.1.4 Модальное окно редактирования пробы

В модуле «Движение проб» после регистрации пробы может возникнуть необходимость внести какие-либо изменения в информацию, соответствующую данной пробе, например, изменить список определяемых показателей, для которых будут проводиться испытания. Так как внесение изменений может потребоваться из разных частей данного модуля, то для удобства внесения изменений редактирование производится в модальном окне. Вся информация запрашивается с сервера и отображается в соответствующих полях, часть информации при этом становится недоступной для изменения. Окно редактирования пробы приведено на рисунке 4.4.

Отредактировать пробу

Дата получения пробы: 15/02/2019

Номер пробы заказчика: 12

Лабораторный номер пробы: 1/19

Объект исследования: вода

Привязка (шифр объекта, место отбора и т.д.): 123

Заказчик: ОАО "Заказчик 3"

Ответственное лицо: Найбауэр Дмитрий Юрьевич

Дополнительная информация:

Определяемые показатели:

- ☐ CO_2^-
- ☒ CO_3^{2-}
- ☐ $\text{Fe}_{\text{общ}}$
- ☐ HCO_3^-
- ☒ Общая жесткость

Сохранить

Рисунок 4.4 – Окно редактирования пробы

4.1.5 Внесение изменений в информацию об определяемом показателе по согласованию

Изменения, которые пользователь системы пытался отредактировать, сохраняются в специальном списке, который используется для отображения страницы «Согласования изменений». Человек с достаточным количеством прав на данной странице может принять или отклонить изменения, которые внес другой пользователь системы. При принятии изменения вносятся в систему, в противном случае изменения не вносятся и для данного согласования ставится состояния «отклонено», для принятых и в процессе выполнения предусмотрены другие значения – «Согласовано» и «На согласовании» соответственно. Страница согласования приведена на рисунке 4.5.



Approvals

Главная

Список проб (Движение проб)

[Регистрация пробы](#)[Рабочие журналы](#)[Поиск рабочих журналов](#)**Согласование показателей**[Согласование проб](#)[Список оборудования \(Управление оборудованием\)](#)[Регистрация оборудования](#)

Тесты

[Учет реактивов и стандартных образцов](#)[Регистрация реактивов и СО](#)[Контроль условий окружающей среды](#)[Регистрация условий окружающей среды](#)[Последние](#)

Лабораторный номер пробы	Объект исследования	Определяемый показатель	Дата запроса на согласование	Кем запрошено	Вносимые изменения	Состояние
19/19	Конденсат газовый стабильный (ЛГиПН)	Температура застывания (газ) (ЛНПХ)	21/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		На согласовании
19/19	Конденсат газовый стабильный (ЛГиПН)	Температура застывания (газ) (ЛНПХ)	21/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		На согласовании
15/19	Породы горные (ЛБиТР)	Степень гидратации (ЛБиТР)	21/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		На согласовании
1/19	вода		21/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич	Value1:#1;#Value2:#5;#VHCL1:#1;#VHCL2:#1;#CHCL:#1	На согласовании
15/19	Породы горные (ЛБиТР)	Степень гидратации (ЛБиТР)	23/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		На согласовании
15/19	Породы горные (ЛБиТР)	Степень гидратации (ЛБиТР)	23/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		Согласовано
16/19	вода	Тест	23/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич	Value1:#1;#Value2:#1;#VHCL1:#1;#VHCL2:#2;#CHCL:#1	Отклонено
16/19	вода	Тест	23/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич	Value1:#1;#Value2:#1;#VHCL1:#1;#VHCL2:#1;#CHCL:#2	Согласовано
1/19	вода	Тест	23/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич	Value1:#1;#Value2:#2;#AValue1:#3;#AValue2:#5;#CValue1:#5;#CValue2:#6	Согласовано
13/19	Портландцемент тампонажный (ЛБиТР)	Водоотделение цементной пасты (ЛБиТР)	23/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		Отклонено

Рисунок 4.5 – Согласование изменений определяемых показателей

4.1.6 Внесение изменений в информацию о пробе по согласованию

Защитить от случайных изменений необходимо не только информацию об определяемых показателях, но и о самих пробах. Поэтому для данной операции также была разработана подсистема согласований, которая повышает защищенность информации об образцах, которые подвергаются исследованиям. Изменения, которые пользователь системы пытался отредактировать, сохраняются в специальном списке, который используется для отображения страницы «Согласования изменений». Человек с достаточным количеством прав на данной странице может принять или отклонить изменения, которые внес другой пользователь системы. При принятии изменения вносятся в систему, в противном случае изменения не вносятся и для данного согласования ставится состояния «отклонено», для принятых и в процессе выполнения предусмотрены другие значения – «Согласовано» и «На согласовании» соответственно. Страница согласования приведена на рисунке 4.6.



ЛИМС

ИЗМЕНИТЬ ССЫЛКИ

Поиск на этом сайте

Главная

Список проб (Движение проб)

Регистрация пробы

Рабочие журналы

Поиск рабочих журналов

Согласование показателей

Согласование проб

Список оборудования (Управление оборудованием)

Регистрация оборудования

ApprovalsSamples

Лабораторный номер пробы	Объект исследования	Дата запроса на согласование	Кем запрошено	Текущие значения	Согласуемые значения	Состояние
15/19	Породы горные (ЛБиТР)	23/05/2019	Найбауэр Дмитрий Юрьевич	Дата и время отбора пробы: 07/04/2019 10:53 Дата получения пробы: 03/05/2019 Привязка: 1231 Заказчик: ОАО "Заказчик 4" Дополнительная информация: 2331 Определяемые показатели: WL_HydrationDegree,#	Дата и время отбора пробы: 07/04/2019 10:53 Дата получения пробы: 05/05/2019 Привязка: 1231 Заказчик: ОАО "Заказчик 4" Дополнительная информация: 111 Определяемые показатели: WL_HydrationDegree,#	На согласовании ✓ ✗

Рисунок 4.6 – Согласование изменений информации о пробе

4.1.7 Фильтрация проб

При наличии большого числа проб может быть довольно затруднительно найти необходимый рабочий журнал, связанный с искомой пробой, поэтому необходимо наличие в системе некоторого механизма, который бы облегчил нахождение. Одним из таких инструментов является функция поиска и фильтрации. Наиболее востребованным группированием проб при поиске является фильтрация проб по объектам исследования и соответствующим им показателям. В связи с этим в первую очередь было решено реализовать данную фильтрацию. Пользователя выбирает необходимый объект исследования, после чего он может как произвести поиск проб по данному объекту исследования и получить все рабочие журналы, которые заполнялись для данного объекта исследования, так и уточнить запрос, отфильтровав все пробы, для которых не проводилось проверки выбранного определяемого показателя.

4.2 Ролевая модель

После того, как роли пользователей были выявлены, и определены доступные им возможности системы, была начата внедрение данной ролевой модели в системе ЛИМС. Для этого были созданы списки SharePoint, соответствующие каждой роли. Для пользователей системы, которые есть в списках, предоставляются соответствующие роли и возможности, связанные с ними. После того, как роли были сформированы, было реализовано получение всех ролей текущего пользователя, а также система проверок наличия определенной роли у пользователя. В зависимости от наличия или отсутствия у пользователя роли, некоторые страницы могут отличаться у разных пользователей (например, наличие или отсутствие кнопки редактирования информации о пробах на главной странице модуля «Движение проб»), или же пользователь может и вовсе не иметь доступа к странице, в результате чего, будет перемещен на главную страницу ЛИМС с информированием о причинах. Наиболее наглядным примером

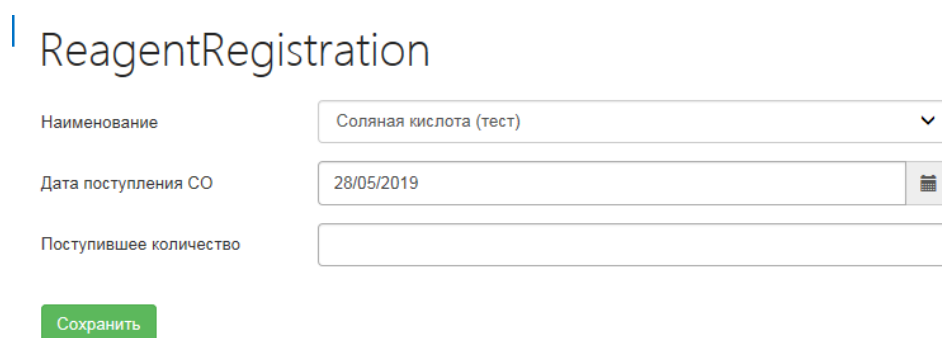
разграничения прав является возможность редактирования информации о пробах или определяемых показателях, а также возможность просмотра и выполнения действий над согласованиями запросов на изменение информации.

4.3 Модуль «Обеспечение качества испытаний»

Данный модуль отвечает за обеспечение качества испытаний, в задачи которого входит учет реактивов, стандартных образцов и других материалов, а также контроль условий окружающей среды. Для этого были реализованы соответствующие страницы для внесения и просмотра информации.

4.3.1 Учет реактивов

Для проведения испытаний необходимы определенные материалы, в связи с чем необходимо обеспечивать учет их прихода и расхода. Для внесения необходимой информации была разработана форма, представленная на рисунке 4.7.



ReagentRegistration

Наименование	Соляная кислота (тест)
Дата поступления СО	28/05/2019
Поступившее количество	

Сохранить

Рисунок 4.7 – Регистрация прихода реактивов

Также была создана таблица, в которой отображается текущее количество реактивов, их поступление, расход и срок хранения. Результат приведен на рисунке 4.8.



ЛИМС

[ИЗМЕНИТЬ ССЫЛКИ](#)

Главная

[Список проб \(Движение проб\)](#)[Регистрация пробы](#)[Рабочие журналы](#)[Поиск рабочих журналов](#)[Согласование показателей](#)[Согласование проб](#)[Список оборудования \(Управление оборудованием\)](#)[Регистрация оборудования](#)

Тесты

[Учет реактивов и стандартных образцов](#)[Регистрация реактивов и СО](#)

ReagentsInformation

Наименование	Дата поступления	Количество (поступившее)	Количество (текущее)	Остаток на конец месяца	Срок хранения
Соляная кислота (тест)	15/04/2019	10	20	14	29/04/2019
Соляная кислота (тест)		10			
Соляная кислота (тест)		11			
Соляная кислота (тест)		11			
Соляная кислота (тест)	17/04/2019	11			
Соляная кислота (тест)	17/04/2019	15			

Рисунок 4.8 – Учет реактивов и стандартных образцов

4.3.2 Контроль условий окружающей среды

Проведение качественных испытаний невозможно без обеспечения для этого оптимальных условий окружающей среды, поэтому необходимо осуществление соответствующего контроля за состоянием среды, в которой будут проводиться испытания. Для этого были созданы форма для внесения текущего состояния окружающей среды, списки, хранящие текущее и оптимальное состояния среды, а также таблица для отображения результатов. Цветами в таблице выделено то, насколько условия соответствуют оптимальным. Результаты приведены на рисунках 4.9 и 4.10.

Влажность	
Давление	
Температура	
Помещение	404(тест) 
Сохранить	

Рисунок 4.9 – Регистрация текущих условий окружающей среды



- Главная
- Список проб (Движение проб)
- Регистрация пробы
- Рабочие журналы
- Поиск рабочих журналов
- Согласование показателей
- Согласование проб
- Список оборудования (Управление оборудованием)
- Регистрация оборудования
- Тесты
- Учет реактивов и стандартных образцов
- Регистрация реактивов и СО
- Контроль условий окружающей среды**

ControlEnvironmentalConditions

Помещение	Влажность	Давление	Температура
404(тест)	98 (оптимальные значения между 15 и 100)	10 (оптимальные значения между 15 и 100)	20 (оптимальные значения между 15 и 25)
404(тест)	15 (оптимальные значения между 15 и 100)	15 (оптимальные значения между 15 и 100)	15 (оптимальные значения между 15 и 25)
404(тест)	2 (оптимальные значения между 15 и 100)	5 (оптимальные значения между 15 и 100)	7 (оптимальные значения между 15 и 25)

Рисунок 4.10 – Контроль условий окружающей среды в помещениях

5 Социальная ответственность

Введение

Целью настоящей работы является разработка лабораторной информационной менеджмент системы (ЛИМС) для лабораторий ОАО «ТомскНИПИнефть», которые будут основным потребителем данного программного продукта, так как система позволит повысить эффективность их работы.

С каждым годом количество оборудования, которое используется в исследовательских лабораториях ОАО «ТомскНИПИнефть» растет, поэтому становится все сложнее осуществлять эффективную работу и контроль над ним, так как увеличение его количества порождает следующие проблемы:

- Высокие трудозатраты на обеспечение работы технологического обеспечения.
- Повышение вероятностей возникновения ошибок и риска потери данных.
- Увеличение количества рабочих журналов.

Все эти проблемы значительно осложняют работу подразделений, так как эффективность процессов и производительность таких лабораторий оказываются недостаточными из-за отсутствия необходимого информационного обеспечения для управления качеством их деятельности.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Эргономические условия работы на ПЭВМ

5.1.1.1 Требования к помещениям для работы с ПЭВМ

Негативное воздействие на человека ПЭВМ заключается в том, что к концу рабочего дня операторы ощущают головную боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук, спины, зуд кожи лица. Со временем это приводит к мигреням, частичной потери зрения, сколиозу, кожным воспалениям и т.д. Результаты показали, что наиболее «рисковыми» пользователями ПЭВМ являются дети и беременные женщины [26].

Санитарно-гигиенические требования к помещениям для эксплуатации ПЭВМ согласно [19] следующие: рабочие места с ПЭВМ требуется располагать во всех помещениях, кроме подвальных, с окнами, выходящими на север и северо-восток.

Отделка помещения полимерными материалами производится только с разрешения Госсанэпиднадзора. В образовательных помещениях запрещается применять полимерные материалы (ДСП, слоистый пластик, синтетические ковровые покрытия и т.д.), выделяющие в воздух вредные химические вещества.

Оконные проемы должны иметь регулирующие устройства (жалюзи, занавески). Компьютер нужно установить так, чтобы на экран не падал прямой свет (иначе экран будет отсвечивать, что является вредным для экрана). Оптимальное положение на работе - боком к окну, желательно левым.

5.1.1.2 Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест пользователей ПЭВМ

Высота рабочей поверхности стола составляет 725 мм. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину

800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм. Конструкция рабочего стола поддерживает рациональную рабочую позу при работе с ПЭВМ, позволяет изменить позу с целью снижения статистического направления мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения утомления.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- 1.Ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- 2.Регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15° и назад до 5° ;
- 3.Высоту опорной поверхности спинки 30 ± 20 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм;
- 4.Угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах $\pm 30^{\circ}$;
- 5.Регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращённого к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделённой от основной столешницы [21].

5.1.1.3 Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочей смены. После каждого часа работы за компьютером следует делать перерыв на 5-10 минут. Обучение и инструктаж персонала, разработка инструкций по охране труда должны соответствовать требованиям.

5.2 Производственная безопасность

Производственные факторы, приводящие к ухудшению здоровья, классифицируются как опасные, а приводящие к заболеванию организма или снижению работоспособности – вредные.

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при камеральных работах в данном помещении описаны в таблице 1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [15].

Таблица 5.1. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке информационной системы для создания карты высокого разрешения на основе данных от общедоступных картографических сервисов.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Проектирование	Реализация	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [19]. СанПиН 2.2.4.548-96 [20]. N 123-ФЗ [21].
2.Недостаточная освещенность рабочей зоны и отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [18]. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [22].
3.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.019 -2017 [16]. ГОСТ 12.1.038-82 [17].

5.2.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Состояние воздушной среды производственного помещения характеризуется следующими показателями: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, интенсивностью теплового излучения от нагретой поверхности.

Отклонение микроклимата в помещениях оказывает очень заметное воздействие на организм человека, ухудшается работоспособность, замедляется мыслительная деятельность, рассеивается внимание, к тому же это приводит к различным заболеваниям, как к простудным, так и к сердечно-сосудистым.

Нормы производственного микроклимата в помещении установлены системой стандартов, норм и правил безопасности труда [20, 23]. Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

В помещениях должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата. Оптимальные параметры микроклимата приведены в таблице 2 (согласно СанПин 2.2.4.548-96) [20]. Фактические значения были взяты из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Таблица 5.2. Оптимальные и фактические нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений.

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С			Относительная влажность воздуха, %			Скорость движения воздуха, м/с		
		Факт ич.	Опти м.	Допу ст.	Факт ич.	Опти м.	Допу ст.	Факт ич.	Опти м.	Допу ст.
Холодный	Ia	23	22-24	20-25	55	40-60	15-75	0,1	0,1	0,1
Теплый	Ia	24	23-25	21-28	55	40-60	15-75	0,1	0,1	0,1-0,2

При выполнении работ в помещении, выделяют две категории работ, разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Данная работа соответствует категории работ Ia. Ia – категория работ, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (интенсивность энергозатрат до 139 ккал/час).

Для поддержания оптимальных микроклиматических условий в помещении в летний период необходимо своевременно, не реже одного раза в сутки, проветривать помещение, проводить влажную уборку. При проведении исследовательских работ и разработки системы в помещении на компьютере с монитора вытирать пыль.

В зимний период, когда окна закрыты и нет естественной вентиляции, необходимы другие мероприятия по проветриванию в рабочей зоне. В зимнее время помещение должно отапливаться.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где

установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата.

Для подачи в помещения воздуха используются системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция.

Подводя итог, можно увидеть, что показатели характеризуют микроклиматические условия как оптимальные, которые при их воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают оптимальное тепловое состояние организма. В этих условиях напряжение терморегуляции минимально, общие и (или) локальные дискомфортные теплоощущения отсутствуют, что позволяет сохранять высокую работоспособность.

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны и отсутствие или недостаток естественного света. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении. Оценка освещенности производилась в соответствии с требованиями к освещению [22].

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [18]. Нормы естественного и искусственного освещения представлены в таблице 3.

Таблица 5.3. Нормы естественного и искусственного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО, %		КЕО, %				
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	Освещенность, лк		
						при комбинированном освещении		при общем освещении
						всего	от общего	
Кабинеты, рабочие	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300

Реальная освещенность на рабочем месте взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда. В таблице 4 приведены нормируемые и фактические показатели искусственного освещения.

Таблица 5.4. Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения

Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности	Освещенность (при общем освещении), лк		Показатель дискомфорта М, не более		Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	
	Фактическая	Допустимая	Фактический	Допустимый	Фактический	Допустимый
Поверхность-горизонтальная. Высота над полом 0,8 м	400	300	40	40	15	15

Исходя из табличных данных, можно делаем вывод о том, что освещенность соответствует нормативным данным, следовательно, освещение оказывает благоприятное влияние на качество и безопасность рабочего процесса.

3. Нервно-эмоциональное напряжение. При длительной работе с ПК можно заметить симптомы, обусловленные раздражением глаз: покраснение глаз, слезотечение, чувство сухости глаза. Больше всего неприятностей доставляют симптомы зрительной усталости: тяжесть в области век и

надбровий, трудности с фокусировкой, затуманивание зрения, иногда слезотечение.

Чтобы избежать таких последствий, необходимо делать перерывы каждые 2 часа.

При непрерывной работе с ПК необходимо выполнять комплекс профилактических мероприятий:

1. Делать гимнастику для глаз каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, мелькании точек перед глазами и т.п., гимнастика для глаз проводится индивидуально и самостоятельно, независимо от указанного времени.

2. Для снятия частичного утомления должна проводиться физкультурная зарядка с разного рода упражнениями;

3. Для снятия общего утомления, улучшения функций нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц рук, спины, шеи и ног, следует проводить продолжительную зарядку на все группы мышц, на зарядку следует отвести 15 минут.

5.2.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. Электрические установки, к которым относится ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации человек может коснуться частей, находящихся под напряжением. Органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании. Проходя через тело человека электрический ток парализует нервную систему, что в частных случаях приводит к смертельному исходу.

К работе с электроустановками должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью

применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний.

Перед началом работы на электроприборе рабочий персонал должен убедиться в исправности оборудования.

Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения; с целью уменьшения опасности можно использовать разделительный трансформатор для развязки с основной сетью, и обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур.

Защитное заземление или зануление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции [24].

Помещение, в котором проводилась разработка информационной системы, характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность. Это помещение без повышенной опасности поражения людей электрическим током.

5.3 Экологическая безопасность

Так как сама деятельность по разработке системы предполагает только работу за компьютером и не несет каких-либо вредных воздействий для окружающей среды, то в данном разделе будет рассмотрено влияние возможных факторов влияния на окружающую среду, связанных с утилизацией вышедшего из строя и непригодного для ремонта оборудования (комплектующих системного блока, периферийного оборудования: компьютерной мыши, клавиатуры, монитора) или мебели.

Не существует такой компьютерной техники, которая была бы во всех отношениях безопасна для окружающей среды. Выброшенная на свалку техника может нанести непоправимый вред нашей планете. Огромное количество вышедшей из строя или ненужной техники может привести к загрязнению окружающей среды, так как многие компоненты плохо подвергаются или и вовсе не подвержены естественному разложению (различного рода пластмассы). Конечно же, этого не должно произойти. Собственно, утилизация оборудования и дает возможность избавиться от ненужной по различным причинам (устаревание, выход из строя) техники максимально безвредно для окружающей среды путем определенных экологических безопасных методов. Процесс утилизации, который необходимо провести и важность которого не имеет сомнений, состоит из множества этапов. Вне всяких сомнений, каждый этап утилизации является обязательным. В первую очередь объект, подлежащий утилизации, доставляется на утилизирующее предприятие. Для правильной утилизации необходимо разобрать технику. Кроме процесса разборки, есть еще один очень важный процесс – сортировка. Правильное отделение одних элементов от других является очень важным этапом и должно выполняться в первую очередь.

Для всех электронных компонентов оснащения обязательно должна быть проведена такая необходимая процедура, какой является процесс

аффинажа. Аффинаж – металлургический процесс получения высокочистых благородных металлов путем отделения от них загрязняющих примесей. Именно аффинаж предоставляет возможность осуществить очищение тех самых драгметаллов, которые находятся в составе оборудования. По закону процесс аффинажа является обязательным. Драгоценные металлы по окончании процесса проведения аффинажа необходимо передать в Госфонд.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Пожар на предприятиях чаще всего возникают из-за несоблюдения правил пожарной безопасности рабочими и инженерно-техническим персоналом. Наиболее часто пожары возникают из-за короткого замыкания в электропроводах.

Здание, в котором располагается аудитория по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели).

Условия развития пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются степенью их огнестойкости. Степенью огнестойкости называется способность здания в целом сопротивляться разрушению при пожаре.

Степень огнестойкости здания II согласно [25]. Основные части зданий I, II степени огнестойкости являются несгораемыми и различаются только пределами огнестойкости строительных конструкций. В зданиях II степени максимальный предел распространения огня, составляющий 40 см, допускается только для внутренних несущих стен (перегородок).

Огнетушители предназначены для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития.

Пожароопасность, главным образом, представлена оголенными токоведущими частями электропроводки, коротким замыканием проводки, перегрузки электросети, статическим электричеством. Возможными причинами возникновения пожара могут быть: неправильное устройство и эксплуатация отопительных систем (использование обогревателей),

неисправность вентиляционных систем, неосторожное обращение с огнем персонала и т.д.

В исследуемом помещении должны быть обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

«План эвакуации людей при пожаре»;

Памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности;

Системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ;

Углекислотный огнетушитель (ОУ-3-ВСЕ);

Система автоматической противопожарной сигнализации.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью настоящей работы является разработка лабораторной информационной менеджмент системы (ЛИМС) для лабораторий ОАО «ТомскНИПИнефть», которые будут основным потребителем данного программного продукта, так как система позволит повысить эффективность их работы.

С каждым годом количество оборудования, которое используется в исследовательских лабораториях ОАО «ТомскНИПИнефть» растет, поэтому становится все сложнее осуществлять эффективную работу и контроль над ним, так как увеличение его количества порождает следующие проблемы:

- Высокие трудозатраты на обеспечение работы технологического обеспечения.
- Повышение вероятностей возникновения ошибок и риска потери данных.
- Увеличение количества рабочих журналов.

Все эти проблемы значительно осложняют работу подразделений, так как эффективность процессов и производительность таких лабораторий оказываются недостаточными из-за отсутствия необходимого информационного обеспечения для управления качеством их деятельности. На рисунке 6.1 приведен рост количества оборудования в лабораториях за последние несколько лет.

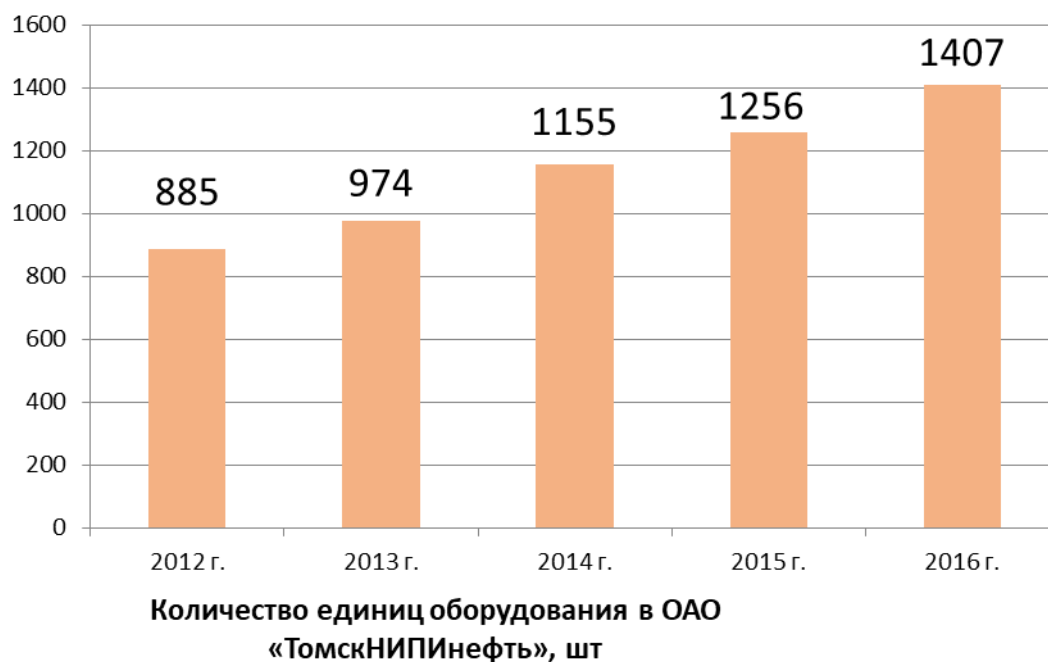


Рисунок 6.1 – Рост числа оборудования в лабораториях ОАО «ТомскНИПИнефть»

В ходе разработки системы выполнялся анализ предметной области, поиск аналогов, изучались требования к подобным системам. На протяжении всего процесса работы над данным проектом осуществлялось постоянное взаимодействие с лабораториями ОАО «ТомскНИПИнефть» для уточнения требований к системе, к структуре осуществляемых процессов.

На данный момент многие процессы выполняются довольно длительный период времени, так как практически все расчеты и формирование отчетов выполняются вручную. В таблице 6.1 приведены ожидаемые результаты автоматизации некоторых процессов, которых можно достичь с использованием данной разработки.

Таблица 6.1. Эффект от автоматизации

Функция, требующая автоматизации	Трудозатраты	
	До	После
Формирование журнала учета оборудования	3 дня	10 мин
Формирование графика поверки (калибровки), аттестации, технического обслуживания	3 дня	30 мин
Построение графиков учета параметров окружающей среды	3 часа	1 час
Ведение и оформление записей в рабочие журналы (для одной пробы)	2 часа	20 мин
Оформление протоколов исследования (для одной пробы)	1 час	10-20 мин
Оформление результатов внутрилабораторного контроля	10 дней	1 час
Оформление результатов внутренних проверок	2 дня	2 часа

Также было проведено сравнение уже существующими решениями, которые используются в других исследовательских лабораториях. Результат анализа был сведен в таблицу 6.2.

Таблица 6.2. Сравнение с аналогами

Процесс					
	 ЛИМС «I-LDS»	 «ЮниЛИМС»	 ЛИУС «Химик-аналитик»	 «Dcontrol»	 ТОМСКНИПИНЕФТЬ ЛИМС
Цена	8-10 млн. руб.	5-6 млн. руб.	10-15 млн. руб.	5-6 млн. руб.	2 млн. руб. ²
Управление оборудованием	Возможно	Частично	Возможно	Возможно	Возможно
Управление документами	Необходима адаптация	Отсутствует	Возможно	Возможно	Возможно
Отслеживание движения проб и формирование отчетности	Возможно	Возможно	Отсутствует	Необходима покупка дополнительного серверного пакета SControl	Возможно
ВЛК, учет реактивов и материалов	Необходима покупка дополнительного серверного пакета SPV-AM	Частично	Необходима покупка дополнительных серверных пакетов	Необходима покупка дополнительного серверного пакета QControl	Возможно
Система менеджмента качества (внутренние проверки и корректирующие мероприятия)	Отсутствует	Отсутствует	Возможно	Частично	Возможно
Блок метролога	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Возможно

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представлен SWOT-анализ разрабатываемой системы, план работ по разработке системы, распределение человеческих ресурсов и оценка эффективности решения с различных точек зрения.

² Планируемый ОАО «ТомскНИПИнефть» бюджет на разработку лабораторной информационной менеджмент системы. Связан с тем, какие затраты необходимо будет понести организации на обеспечение всех процессов по разработке новой системы (обучение и заработная плата сотрудникам организации, которые будут заниматься разработкой данной системы).

6.1 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [27].

Первым этапом данного анализа является определение сильных и слабых сторон, а также существующие возможности для улучшения проекта в плане конкурентоспособности, эффективности и угрозы, которые могут возникнуть и повлиять на успешное завершение проекта, его конкурентоспособность в настоящем или будущем. После этого выявляются соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды (возможностям и угрозам). Результат описанных действий для разрабатываемой в ходе настоящей работы информационной системы приведен в таблице 6.3.

Таблица 6.3. SWOT-анализ разрабатываемой ЛИМС

	Сильные стороны: С1. Простота использования. С2. Полное покрытие задач лабораторий. С3. Возможность расширения функциональных возможностей системы.	Слабые стороны: Сл1. Система требует доработки. Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей достаточной квалификации. Сл3. Сложность автоматизации формирования документации.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ОАО «ТомскНИПИнефть». В2. Появление	В1С3 В2С1С2 В3С2С3	В1Сл1 В3Сл1Сл3

дополнительного спроса на новый продукт. ВЗ. Получение подробной документации о процессах, протекающих в лабораториях.		
Угрозы: У1. Появление новых развитых конкурентов. У2. Изменение условий использования данных. У3. Изменение требований к системе.	У2С2С3 У3С2С3	У1Сл1Сл2 У2Сл1 У3Сл1Сл3

Исходя из данного анализа, можно сделать вывод, что наибольшую опасность для системы представляют изменения требований к самой системе и условий использования данных, с которыми она должна осуществлять работу, так как это оказывает влияние не только на слабые стороны, но также и сильно снижает ее конкурентные преимущества по сравнению с аналогами. Устранить данное влияние полностью невозможно, но возможно снизить последствия при своевременном мониторинге и внесении соответствующих изменений. Также неизбежной угрозой является развитие конкурентных решений, которые могут предлагать более проработанные и интуитивно более понятные для использования решения.

В связи с тем, что от угроз избавиться невозможно, необходимо усилить «слабые» стороны системы, устранив или переведя в раздел «сильных» сторон. Необходимость доработки системы устраняется путем детального изучения всех процессов, протекающих в исследовательских лабораториях, и реализации наиболее эффективных способов их автоматизации для снижения трудозатрат и повышения эффективности. Проблему недостатка квалификации у пользователей системы можно решить несколькими способами:

- Проработка интерфейса системы с целью сделать его более интуитивно понятным.

- Добавлением обучающего материала в саму систему, что позволит пользователю проще разобраться в том, как использовать систему максимально эффективно.

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 График проведения и распределение человеческих ресурсов

Для выполнения данной работы был составлен перечень этапов и работ в рамках научного исследования и проведено распределение исполнителей по видам работ. Перечень работ и распределение исполнителей приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта, разработчик
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материала по теме	Разработчик
	3	Проведение исследований	Разработчик
	4	Выбор направления исследований	Руководитель проекта, разработчик
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, разработчик
Проведение ОКР			
Разработка технической-документации и проектирование	6	Формирование требований к разрабатываемой системе	Руководитель проекта
	7	Разработка структуры системы	Разработчик
	8	Разработка эскизного проекта	Разработчик
Разработка и тестирование экспериментального образца (прототипа системы)	9	Разработка прототипа	Разработчик
	10	Тестирование прототипа	Разработчик
	11	Анализ результатов тестирования, доработка прототипа	Разработчик
Оформление отчета по НИР	12	Оформление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Разработчик
	13	Публикация отчета в ЭБС	Руководитель проекта

6.2.2 Определение трудоемкости работ

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, (3)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемое значение трудоемкости для i -ой работы, чел.-дн.;

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

t_{max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн. [28].

Расчетные значения трудоемкости для каждой работы, проводимой для выполнения исследования и разработки приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5. Расчетные значения трудоемкости работ

№ раб .	Наименование работы	Минимальное значение трудоемкости, чел.-дн.	Максимальное значение трудоемкости, чел.-дн.	Ожидаемое значение трудоемкости, чел.-дн.
1	Составление и утверждение технического задания	7	14	9,8
2	Подбор и изучение материала	14	21	16,8

№ раб .	Наименование работы	Минимальное значение трудоемкости, чел.-дн.	Максимальное значение трудоемкости, чел.-дн.	Ожидаемое значение трудоемкости, чел.-дн.
	по теме			
3	Проведение исследований	14	18	15,6
4	Выбор направления исследований	1	2	1,4
5	Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4
6	Формирование требований к разрабатываемой системе	10	20	14
7	Разработка структуры системы	2	3	2,4
8	Разработка эскизного проекта	3	5	3,8
9	Разработка прототипа	80	120	96
10	Тестирование прототипа	3	5	3,8
11	Анализ результатов тестирования, доработка прототипа	5	15	9
12	Оформление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	2	3	2,4
13	Публикация отчета в ЭБС	1	2	1,4
Итого:		143	230	177,8

6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для составления графика проведения работ необходимо длительность каждой работы перевести в число календарных дней. Для это необходимо использовать формулу:

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

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

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

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

Коэффициент календарности для 2019 года равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = \frac{365}{247} = 1.48$$

На основании таблицы 6.4, формулы 4 и рассчитанного значения коэффициента календарности были рассчитаны длительности работ в календарных днях. Значения приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6. Длительность работ в календарных днях

№ раб.	Наименование работы	Длительность работы в рабочих днях (Т _р), дн.	Длительность работы в календарных днях (Т _к), дн.
1	Составление и утверждение технического задания	9,8	15
2	Подбор и изучение материала по теме	16,8	25
3	Проведение исследований	15,6	23
4	Выбор направления исследований	1,4	2
5	Календарное планирование работ по теме	1,4	2
6	Формирование требований к разрабатываемой системе	14	21
7	Разработка структуры системы	2,4	4
8	Разработка эскизного проекта	3,8	6
9	Разработка прототипа	96	142
10	Тестирование прототипа	3,8	6
11	Анализ результатов тестирования, доработка прототипа	9	13
12	Оформление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	2,4	4
13	Публикация отчета в ЭБС	1,4	2

На основании таблиц 7 и 9 строиться календарный план-график. Полученный календарный план-график приведен на рисунке 6.2.

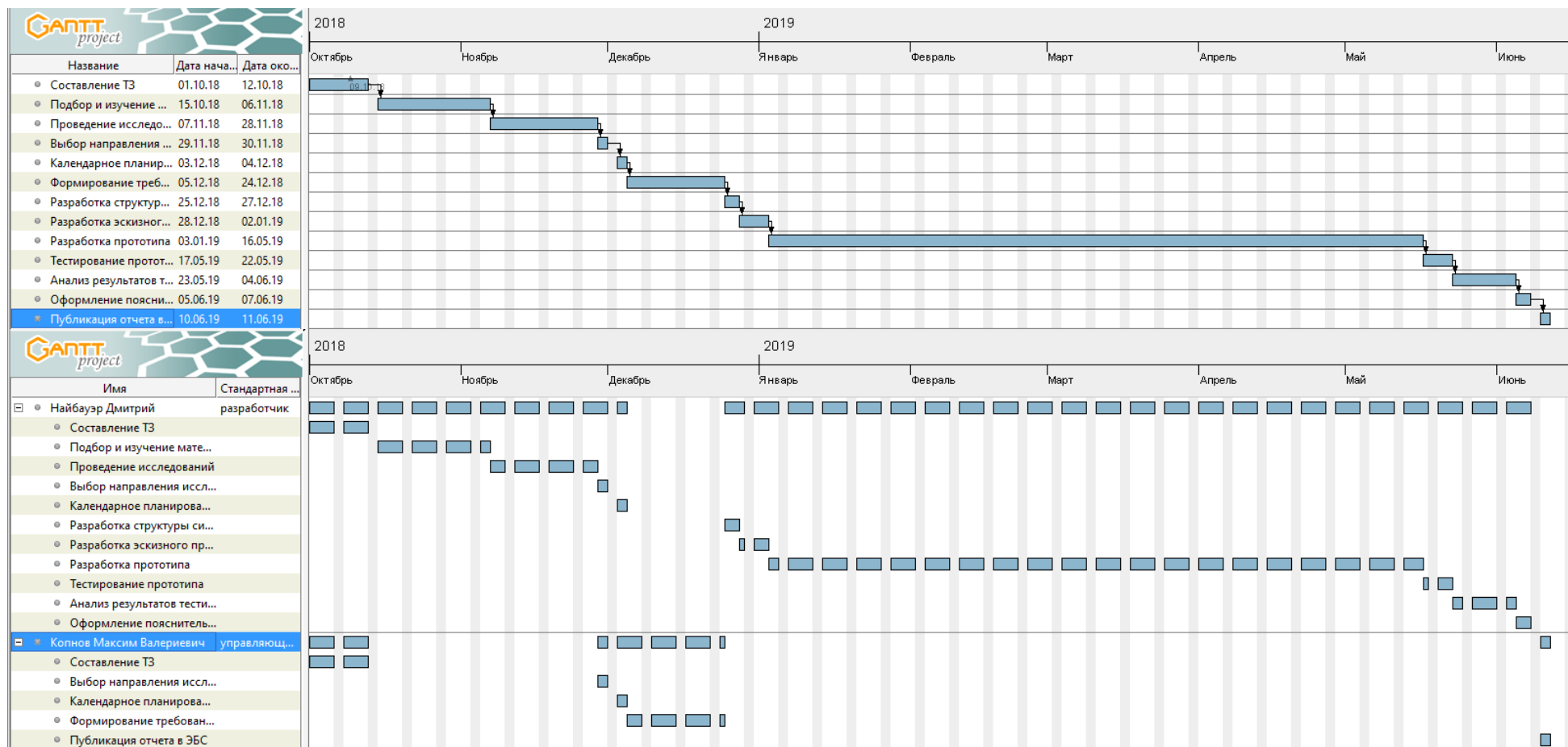


Рисунок 6.2 - Календарный план график

6.3 Бюджет проекта

Разработкой данной системы занимается один инженер-программист, работающий на полставки. Таким образом основные затраты проекта связаны с выплатой заработной платы. Расчет бюджета приведен в таблице 6.7.

Таблица 6.7. Расчет бюджета проекта

Ставка, руб.	32 000
Районный коэффициент, %	30
Размер ставки, доли	0,5
Длительность проекта, мес.	24
Итого, руб	499 200

6.4 Экономический эффект

Разработка лабораторной информационной менеджмент системы позволит повысить эффективность работы лабораторий ОАО «ТомскНИПИнефть», так как позволяет сократить затраты на выполнение процессов, протекающих в них. Проведем анализ того, какую экономическую пользу может принести разработка данной системы, и через какой промежуток времени данная система полностью себя окупит. Составим таблицу доходов и расходов на несколько лет. Результаты приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8. Экономический эффект ЛИМС

Наименование статей	Ед. изм.	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Расходная часть								
Трудозатраты на создание и поддержание ЛИМС	чел/дни	190	98	65	22	22	65	40
Стоимость чел/дня	тыс. руб	8,1232						
Итого расходы	тыс. руб	1 543	796	528	179	179	528	325
Доходная часть								
Объемы работ с ЛИМС	чел.	0	12	20	40	80	100	150
Увеличение производительности	%	0	20	30	35	50	55	60
Стоимость чел/дня	тыс. руб	8,1232						
Итого доходы	тыс. руб	0	1 685	4 214	9 832	28 090	38 624	63 203
Денежный поток	тыс. руб	-1 543	889	3 685	9 653	27 911	38 096	62 878
Коэффициент дисконтирования		1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3
Дисконтированный денежный поток	тыс. руб	-1 409	677	2 336	5 099	12 288	13 976	19 223
Накопленный денежный поток	тыс. руб	-1 409	-732	1 604	6 703	18 991	32 967	52 190

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы:

- Чистый дисконтированный доход (NVP) превышает 50 млн рублей – 52,2 млн рублей.
- Дисконтированный срок окупаемости (DPP) – 2 года.

Таким образом, система полностью окупается спустя всего 2 года, после чего ее использование позволит в течении 5 лет получать доход, превышающий расходы в почти в 200 раз – $63\,203/325 = 194.477$.

Построим также график динамики использования ЛИМС (рисунок 6.3).

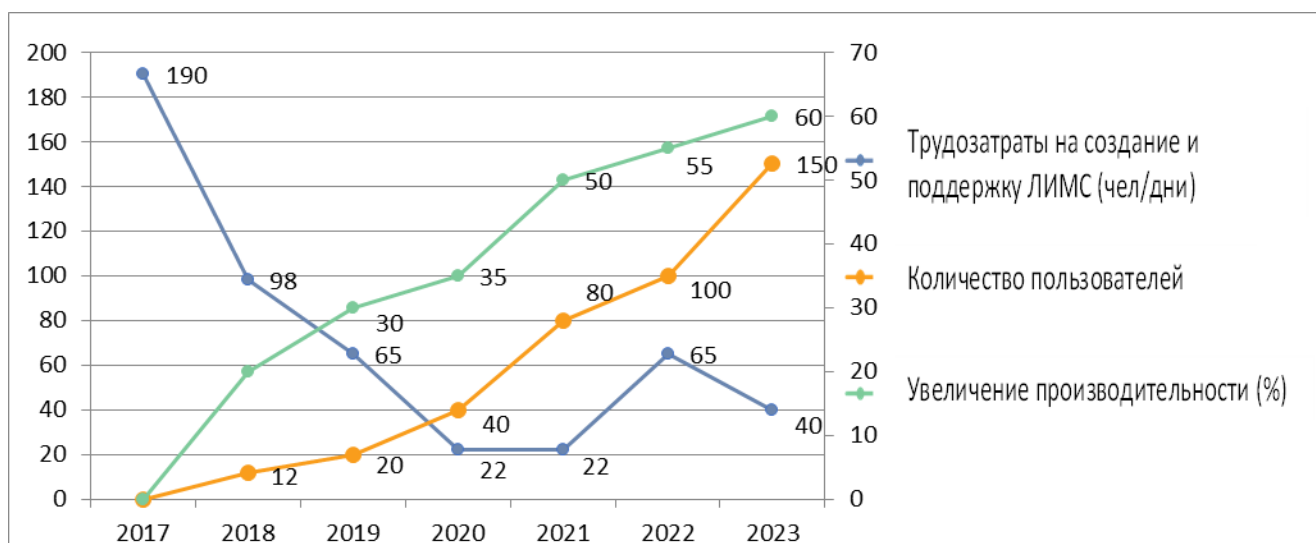


Рисунок 6.3 – График динамики использования ЛИМС

А также график динамики доходов и расходов (рисунок 6.4).

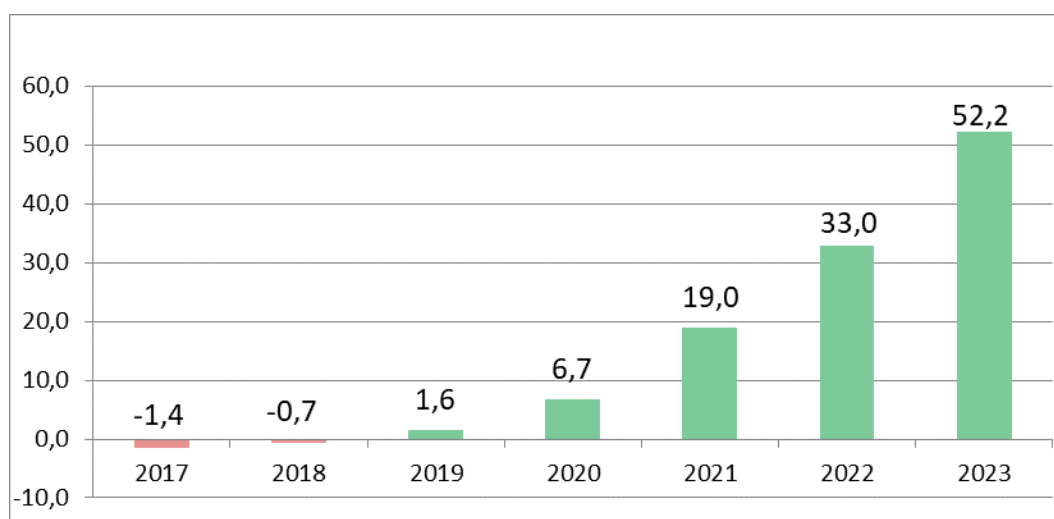


Рисунок 6.4 – Чистый дисконтированный доход, млн руб.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были выявлены проблемы лабораторий ОАО «ТомскНИПИнефть», проанализированы возможные решения. Результаты анализа стали основанием для разработки лабораторной информационной менеджмент системы (ЛИМС), которая способна помочь решить выявленные проблемы. Была спроектирована ЛИМС, которая позволяет значительно повысить эффективность и производительность лабораторий путем автоматизации наиболее трудозатратных процессов, связанных с проводимыми исследованиями.

Разработка данной системы велась в команде. В связи с этим в ходе выполнения данной работы требовалось разработать ряд подсистем, основной из которых являлся модуль «Движение проб».

При выполнении выпускной квалификационной работы были реализованы основные функции модуля «Движение проб», который отвечает за регистрацию поступивших проб, а также формирование и хранение информации о результатах испытаний, проводимых над пробами для получения значений определяемых показателей. Также были реализованы некоторые функции модулей «Управление оборудованием» и «Обеспечение качества испытаний». Кроме того, была разработана и реализована система ролей, основным назначением которой является повышение защищенности данных, обеспечение их надежности и разделение прав и обязанностей пользователей системы.

Список используемой литературы

1. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. (ссылка: <http://docs.cntd.ru/document/1200029975>, дата обращения 27.05.2019 г.).
2. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. (ссылка: <http://docs.cntd.ru/document/gost-iso-mek-17025-2009>, дата обращения 27.05.2019 г.).
3. Лабораторно-информационная система I-LDS. (ссылка: <https://indusoft.ru/products/indusoft/LIMS/>, дата обращения 27.05.2019 г.).
4. Лабораторная информационная система "ЮниЛИМС". (ссылка: <http://ligaoao.ru/ulims/>, дата обращения 27.05.2019 г.).
5. РМГ 76-2014 ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа". (ссылка: <http://docs.cntd.ru/document/1200123083>, дата обращения 27.05.2019 г.).
6. МИ 2881-2004. Рекомендация. ГСИ. Методики количественного химического анализа. Процедуры проверки приемлемости результатов анализа. (ссылка: https://standartgost.ru/g/%D0%9C%D0%98_2881-2004, дата обращения 27.05.2019 г.).
7. ЛИС/ЛИУС "Химик-аналитик". (ссылка: <http://www.chemsoft.ru/products>, дата обращения 27.05.2019 г.).
8. DControl. (ссылка: <https://qcontrol.ru/dcontrol/>, дата обращения 27.05.2019 г.).
9. ГОСТ Р ИСО 15189-2006. (ссылка: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-15189-2006>, дата обращения 27.05.2019 г.).
10. Приложение № 2 Приказа Министерства экономического развития (МЭР) № 326 «Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение

требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации». (ссылка: <http://fsa.gov.ru/index/staticview/id/192/>, дата обращения 5.06.2019 г.)

11. Технические требования на выполнение работ по теме: «Лабораторно-информационная менеджмент система ТомскНИПИнефть».

12. Новые возможности Microsoft SharePoint Server 2013. (ссылка: <https://support.office.com/ru-новые-возможности-microsoft-sharepoint-server-2013-2229681c-8a19-4efb-a59a-fc9ece9e9557>, дата обращения 5.06.2019 г.)

13. TypeScript. (ссылка: <https://www.typescriptlang.org/docs/home.html>, дата обращения 5.06.2019 г.)

14. jQuery. (ссылка: <https://jquery.com/>, дата обращения 5.06.2019 г.)

15. ГОСТ 12.0.003–2015.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

16. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. (Ссылка: <http://docs.cntd.ru/document/1200161238>, дата обращения 3.06.2019)

17. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: Госстандарт СССР, 1983. – 7 с;

18. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003 – 26 с.

19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Минздрав России, 2003 – 56 с.

20. СанПин 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997 – 14 с.

21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) // Собрание законодательства Российской Федерации. - 07.01.2002. - Ч. 1. - Ст. 3.

22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Министерство регионального развития Российской Федерации, 2016.
23. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Госстандарт СССР, 1989 – 49 с.
24. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – М.: Госстандарт СССР, 1982 – 10 с.
25. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
26. ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.
27. SWOT-анализ. (ссылка: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SWOT-анализ>, дата обращения: 1.06.2019).
28. Трудоемкость (ссылка: <http://www.bibliotekar.ru/economika-predpriyatiya-5/110.htm>, дата обращения: 1.06.2019).
29. Разработка приложений SharePoint 2013 с помощью TypeScript. (ссылка: <https://habr.com/ru/post/174099/>, дата обращения 5.06.2019 г.)
30. Руководство по TypeScript. (ссылка: <https://metanit.com/web/typescript/>, дата обращения 5.06.2019 г.)
31. Promise на JavaScript. (ссылка: <https://learn.javascript.ru/promise>, дата обращения 5.06.2019 г.)

Приложение А (справочное)

Раздел 1

Subject area analysis

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИМ71	Найбауэр Дмитрий Юрьевич		

Консультант школы отделения ИШИТР ОИТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Мирошниченко Евгений Александрович	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы ШБИП ОИЯ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Сидоренко Татьяна Валерьевна	к.п.н.		

1 Automation problems of chemical laboratories

1.1 Identifying problems in the laboratories

Measuring procedures are an integral part of any quantitative chemical analysis, which includes specific steps and techniques. In the general case, chemical analysis is a multi-step procedure, and the neglect of any operation in terms of its effect on the achievement of reliable results can lead to significant errors that cast doubt on the data. Such specificity of quantitative chemical analysis led to increased attention to the solution of organizational problems aimed at ensuring the required accuracy of this measurement process. Among the necessary organizational measures, it is necessary to highlight the use of a common terminology and regulatory framework, the timely and mandatory metrological certification of analysis techniques and the monitoring of measurement performance. The main difficulty of metrological assurance of chemical analysis is the need to cover the extraordinary diversity of existing methods and measuring instruments, which make it difficult to develop general methodological recommendations to eliminate and eliminate the negative consequences of unreliable measurement results. In addition, there is an active harmonization of regulatory and technical documentation for compliance with international standards, the introduction of which, in turn, leads to an increase in the amount of information processed.

Quality control is carried out by testing and analytical laboratories equipped, as a rule, with modern equipment and staffed by highly qualified specialists. Effective use of analytical control tools is difficult due to the use in laboratories of an “old” information processing system that focuses on classical analysis methods with manual data collection and processing, with numerous handwritten entries in laboratory journals.

Every year the amount of equipment used in the research laboratories of TomskNIPIneft OJSC is growing, so it is becoming increasingly difficult to carry

out effective work and control over it, since the increase in its quantity causes the following problems:

- High labor costs for the provision of technological support.
- Increased likelihood of errors and risk of data loss.
- Increase the number of work logs.

All these problems significantly complicate the work of laboratories, as the efficiency of processes, competence and productivity of such laboratories are insufficient due to the lack of the necessary information support for managing the quality of laboratory activities. Figure 1 shows the increase in the number of equipment in laboratories over the past few years.

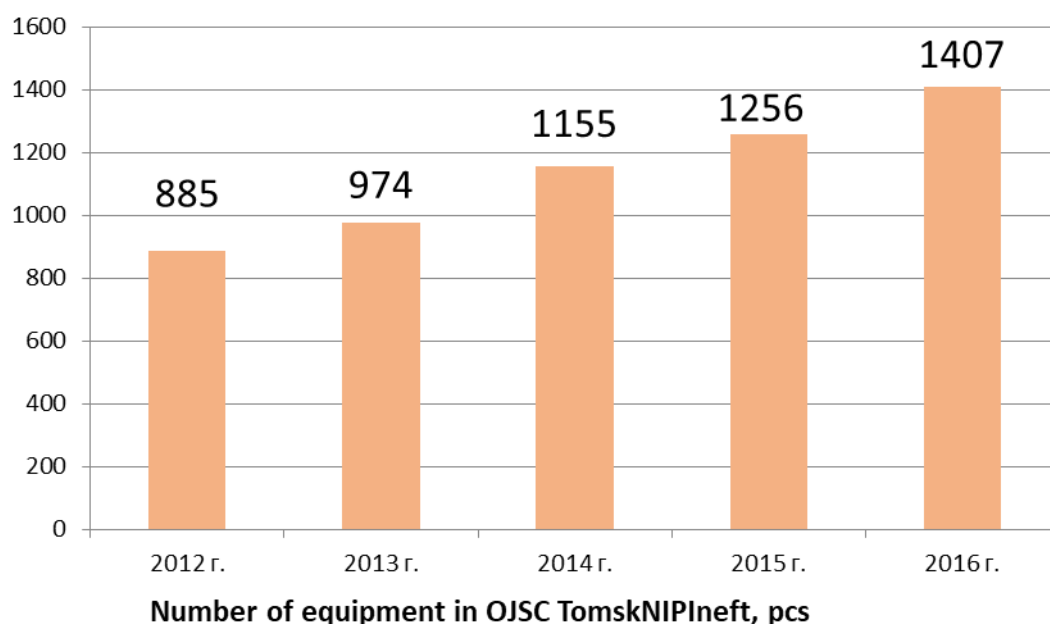


Figure 1 - Increase in the number of equipment in the laboratories of OJSC TomskNIPIneft

During the development of the system, the analysis of the subject area, the search for analogues, and the requirements for such systems were studied. Throughout the entire process of work on this project, continuous interaction with the laboratories of OJSC TomskNIPIneft was carried out to clarify the requirements for the system and the structure of the processes carried out.

At the moment, many processes are carried out for a rather long period of time, since almost all calculations and reporting are performed manually. Table 1 shows the results of the automation of some processes that need to be achieved when using this system.

Table 1. Automation effect

Function requiring automation	Labor costs	
	Before	After
Formation of equipment accounting log	3 days	10 minutes
Formation of the schedule of verification (calibration), certification, maintenance	3 days	30 minutes
Plotting environmental parameters	3 hours	1 hour
Maintaining and registration of records in working journals (for one sample)	2 hours	20 minutes
Registration of research protocols (for one sample)	1 hour	10-20 minutes
Registration of results of intra laboratory control	10 days	1 hour
Registration of the results of internal audits	2 days	2 hours

1.2 Analysis of existing solutions

One of the solutions is the development of a laboratory-information management system (LIMS), which will automate the processes associated with the occurrence of the problems described above and, therefore, reduce or eliminate their impact on the work of research laboratories. Systems of this kind cover the whole range of needs of laboratory and research complexes and ensure the integration of laboratory data and processes into the general information environment of an enterprise.

LIMS is a set of software and hardware designed specifically for the laboratory, which provides for the collection, processing and accumulation of

information, the automation of technological processes, as well as management and communication processes.

The existing LIMS provide for the implementation of all operations required for the personnel of analytical laboratories, such as:

- planning sampling schedules;
- registration and labeling (bar-coding) with the assignment of a unique number of both planned and unplanned samples;
- assigning to each sample a list of parameters defined in it with indication of a specific method of analysis;
- distribution of samples with assigned analyzes for specific production units, performers, instruments;
- input analysis results;
- checking the entered results by comparing with the specified criteria, preventing technical input errors of the results;
- connection of each result obtained with the relevant quality management procedures and quality assurance procedures (verification, calibration of measuring equipment, quality control and approval for the analysis of consumables, availability and shelf life of standard samples, introduction of control charts according to GOST R 5725 [1]);
- authorization of entered results in accordance with the established powers and responsibilities of employees;
- release of protocols (reports) with test results in accordance with the established requirements of the organization or GOST R ISO 17025 [2];
- creating various performance reports.

1.2.1 LIMS “I-LDS”

Laboratory Information System (LIMS / LIS) I-LDS is a comprehensive solution to modern problems of quality control of raw materials, semi-finished products and finished products, as well as automation of intra-laboratory activities of industrial enterprises.

LIMS "I-LDS" [3] increases the efficiency of the laboratory, allows specialists of the enterprise and consumers of products manufactured to be confident in compliance with quality control at all stages of production.

LIMS I-LDS is an information core of quality control:

- allows to improve quality control, ensuring uniformity of functions performed by IL staff;
- reduces testing time by automating the calculation of measurement methods, reporting, and drafting quality documents;
- Ensures the timely provision to management of correct information about the quality of the work of the laboratory, obtaining integrated data in the information services of the enterprise in real time;
- increases the efficiency of IL staff, optimizes IL business processes through the planning of its activities and the rational use of resources (personnel, instruments, equipment, reagents and reference materials).

1.2.2 "UNILIMS"

The main characteristic of "UNILIMS" is its ability to organize information flows and automate business processes in accordance with the main regulatory document governing the activities of the laboratory - GOST ISO / IEC 17025-2009 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories" [4].

An equally important task successfully solved with the help of the UNILIMS laboratory information system is the organization of internal quality control of measurement results, in accordance with the provisions of GOST R ISO 5725-2002. Accuracy (accuracy and precision) of measurement methods and results. Part 1-6.

The algorithms of the system are in strict accordance with the documents:

- RMG 76-2014. GSE. Internal quality control of the results of quantitative chemical analysis [5].
- MI 2881-2004. Methods of quantitative chemical analysis. Procedures for testing the acceptability of the results of the analysis [6].

1.2.3 LIUS "Chemist-Analyst"

Laboratory information system (LIS) or Laboratory information management system (LIMS) can be customized to suit the specific activities of the analytical laboratory.

There are several options for installation and technical maintenance of LIS/LIMS. Implementation can be accompanied by optimization and unification of a package of laboratory documents.

If the enterprise has several laboratories that serve the same objects and have similar reporting documentation, then in this case it is possible to conditionally divide the laboratories into “basic” and “typical”. Initially, the adaptation of the system begins with a "basic" laboratory. For “typical” laboratories, which will use the experience of adaptation of the “basic” laboratory, significant discounts are offered [7].

1.2.4 "Dcontrol"

Laboratories operating in accordance with the requirements of GOST ISO / IEC 17025-2009 “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories”, as well as clinical diagnostic laboratories that comply with GOST R ISO 15189-2006 “Medical laboratories. Additional requirements for quality and competence” [9], must maintain very extensive documentation, while tracking a lot of points that require intervention. It is necessary to take into account, store and archive a lot of documents (GOSTs, MI, measurement procedures, etc.), take into account reagents, standard samples, measuring instruments and auxiliary equipment, control the timing of measuring instruments and employee training, prepare research reports. To do this, you have to keep a lot of magazines, spend a lot of time - especially the laboratory management.

The DControl program meets all the requirements for laboratory documentation management by laboratory accreditation bodies. It is recommended for use by the Association of Analytical Centers "Analytics", a member of ILAC (International Laboratory Accreditation Co-operation) [8].

1.3 Comparison of existing systems

To compare the existing information systems that allow improving the efficiency of laboratories, certain criteria were chosen. The results were summarized in table 1.

Analysis of this table necessitates the development of a new LIMS, since the results of the comparison show that all the analyzed systems do not provide a complete list of the necessary functionalities that are required in the laboratories of TomskNIPIneft and also have a higher cost. The results are shown in table 1.

Table 2. Comparison of information systems analogues

Process					
	 LIMS «I-LDS»	 «UNILIMS»	 LIMS «Chemist- Analyst»	 «Dcontrol»	 LIMS
Price	8-10 million rubles	5-6 million rubles	10-15 million rubles	5-6 million rubles	2 million rubles
Equipment management	Possibly	Partially	Possibly	Possibly	Possibly
Document management	Adaptation needed	Missing	Possibly	Possibly	Possibly
Tracking sample movement and reporting	Possibly	Possibly	Missing	Requires purchase of an additional SControl server package	Possibly
VLK, accounting of reagents and materials	Requires purchase of additional server package SPV-AM	Partially	Purchase of additional server packages is required	Requires purchase of an additional QControl server package	Possibly
Quality Management System (internal audits and corrective measures)	Missing	Missing	Possibly	Partially	Possibly
Metrologist unit	Missing	Missing	Missing	Missing	Possibly