

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



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

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
Проектирование и программная реализация алгоритмов планирования финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи

УДК 004.421.2:621.39:658.14:331.103

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМб1	Шин Марина Витальевна		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 09.04.03 Прикладная информатика	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина Ольга Владимировна	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

## Запланированные результаты обучения по программе

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

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	прикладной информатики и научно-технического развития информационных технологий.
P9	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с информатизацией и автоматизацией прикладных процессов; созданием, внедрением, эксплуатацией и управлением информационными системами в прикладных областях, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P10	Организовывать работы по моделированию прикладных информационных систем и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации. Управлять проектами по информатизации прикладных задач и созданию информационных систем предприятий и организаций.

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



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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Марухина О.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8КМ61	Шин Марине Витальевне

Тема работы:

Проектирование и программная реализация алгоритмов планирования финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 24.04.2018 2796/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные к работе	
	<ol style="list-style-type: none"><li>1 Модель процесса планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи;</li><li>2 трудовые и финансовые затраты предприятия на техническое обслуживание;</li><li>3 алгоритм формирования нормативов трудозатрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи.</li></ol>

<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Формирование алгоритма эффективного планирования финансовых затрат на техническое обслуживание;</li> <li>2 проектирование и разработка прототипа программного модуля для планирования финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание;</li> <li>3 автоматизированное формирование планов-графиков на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи;</li> <li>4 анализ эффективности использования сформированных планов-графиков для планирования финансовых затрат на техническое обслуживание.</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	<p>Диаграммы описания процессов планирования финансовых затрат и проектирования программного модуля.</p>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна, к.ф.н., доцент ОСГН
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна, ассистент ОКД
Обязательное приложение на английском языке	Краснова Татьяна Ивановна, старший преподаватель ОИЯ

<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>
1 Характеристика процессов нормирования трудозатрат на техническое обслуживание оборудования и соответствующего финансового планирования
2 Проектирование алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи
3 Программная реализация алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание
4 Тестирование и апробация разработанного прототипа программного модуля
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6 Социальная ответственность
7 Characteristics of the Processes of Labor Costs Standardization for Equipment Maintenance and Financial Planning

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2018
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Шин Марина Витальевна		

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика  
 Уровень образования Магистратура  
 Отделение информационных технологий  
 Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.02.2018	<i>Характеристика процессов нормирования трудозатрат на техническое обслуживание оборудования и соответствующего финансового планирования</i>	15
12.03.2018	<i>Проектирование алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи</i>	15
01.05.2018	<i>Программная реализация алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание</i>	20
25.05.2018	<i>Тестирование и апробация разработанного прототипа программного модуля</i>	20
15.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
15.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
25.05.2018	<i>Characteristics of the Processes of Labor Costs Standardization for Equipment Maintenance and Financial Planning</i>	10

Составил преподаватель:

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

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 09.04.03 Прикладная информатика	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина Ольга Владимировна	К.Т.Н.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8КМ61	Шин Марине Витальевне

<b>Школа</b>	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	<b>Отделение</b>	Информационных технологий
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	09.04.03 Прикладная информатика

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Программный модуль разработан для планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи. Модуль содержит реализацию алгоритма расчета трудозатрат и предусматривает формирование планов-графиков предприятий нефтяной отрасли.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Анализ перспективности проекта, оценка конкурентоспособности научно-технической разработки
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование этапов разработки программного модуля, определение трудоемкости ресурсов, отображение диаграммы Ганта, формирование бюджета НТИ.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности

**Перечень графического материала**

1. Сегментирование рынка, «портрет» потенциального потребителя
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Технология QuaD, матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8КМ61	Шин Марина Витальевна		



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8КМ61	Шин Марине Витальевне

<b>Школа</b>	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	<b>Отделение</b>	Информационных технологий
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	09.04.03 Прикладная информатика

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

<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования – модель процесса планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи. Области применения – предприятия нефтяной отрасли.</p> <p>Рабочее место – ауд. 205 Кибернетического центра. Ширина помещения 3 м, длина – 6 м, высота – 3 м; площадь помещения – 18 м<sup>2</sup>; объём помещения – 54 м<sup>3</sup>; наличие кондиционера; естественная вентиляция помещения: двери, окна, вытяжное вентиляционное отверстие; естественное и искусственное освещение.</p>
--	--

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

<p><b>1. Производственная безопасность:</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– повышенная или пониженная влажность воздуха;</li> <li>– повышенная или пониженная температура воздуха;</li> <li>– повышенный уровень шума;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочего места;</li> <li>– умственное перенапряжение;</li> <li>– эмоциональные перегрузки;</li> <li>– монотонность труда.</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током;</li> <li>– статическое электричество;</li> <li>– короткое замыкание.</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, связанные с утилизацией вышедшего из строя ПК, люминесцентных ламп и др.);</li> <li>– разработка решения по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– пожароопасность;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению пожара;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– разработка действий в результате пожара и мер по ликвидации последствий.</li> </ul>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные правовые нормы трудового законодательства при работе с компьютером и орг. техникой (Трудовой кодекс РФ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы);</li> <li>– требования к организации рабочих мест пользователей (ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»).</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Шин Марина Витальевна		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа содержит 125 страниц, 13 рисунков, 20 таблиц, 39 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: программный модуль, автоматизированная информационная система, планирование финансовых затрат, алгоритм формирования трудозатрат, расчет финансовых и трудовых затрат, эффективность расчета и планирования финансовых затрат, проектирование программного модуля, разработка программного модуля.

Объектом исследования является модель процесса планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи. Предметом исследования являются трудовые и финансовые затраты предприятия на техническое обслуживание.

Цель работы – определение подхода к прогнозированию финансовых издержек и оценке стоимости технического обслуживания оборудования, а также разработка программного модуля, который нацелен на реализацию разработанного алгоритма расчета финансовых затрат, специфичного для данной предметной области.

В магистерской диссертации исследовались особенности формирования нормативов трудозатрат и величины финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи.

В результате исследования был сформирован алгоритм планирования финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи, а также был разработан прототип программного модуля для расчета соответствующих финансовых затрат.

Область применения: нефтяные и нефтесервисные компании. В будущем планируется объединение программного модуля с автоматизированной системой формирования нормативов трудозатрат.

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

АИС – автоматизированная информационная система;

АСУ ТП – автоматизированные системы управления технологическими процессами;

ИС – информационная система;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ППР – планово-предупредительные работы;

ТО – техническое обслуживание;

## Оглавление

Введение.....	17
Актуальность исследования .....	17
Цель и задачи исследования.....	18
Методы решения задач и новизна исследования .....	20
Научная и практическая значимость работы.....	20
Глава I. Характеристика процессов нормирования трудозатрат на техническое обслуживание оборудования и соответствующего финансового планирования.....	21
1    Описание предметной области.....	21
1.1    Особенности формирования норм трудозатрат .....	21
1.2    Требования к методике расчета нормативов трудозатрат .....	22
1.3    Жизненный цикл формирования планов-графиков на ТО.....	24
1.4    Оценка стоимости планово-предупредительных работ .....	26
2    Субъекты процесса планирования и проведения ТО.....	27
2.1    Задачи субъектов .....	27
3    Причинно-следственный анализ .....	28
4    Функции управления при планировании трудовых и финансовых затрат 30	
5    Критерии оценки эффективности плана-графика ТО.....	33
6    Спецификация требований к программному обеспечению планирования трудовых и финансовых затрат .....	33
Глава II. Проектирование алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи .....	40
7    Алгоритм расчета финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования.....	40
8    Схема формирования общих затрат на техническое обслуживание.....	41
9    Формула для вычисления стоимости работ на техническое обслуживание оборудования .....	42
Глава III. Программная реализация алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание.....	47
10    Обзор существующих решений .....	47
11    Проектирование программного модуля .....	49
11.1    Структура системы.....	49

11.2	Выбор средств разработки программного модуля.....	50
	Выбор СУБД.....	50
	Выбор среды разработки.....	51
	Популярные среды разработки.....	52
	Выбор языка программирования.....	53
11.3	Подходы к разработке программного модуля.....	53
11.4	Проектирование программного модуля для реализации алгоритмов планирования финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования .....	55
	Data Flow Diagram.....	57
	Use Case Diagram .....	58
11.5	Разработка программного модуля .....	60
Глава IV. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....		64
	Введение.....	64
12	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	64
	12.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	64
	12.2 Анализ конкурентных технических решений .....	65
	12.3 Технология QuaD.....	67
	12.4 SWOT-анализ .....	68
13	Планирование проектных работ .....	70
	13.1 Структура работ в рамках проекта .....	70
	13.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	71
	13.3 Разработка графика проведения проекта .....	72
14	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	78
	14.1 Основная заработная плата исполнителей.....	78
	14.2 Дополнительная заработная плата исполнителей.....	81
	14.3 Расчет материальных затрат НТИ .....	82
	14.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)...	83
	14.5 Накладные расходы.....	83
15	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	83

15.1	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	84
------	--	----

Глава V.	Социальная ответственность.....	87
	Введение .....	87
16	Производственная безопасность.....	88
16.1	Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	89
16.1.1	Микроклимат рабочего помещения .....	89
16.1.2	Производственное освещение.....	90
16.1.3	Производственные шумы .....	92
16.1.4	Электромагнитные поля.....	93
17	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	95
17.1	Электробезопасность .....	95
17.2	Экологическая безопасность.....	97
18	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	98
19	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ....	101
19.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства при работе с компьютером и орг. техникой .....	101
19.2	Требования к организации рабочих мест пользователей:.....	101
	Заключение .....	103
	Список публикаций по теме магистерской диссертации.....	105
	Список используемой литературы .....	107
	Приложение А .....	112
1	Chapter I. Characteristics of the processes of labor costs standardization for equipment maintenance and financial planning.....	113
1.1	Description of the subject area .....	113
1.1.1	Features of labor standards formation .....	113
1.1.2.	Requirements to the methodology for labor standards calculating ...	114
1.1.3.	Life cycle of scheduled plans formation for equipment maintenance .....	115
1.1.4.	Estimation of expenses for preventive maintenance works .....	117
1.2	The subjects of the planning and maintenance processes .....	117

1.2.1. Objectives of subjects .....	117
1.2.2. Specification of software requirements for labor and financial planning .....	119
1.3. Cause-and-effect analysis .....	124



## **Введение**

**Актуальность исследования.** Для поддержания состояния оборудования в соответствии со всеми требованиями технической документации применяется система планово-предупредительного ремонта, или сокращенно ППР. В качестве основного технико-экономического критерия системы ППР является минимально возможное время простоя оборудования при жесткой регламентации ремонтных циклов. Таким образом, в соответствии с данным критерием объем и периодичность работ по техническому обслуживанию определяется заранее сформированными типовыми нормативами. С помощью такого подхода уменьшается вероятность поломки или выхода из строя оборудования. При постоянстве ремонтных циклов возможно прогнозирование финансовых, материальных и трудовых ресурсов. Такое прогнозирование упрощает планирование планово-предупредительных работ (профилактических мероприятий) и позволяет осуществлять их предварительную подготовку и выполнять эти работы за минимальные сроки.

Но в большинстве случаев система планово-предупредительных работ в определенных экономических условиях не обеспечивает принятия оптимальных решений. Это связано со следующими причинами [1]:

1 назначение и проведение профилактических работ должно осуществляться по техническому регламенту и не должно зависеть от фактического состояния оборудования;

2 сформированные планы-графики планово-предупредительных работ не устанавливают приоритета вывода оборудования в ремонт;

3 при формировании планов-графиков планово-предупредительных работ не учитываются технологические, временные, трудовые и материальные ограничения;

4 при составлении планов-графиков не предусматривается их оптимизация с точки зрения рационального управления состоянием процессов полного расходования ресурса каждой единицы оборудования.

Для решения вышеописанной проблемы в предприятиях, относящихся к нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслям, разработаны научно-обоснованные затраты времени на выполнение всех видов технического обслуживания (ТО) оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) и сооружений связи [1]. В соответствии с этим разрабатываются нормативы трудозатрат – это нормы времени на техническое обслуживание оборудования; на основе этих норм составляются планы-графики, направленные на сокращение времени на техническое обслуживание, сокращение численности обслуживающего и эксплуатационного персонала, а также повышение качества планово-предупредительных работ. Эти планы-графики оптимизируются по следующим критериям: необходимый разряд обслуживающего персонала, который гарантирует ему допуск к оборудованию; установленная техническая категория сложности оборудования; нормы времени на техническое обслуживание оборудования. Планы-графики формируются на фиксированное время (месяц/квартал/год) с учетом вышеописанных ограничений.

**Цель и задачи исследования.** Целью магистерской диссертации является определение подхода к прогнозированию финансовых издержек и оценке стоимости технического обслуживания оборудования, а также разработка программного модуля для автоматизированного формирования планов-графиков по планированию финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи. Программный модуль нацелен на реализацию разработанного алгоритма расчета финансовых затрат, который специфичен для данной предметной области. Ожидается, что в рамках проектируемого программного модуля возможно сформировать оценку величины финансовых затрат. Планируется, что после

внедрения программного модуля на предприятие трудовые и финансовые затраты на техническое обслуживание сократятся и будут минимальными.

Для достижения вышеописанной цели были поставлены следующие задачи:

- 1 обоснование необходимости внедрения такого программного модуля;
- 2 проектирование жизненного цикла планирования финансовых затрат;
- 3 определение задач на каждом этапе планирования в рамках жизненного цикла;
- 4 определение субъектов (пользователей) программного модуля, а также требований к нему;
- 5 отображение общей схемы программного модуля с указанием информационных потоков;
- 6 проведение обзора существующих аналогов;
- 7 формирование алгоритма расчета финансовых затрат с учетом ограничений;
- 8 разработка прототипа программного модуля;
- 9 тестирование готового программного модуля.

Основные *проблемы*, которые затронуты в данной работе:

- 1 автоматизированное формирование планов-графиков для повышения эффективности планирования финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи;
- 2 анализ воздействия разработанного программного модуля на экономику предприятия (сравнение эффективности работы предприятия до и после внедрения программного модуля);
- 3 конкурентоспособность разработанного программного модуля на рынке информационных систем (выявление отличительных особенностей программного модуля и сравнение подобных уже существующих систем по необходимым критериям).

Объектом исследования является модель процесса планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи. Предметом исследования являются трудовые и финансовые затраты предприятия на техническое обслуживание.

**Методы решения задач и новизна исследования.** В данной магистерской диссертации применялся системный подход к изучению деятельности предприятия. Для анализа эффективности внедрения программного модуля была спроектирована математическая модель процесса планирования финансовых затрат. Новизна исследования заключается в применении алгоритма расчета трудовых и финансовых затрат, который специфичен для данной предметной области и отвечает установленным требованиям.

**Научная и практическая значимость работы.** Научная значимость исследования заключается в формировании методики автоматизированной оценки планирования финансовых затрат, связанных с техническим обслуживанием оборудования и сооружений связи. Внедрение разработанного программного модуля позволит минимизировать риски, связанные с внезапным выходом оборудования из строя, и финансовые затраты будут эффективно распределены во времени. Также разработанный программный модуль поможет предприятию сократить расходы на техническое обслуживание и задействовать минимальное количество персонала для этого.

# **Глава I. Характеристика процессов нормирования трудозатрат на техническое обслуживание оборудования и соответствующего финансового планирования**

## **1 Описание предметной области**

### **1.1 Особенности формирования норм трудозатрат**

Нормы времени на техническое обслуживание оборудования предназначены для расчета комплексных норм при определении стоимости работ по техническому обслуживанию оборудования и расчета объемных показателей производства.

Нормы времени устанавливаются с учетом [1]:

- 1 выполнения работ рабочими соответствующей квалификации;
- 2 обеспечения рабочих соответствующей документацией и материалами;
- 3 оснащения рабочих мест необходимым вспомогательным инструментом, приспособлениями и оборудованием;
- 4 соблюдением правил промышленной безопасности, охраны труда и санитарной гигиены;
- 5 сдачи объекта, на котором производились работы, технологическому персоналу после проведения технического обслуживания, при необходимости с выводом на режим работы;
- 6 проведения калибровки необходимых средств измерений на технологическом объекте;
- 7 проверке срабатывания функций противоаварийной защиты средств КИПиА;
- 8 затрат времени работников на ожидание завершения работ членом/членами звена, в случае последовательного выполнения некоторых операций.

Исходя из установленных норм, формируется график техобслуживания оборудования на определенный период (месяц, квартал, год) с учетом требований и ограничений. В рамках реализации данного плана-графика

необходимо также сформировать оценку величины затрат. Во избежание непредвиденных финансовых затрат, связанных со сбоями в работе оборудования, предприятию необходимо чётко распределить эти затраты во времени. В связи с этим возникает потребность в проектировании программного модуля для планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи.

## **1.2 Требования к методике расчета нормативов трудозатрат**

Методика расчета нормативов трудозатрат помимо обеспечения создания инструментария для расчета стоимости планово-предупредительных работ также должна обеспечивать решение следующих дополнительных задач [1, 2]:

- 1 регламентирование порядка расчета трудовых затрат на выполнение планово-предупредительных работ оборудования и сооружений связи;
- 2 наличие единого инструмента расчета стоимости работ для любого оборудования, в том числе, нового;
- 3 наличие дополнительных инструментов для оценки работ: это нормативный срок выполнения, нормативное количество исполнителей и нормативная продолжительность каждого вида работ;
- 4 содержание механизма переутверждения нормативов и корректирующих коэффициентов.

Из вышперечисленных задач последовали следующие общие положения:

- 1 при расчете трудовых и финансовых затрат во внимание принимается то обстоятельство, что время работ по техническому обслуживанию зависит от квалификации и опыта исполнителей;
- 2 экспертные оценки являются основой методики и алгоритмов расчета нормативов трудовых затрат;

- 3 для более точных значений вводятся поправочные коэффициенты, получаемые эмпирическим путем, а также разрабатывается механизм их формирования в рамках разрабатываемого программного модуля;
- 4 трудовые затраты на выполнение работ по техническому обслуживанию рассчитываются на основе базового классификатора работ;
- 5 данная методика предназначена для расчета норм трудозатрат в простых случаях, не учитывая осложняющие обстоятельства.

Общая схема формирования нормативов трудозатрат приведена на рис.

1.

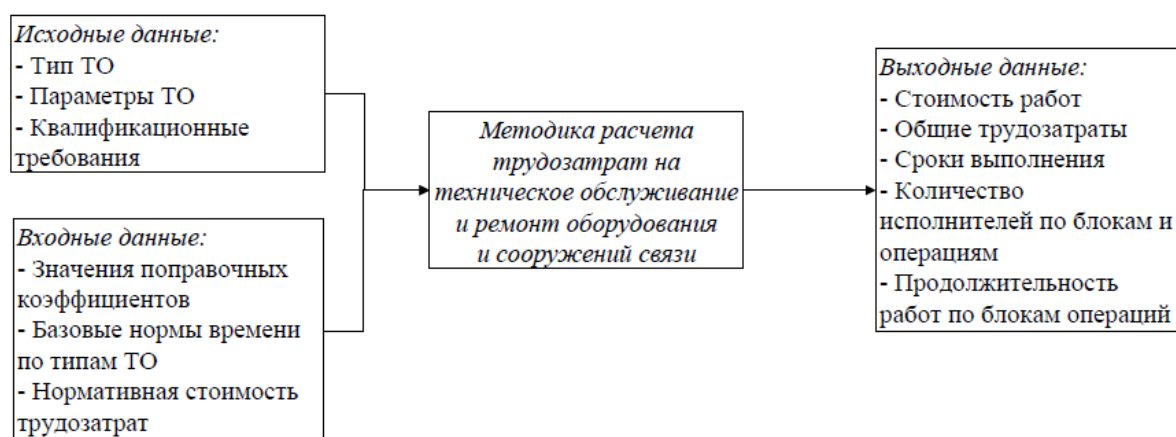


Рис. 1 Общая схема формирования нормативов трудозатрат

Расчет норм времени на техническое обслуживание производится по нижеследующей формуле [1]:

$$N_{вр} = T_{оп} \times \left(1 + \frac{K}{100}\right) \quad (1)$$

где  $N_{вр}$  – норма времени на выполнение работы, чел./час.,

$T_{оп}$  – оперативное время, час.,

$K$  – сумма нормативов времени на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительные работы и отдых.

В нормы времени не включены следующие трудозатраты:

- 1 на работы, которые выполнены инженерно-технической службой в процессе выполнения технического обслуживания, трудозатраты которых включены в состав накладных расходов;
- 2 на ревизию оборудования, связанную с его длительным или неправильным хранением;
- 3 на работы, которые связаны с устранением заводского брака и прочих дефектов.

Нормы времени устанавливаются с учетом нормальных условий труда.

### **1.3 Жизненный цикл формирования планов-графиков на ТО**

Планирование финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования – это управление расходами на данный вид деятельности и определение ожидаемых экономических результатов. Основной целью планирования таких затрат является минимизация стоимости планово-предупредительных работ. Соответственно, задачи, которые требуется решить [3]:

- 1 определить оптимальный способ применения трудовых и финансовых ресурсов для проведения планово-предупредительных работ;
- 2 провести анализ графиков планово-предупредительных работ для оптимизации процесса технического обслуживания;
- 3 провести анализ трудовых затрат для минимизации времени и стоимости на техническое обслуживание оборудования.

Внедрение программного модуля для планирования трудовых и финансовых затрат даст возможность предприятию оценить их величину в рамках реализации составленного плана-графика. Техническое обслуживание – это комплекс работ профилактического характера по поддержанию оборудования в работоспособном состоянии.

Жизненный цикл процесса планирования финансовых затрат [4] – это последовательность этапов, которые определяют динамику реализации и развития процесса. Жизненный цикл планирования финансовых затрат представлен на рис. 2.



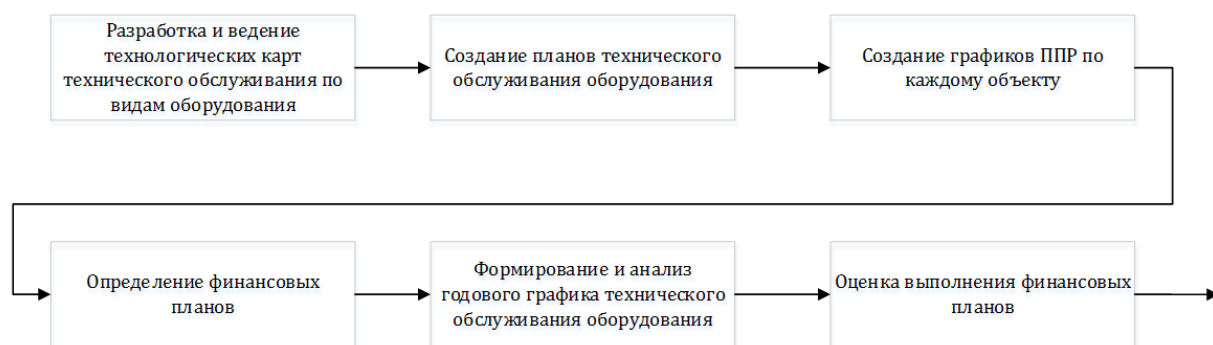


Рис. 2 Жизненный цикл планирования финансовых затрат

Задачами первого этапа «Разработка и ведение технологических карт технического обслуживания по видам оборудования» являются: определение работ, рекомендуемых к выполнению, и последовательность выполнения таких работ. В зависимости от вида оборудования выполнение технического обслуживания возможно параллельно или последовательно.

Этап «Создание планов технического обслуживания оборудования» включает в себя задачи: определение сроков технического обслуживания и количества оборудования, требующего планово-предупредительных работ.

На этапе «Создание графиков планово-предупредительных работ по каждому объекту» выполняются задачи: назначение ответственного и исполнительного персонала соответствующей квалификации; определение дат проведения технического обслуживания.

Задачами четвертого этапа «Определение финансовых планов» являются определение максимально допустимой стоимости планово-предупредительных работ и примерное распределение затрат на техническое обслуживание.

Пятый этап «Формирование и анализ годового графика технического обслуживания оборудования» включает в себя задачи: составление графиков на текущий (или следующий) год с учетом выполненных на предыдущих этапах жизненного цикла задач; планирование финансовых затрат путем полученных графиков.

Шестой этап «Оценка выполнения финансовых планов» включает в себя задачи: сравнение текущих и запланированных финансовых затрат на техническое обслуживание; проведение анализа потраченной стоимости планово-предупредительных работ.

#### **1.4 Оценка стоимости планово-предупредительных работ**

Чтобы проанализировать затраты на плановые работы оборудования, необходимо сравнить их фактические расходы с запланированными в детализации по статьям [5].

В соответствии с графиком планово-предупредительных работ в плане производства необходимо учитывать прогнозируемые простои оборудования, а также расходы, которые связаны с предстоящими работами по техническому обслуживанию. Такие расходы включают в себя оплату труда обслуживающего и эксплуатационного персонала за время простоя оборудования, а также социальные выплаты с этих расходов.

Планирование осуществляется финансовым отделом на основе данных, которые предоставляются технической службой – это материальные затраты, количество использованных ресурсов и цены на них без НДС, количество рабочих часов, перечень работ и др. Данный план-факт анализ позволяет оценить непроизводительные затраты и выявить их источники. В качестве потерь при плановом простое оборудования из-за ремонта рассматривается превышение реальных расходов над запланированными. В процессе анализа финансовых и трудовых затрат следует также брать во внимание причины отклонений от фактических показателей и предусмотреть меры по минимизации таких потерь в будущем. Причинами таких потерь при плановом простое оборудования могут быть [5]:

- 1 некорректная оценка стоимости материалов или запасных частей;
- 2 неэффективное планирование работ и сроков их выполнения;
- 3 привлечение недостаточно квалифицированного персонала.

## 2 Субъекты процесса планирования и проведения ТО

### 2.1 Задачи субъектов

Субъектом процесса технического обслуживания оборудования является эксплуатационный и обслуживающий дежурный персонал. К эксплуатационному персоналу относятся аппаратчики, машинисты, операторы, а к обслуживающему – помощники мастеров, дежурные слесари, электрики, мастера КИПиА и др.

Субъектами процессов планирования финансовых затрат являются:

- 1 инженер КИПиА / инженер АСУ ТП, который работает с оборудованием;
- 2 финансист / экономист, который составляет финансовый план и графики по обслуживанию оборудования;
- 3 аналитик, который оценивает выполнение работ по факту и плану, делает соответствующие выводы.

Субъектами (пользователями) проектируемого программного модуля являются:

- 1 финансовый отдел (финансист, экономист, аналитик) – работа с планами-графиками, расчет нормативов трудозатрат, оценка выполнения планов;
- 2 отдел кадров – занесение, изменение (обновление) информации об обслуживающем и эксплуатационном персонале;
- 3 IT-отдел / инженер высшей квалификации – занесение, изменение (обновление) информации об оборудовании.

Исходя из этапов жизненного цикла, отображенного на рис. 2, были определены задачи [6], которые решаются тем или иным субъектом процесса планирования ТО. Так, задачи *определение работ, рекомендуемых к выполнению, и последовательность выполнения таких работ; определение сроков ТО и количества оборудования, требующего ТО*, будут выполняться в системе соответствующим IT-отделом совместно с инженером высшей квалификации. Задачи *назначение ответственного и исполнительного*

*персонала соответствующей квалификации; определение дат проведения ТО; определение максимально допустимой стоимости ППР и примерное распределение затрат на ТО; составление графиков на текущий (или следующий) год с учетом выполненных на предыдущих этапах жизненного цикла задач; планирование финансовых затрат путем полученных графиков выполняются в программном модуле финансовым отделом, который ответственен за финансовый план и графики по техническому обслуживанию оборудования. Наконец, задачи *сравнение текущих и запланированных финансовых затрат на ТО; проведение анализа потраченной стоимости ППР* будут осуществляться в системе аналитиком (также финансовым отделом).*

Следует учитывать то, что отдел кадров, который ответственен за обновление информации о персонале, не задействован в жизненный цикл планирования финансовых затрат, но в программном модуле присутствует. Основной задачей, которую отдел кадров будет выполнять в системе, является *поддержание актуальной информации о персонале и его квалификации*. Также, *расчет нормативов трудозатрат* – одна из основных задач финансового отдела – не предусмотрен в жизненном цикле планирования финансовых затрат, но в системе его следует учитывать.

### **3 Причинно-следственный анализ**

Для графического отображения влияния факторов на конечную величину нормы трудозатрат на техническое обслуживание была разработана диаграмма «рыбий скелет», или диаграмма Исикавы [13]. Согласно методологии разработки данной диаграммы, все причины, которые связаны с исследуемой проблемой, делятся на шесть категорий:

- 1 причины, которые связаны с человеком – факторы, которые обусловлены возможностями и состоянием человека (квалификация персонала, его физическое состояние, опыт и др.);
- 2 причины, которые связаны с методом работы – включают в себя способ выполнения работы, а также производительность и точность выполняемых процессов или операций;

- 3 причины, которые связаны с механизмами – факторы, связанные с оборудованием, инструментами при выполнении основных процессов (например, состояние инструментария);
- 4 причины, которые связаны с материалами – факторы, определяющие свойства материала в ходе выполнения работ (теплопроводность, вязкость, твердость материала);
- 5 причины, которые связаны с контролем – факторы, которые влияют на своевременное и безошибочное распознавание ошибки в выполняемых процессах;
- 6 причины, которые связаны с внешней средой – факторы, которые определяют воздействие внешней среды на выполняемые процессы (освещенность, влажность, температура и т.д).

Необходимость проектирования и разработки программного модуля по расчету финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание обуславливается следующими причинами, которые отображены на причинно-следственной диаграмме Исикавы (рис. 3)



Рис. 3 Диаграмма Исикавы

На диаграмме показано, что основной проблемой, которая приводит к разработке алгоритма расчета трудозатрат и его программной реализации,

является нерациональное распределение финансовых и трудовых ресурсов на техническое обслуживание оборудования. На данную причину влияют следующие факторы:

- 1 Причины, связанные с человеком – людские ресурсы. В данную категорию входит квалификация и разряд персонала, состояние здоровья работника, количество персонала, привлеченного для обслуживания оборудования, а также сверхурочные работы.
- 2 Причины, связанные с методом работы. В данную группу входит вид работы – индивидуальный или групповой, а также время работы.
- 3 Причины, связанные с механизмом работы. В данную группу входят факторы, связанные с оборудованием и материалами, с которыми работает персонал (их износ, стоимость, срок использования, вид и т.д.), а также простой обслуживаемого оборудования.
- 4 Причины, связанные с внешней средой. На конечную величину финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования также влияют погодные условия, время года, расположение объекта, его удаленность от территории, а также температура и влажность в помещении, где располагается обслуживаемое оборудование.

#### **4 Функции управления при планировании трудовых и финансовых затрат**

**Метод последовательного синтеза информационных технологий управления.** В основе данного метода лежит последовательное формирование множества задач управления и функций переработки информации, а также сопоставление каждой из функций программно-технических и информационных средств их реализации [14].

Путем комбинирования этапов жизненного цикла разработки программного продукта с этапами жизненного цикла управления формируются задачи управления (рис. 4). Множество фаз жизненного цикла получения конечного продукта определяется через  $P = \{p_i\}$ , где  $p_1$  – выявление потребности разработки программного продукта,  $p_2$  – проектирование,  $p_3$  – разработка и т.д., а множество этапов управления определяется через  $Z = \{z_j\}$ , где  $z_1$  – прогнозирование результатов,  $z_2$  – планирование,  $z_3$  – учет (контроль) и т.д. Тем самым, последовательно сопоставляя элементы множества  $P$  и  $Z$ , формируется множество задач управления по разработке программного продукта:

$$PZ = \langle p_1z_1, p_1z_2, \dots, p_iz_j, \dots, p_nz_m \rangle.$$

Рассматриваемые задачи управления:

$p_1z_1$  – прогнозирование потребности в разработке;

$p_2z_2$  – планирование (ресурсов) для проектирования разработки;

$p_3z_2$  – планирование процесса разработки;

$p_3z_3$  – контроль процесса разработки.

Некоторые комбинации могут быть исключены как несущественные и не имеющие смысла в рассматриваемом контексте.

После формирования задач управления определяется множество функций управления путем комбинирования сформированных задач с этапами жизненного цикла переработки информации (рис. 4). Фазы переработки информации обозначены через  $X = \{x_k\}$ , где  $x_1$  – регистрация информации,  $x_2$  – сбор информации,  $x_3$  – передача информации,  $x_4$  – обработка информации. Путем последовательного сопоставления элементов множеств  $PZ$  и  $X$  определяется множество функций переработки информации при реализации каждой из задач управления:

$$PZX = \langle p_1z_1x_1, p_1z_1x_2, \dots, p_iz_jx_k, \dots, p_nz_mx_l \rangle.$$

Рассматриваемые функции управления:

$p_{1z_1x_2}$  – сбор исходной информации для прогнозирования потребности в разработке;

$p_{2z_2x_3}$  – передача информации, используемой для планирования (ресурсов) для проектирования разработки;

$p_{3z_3x_4}$  – обработка информации в планировании процесса разработки;

$p_{3z_3x_1}$  – регистрация информации по контролю процесса разработки программного продукта.



Рис. 4 Схема формирования технологий управления

Предложенная схема позволяет, с одной стороны, осуществить переход к проектированию технических, математических, инструментальных и информационно-программных средств и методов по реализации необходимых



этапов жизненного цикла переработки информации при решении функциональных задач управления на каждой фазе жизненного цикла разработки программного продукта, а с другой стороны - к формированию технологии как определенной последовательности управленческих действий по получению информационных конечных продуктов системы.

## **5 Критерии оценки эффективности плана-графика ТО**

План-график будет считаться выполненным, если [15, 16]:

- 1 все работы, запланированные на определенный период, выполнены в обозначенный срок и без внеплановых ситуаций;
- 2 все работы, обозначенные в плане, выполнены специалистами требуемой квалификации (во внимание берется разряд и опыт работника);
- 3 финансовые и трудовые затраты, вызванные техническим обслуживанием оборудования, минимальны.

## **6 Спецификация требований к программному обеспечению планирования трудовых и финансовых затрат**

*Исходные данные системы [7]:*

- 1 информация о нормах трудозатрат в виде базы данных, какого-либо документа или справочника;
- 2 информация об оборудовании, в том числе периодичность мероприятий технического обслуживания;
- 3 информация о сотрудниках (их категории и разряды).

*В общем виде проектируемый программный модуль должен:*

- 1 предусматривать составление оптимальных графиков (или оптимизацию существующих) для проведения технического обслуживания;
- 2 загружать и отображать сформированные оптимальные планы-графики для дальнейшей работы по планированию финансов;

- 3 содержать общую и специальную информацию об обслуживающем и эксплуатационном персонале;
- 4 хранить перечень оборудования, которое находится на предприятии и подлежит техническому обслуживанию;
- 5 рассчитывать и оценивать величину затрат на техобслуживание.

На основе выявленных общих требований была составлена упрощенная функциональная схема проектируемого программного модуля, далее – подсистемы [8] (рис. 5).

Основными модулями в подсистеме являются модули «Работа с планами-графиками» и «Расчет затрат на техобслуживание». Каждый модуль работает с соответствующими таблицами в базе данных. Первый модуль предусматривает два подмодуля: «Оптимизация существующих планов-графиков» и «Создание оптимальных планов-графиков». Первый имеет возможность загрузить план-график из документа и начать процесс его оптимизации. Последний имеет доступ к базе данных норм трудозатрат. Модуль «Работа с планами-графиками» взаимодействует с данными, содержащими информацию об оборудовании предприятия, а также обслуживающем и эксплуатационном персонале. Готовые планы-графики содержатся в таблицах оптимальных планов-графиков предприятия, которые в дальнейшем используются в модуле «Расчет затрат на техническое обслуживание».

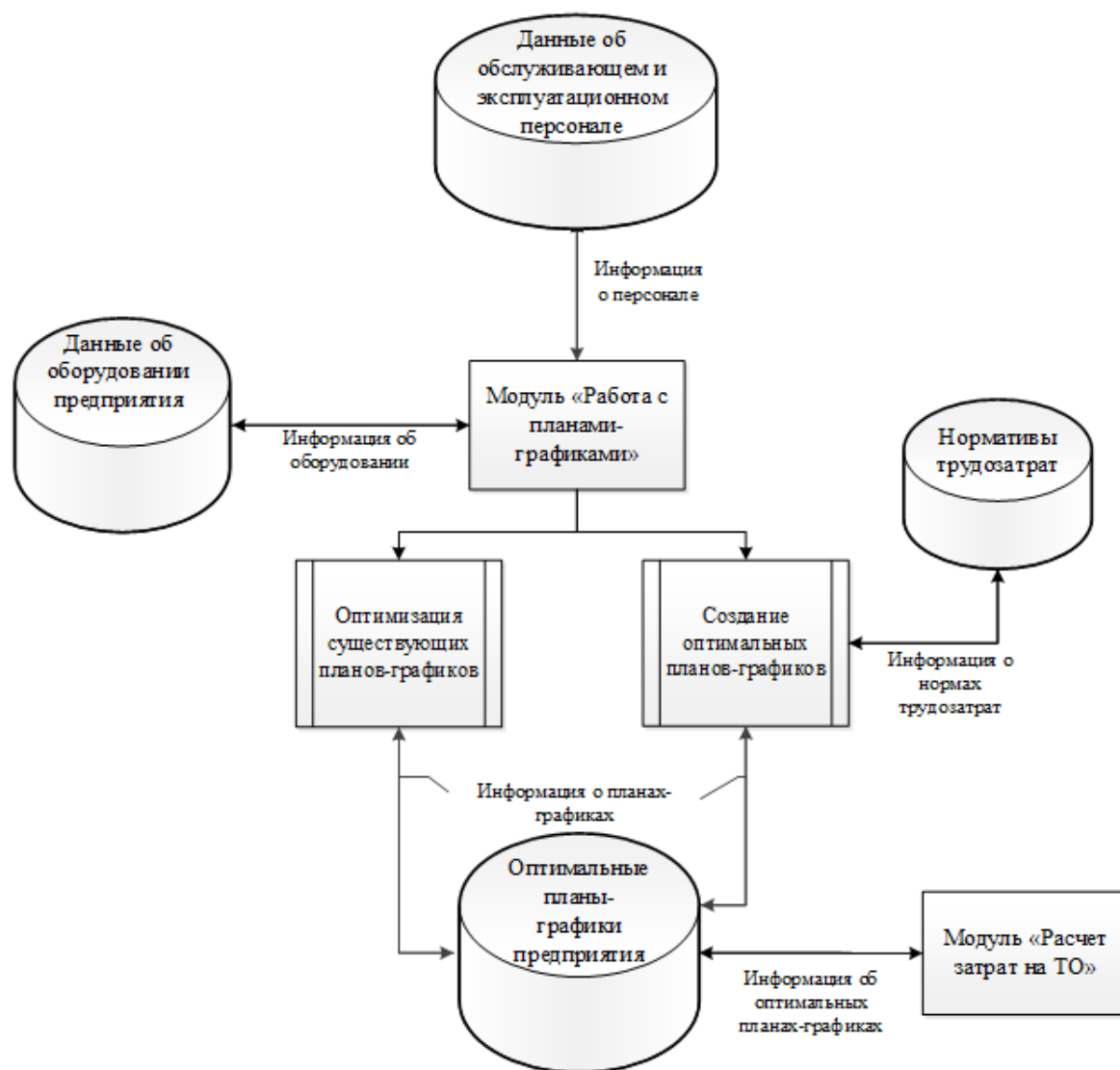


Рис. 5 Функциональная схема системы

На основе выявленных задач этапов жизненного цикла были сформированы функциональные требования. На данном этапе определяется перечень функциональных подмодулей, их назначение и основные характеристики, требования к числу уровней иерархии и степени централизации подсистемы [9]. Также указываются требования к способам и средствам информационного обмена между компонентами подсистемы.

- 1 Подсистема должна быть централизованной – все данные должны располагаться в центральном хранилище.

- 2 Данные представляются в виде таблиц, в подсистему загружаются в виде табличных файлов (\*.xls, \*.xlsx, \*.xlw).
- 3 Подсистема должна обеспечить сбор информации о персонале, работу с планами-графиками, расчет затрат на техническое обслуживание, расчет нормативов трудозатрат, а также содержать хранилище данных.
- 4 В программном модуле предлагается выделить следующие функциональные подмодули:
  - a. подмодуль сбора, обработки и загрузки данных об обслуживающем и эксплуатационном персонале;
  - b. подмодуль хранения данных о персонале и оборудовании, нормах трудозатрат и планах-графиках;
  - c. подмодуль формирования и визуализации планов-графиков для расчета затрат на техническое обслуживание оборудования;
  - d. подмодуль расчета нормативов трудозатрат.
- 5 В качестве протокола взаимодействия между компонентами подсистемы на транспортно-сетевом уровне необходимо использовать протокол ТСР/IP.
- 6 Подсистема должна поддерживать многопользовательский доступ [9, 10] – одновременный доступ к системе имеют несколько пользователей (количество пользователей определяется штатом сотрудников, которые причастны к расчету финансовых затрат и работе с планами-графиками).
- 7 Подсистема подразумевает 5 ролей пользователей:
  - a. финансист и/или экономист;
  - b. аналитик;
  - c. специалист отдела кадров;
  - d. специалист IT-отдела;
  - e. инженер высшей квалификации.
- 8 К квалификации персонала, эксплуатирующего подсистему, предъявляются следующие требования:
  - a. инженер высшей квалификации – знание предметной области;

- b. аналитик – знание основ многомерного анализа; знания и навыки работы с аналитическими приложениями;
- c. специалист IT-отдела – знание методологии проектирования хранилищ данных; знание интерфейсов интеграции хранилища данных с источниками данных; знание СУБД и языка запросов SQL.

9 Надежность подсистемы должна обеспечиваться за счет [11]:

- a. применения технических средств, системного и базового программного обеспечения, соответствующих классу решаемых задач;
- b. своевременного выполнения процессов администрирования подсистемы;
- c. соблюдения правил эксплуатации и технического обслуживания программно-аппаратных средств;
- d. предварительного обучения пользователей и обслуживающего персонала.

10 Требования к безопасности системы [12]:

- a. аппаратное обеспечение подсистемы должно соответствовать требованиям пожарной безопасности в производственных помещениях по ГОСТ 12.1.004-91. «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;
- b. должно быть обеспечено соблюдение общих требований безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91. «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» при обслуживании подсистемы в процессе эксплуатации;
- c. аппаратная часть системы должна быть заземлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.22-2000. «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 707. Заземление оборудования обработки информации»;

d. значения эквивалентного уровня акустического шума, создаваемого аппаратурой системы, должно соответствовать ГОСТ 21552-84 «Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение», но не превышать следующих величин:

- i. 50 дБ - при работе технологического оборудования и средств вычислительной техники без печатающего устройства;
- ii. 60 дБ - при работе технологического оборудования и средств вычислительной техники с печатающим устройством.

#### 11 Функции каждого подмодуля:

- a. подмодуль сбора, обработки и загрузки данных об обслуживающем и эксплуатационном персонале:
  - i. управление процессами сбора, обработки и загрузки данных о персонале;
  - ii. выполнение процессов сбора, обработки и загрузки данных из источников в хранилище данных;
  - iii. протоколирование результатов сбора, обработки и загрузки данных;
- b. подмодуль хранения данных о персонале и оборудовании, нормах трудозатрат и планах-графиках:
  - i. поддержание актуальной информации о персонале и оборудовании;
  - ii. сохранение информации о прошлых нормах трудозатрат и планов-графиков для анализа;
- c. подмодуль формирования и визуализации планов-графиков для расчета затрат на техническое обслуживание оборудования:

- i. возможность планирования затрат на техническое обслуживание;
  - ii. вычисление минимальной стоимости работ;
  - iii. оптимизация планов-графиков;
- d. подмодуль расчета нормативов трудозатрат:
  - i. вычисление норм трудозатрат для использования расчет стоимости работ;
  - ii. вычисление равномерной рабочей нагрузки на каждого работника.

## **Глава II. Проектирование алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи**

### **7 Алгоритм расчета финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования**

Решение проблемы автоматизированного планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования требует применения методологии для оценки формирования нормативов трудозатрат.

Такая методология должна включать не только способ расчета трудовых затрат, но и решение следующего ряда дополнительных задач [17]:

- 1 регулирование процесса расчета стоимости трудовых затрат для реализации планово-предупредительных работ;
- 2 использование одного инструмента для расчета стоимости трудовых затрат и обслуживания любого типа оборудования (учитывая возможность появления нового оборудования);
- 3 использование дополнительных инструментов для оценивания регламентированных сроков работ, нормативного количества работников и нормативной длительности каждого типа работ;
- 4 поддержание механизма перерасчета нормативов и поправочных коэффициентов.

Решение вышеописанных задач требует развития следующих обобщенных предположений [18]:

- 1 при расчете трудовых затрат берется во внимание тот факт, что длительность работы зависит от квалификации (разряда) работника;
- 2 в основу методологии и алгоритмов расчета трудовых затрат берутся экспертные оценки, взятые в научно-исследовательских институтах. Для повышения точности расчетов было предложено ввести поправочные коэффициенты (а также процедуру их формирования), значения которых определяются эмпирически;



- 3 трудозатраты на выполнение планово-предупредительных работ вычисляются составными блоками, которые основаны на базовых классификаторах работ;
- 4 методология спроектирована таким образом, чтобы вычислять нормативы трудозатрат в относительно «простых» случаях, не принимая во внимание форс-мажоры и другие усложняющие обстоятельства.

Несмотря на то, что сейчас есть огромное количество программных инструментов, которые идентичны в составе и различны в использовании, формирование трудовых нормативов не является тривиальной задачей.

## **8 Схема формирования общих затрат на техническое обслуживание**

Общие затраты на техническое обслуживание оборудования включают в себя прямые и косвенные затраты [15]. Прямые затраты – это затраты на материальные ресурсы (запасные части, механизмы, износ инструментов и пр.), трудозатраты (рабочих мастеров, инженеров) и расходы на конкретный вид работ. Косвенные затраты – это затраты, которые возникают в процессе выполнения работ и которые невозможно отнести к конкретному виду работ, например, такие, как досмотр. Косвенные затраты могут включать накладные расходы, начисления и всевозможные риски. Следующая схема (рис. 6) дает представление о том, как применяются прямые затраты времени (время, конкретно относящееся к единице затрат), прямые затраты на оплату труда и косвенные затраты при расчете общей стоимости затрат [6].



Рис. 3 Схема формирования общих затрат

## 9 Формула для вычисления стоимости работ на техническое обслуживание оборудования

Стоимость работ по техническому осмотру и техническому ремонту оборудования определяется как сумма затрат на основную и дополнительную заработную плату рабочих, на материалы, запасные части и сырье, на содержание автотранспорта и накладные расходы (1):

$$C = ЗП + M + AM + НР \quad (2)$$

т.е.,

$$C = (ЗП_О + ЗП_Д)_i + (З_M + З_{зч} + З_C)_i + (A_О + A_A)_i + НР \quad (3)$$

где  $C$  – общая стоимость работ,

$(З_{По} + З_{Пд})_i$  – заработная плата обслуживающего и эксплуатационного персонала (основная и дополнительная) с премиями и начислениями на выполнение  $i$ -го вида работ, руб;

$(З_M + З_{Зч} + З_C)_i$  – затраты на материалы, запчасти и сырье при выполнении  $i$ -го вида работ, руб;

$(A_O + A_A)_i$  – амортизационные отчисления на содержание оборудования и автотранспорта по  $i$ -му виду ремонта, руб;

$НР$  – накладные расходы (связаны с управлением, содержанием и эксплуатацией оборудования (в т.ч., затраты на электроэнергию), а также ненормированные расходы: брак, штрафы, пеня, проценты и т.д.), руб.

Существующая формула расчета стоимости работ на техническое обслуживание оборудования не учитывает категорию оборудования, разряд персонала и нормативы трудозатрат. То есть, вне зависимости от типа оборудования (сложное / простое / комплексное оборудование) и разряда персонала стоимость работ всегда будет одинаковой.

Для повышения эффективности процесса формирования нормативов трудозатрат следует применить коэффициент усложнения, который характеризует трудность выполнения технического обслуживания оборудования.

Сложность инструментов для технического обслуживания средств КИПиА может быть измерена технической категорией сложности (ТКС). То есть, чем сложнее прибор (оборудование) и выше его главные технологические и метрологические характеристики, тем выше их ТКС.

Однако простое разделение оборудования по технической категории сложности может исказить необходимые временные нормы для различных типов оборудования, поскольку каждый тип имеет разное количество трудоемкости технического обслуживания, которое зависит от сложности установки и разборки, числа исполнительных механизмов, сложности радиоэлементной базы, дополнительной функциональности и т.д.

Для того чтобы решить эту проблему, необходимо:

- 1 разделить оборудование на группы, которые соответствуют его функциональному назначению (например, оборудование для передачи сигналов, датчики для измерения уровня, регистрирующие устройства и т.д.);
- 2 в каждой группе оборудованию и контрольно-измерительным приборам назначить категорию ТКС.

Первая категория ТКС каждой группы берется в качестве основной.

Таким образом, имеется следующее:

$$H_t^b = H_{av}^I \text{ и } K_I = 1, \quad (4)$$

где  $H_t^b$  – стандартное время на техническое обслуживание средств КИПиА (чел / час);

$H_{av}^I$  – среднее время на техническое обслуживание средств КИПиА первой категории сложности, которое определяется следующим образом:

$$H_{av}^I = \frac{(\sum_1^n H_{t,n}^I)}{n} \quad (5)$$

где  $n$  – количество оборудования в группе, обозначенной I категорией технической сложности;

$H_{t,n}^I$  – норма времени на техническое обслуживание n-го оборудования I категории сложности.

В соответствии с доступными стандартами, возможно рассчитать среднее значение приблизительных коэффициентов  $K_{II}$  и  $K_{III}$  для каждой группы оборудования:

$$K_{II} = \frac{H_{av}^{II}}{H_{av}^I} \quad (6)$$

$$K_{III} = \frac{H_{av}^{III}}{H_{av}^I} \quad (7)$$

где  $H_{av}^{II}$  и  $H_{av}^{III}$  – среднее время технического обслуживания средств КИПиА второй и третьей категорий сложности.

Был использован следующий алгоритм для расчета нормативов трудозатрат нового оборудования:

- 1 новое оборудование добавляется в созданную ранее группу в соответствии с его функциональным назначением. Если нет подходящей группы, она создается;
- 2 определяется техническая категория сложности для нового оборудования;
- 3 в зависимости от обозначенной категории сложности время на техническое обслуживание рассчитывается по следующим формулам:

$$H_t^I = H_t^b \quad (8)$$

$$H_t^{II} = H_t^b \times K_{II} \quad (9)$$

$$H_t^{III} = H_t^b \times K_{III} \quad (10)$$

где  $H_t^I, H_t^{II}, H_t^{III}$  – время на техническое обслуживание для первой, второй и третьей категории сложности оборудования.

Если отсутствует нормативное время  $H_t^b$  в группе, используются следующие формулы:

$$H_t^{II} = H_{av}^{II} \quad (11)$$

$$H_t^{III} = H_{av}^{III} \quad (12)$$

Для оборудования с расширяемыми каналами для генерации входных и выходных сигналов вычисление времени на его техническое обслуживание должно происходить в зависимости от каналов, которые непосредственно используются.

Под понятием «канал для генерации входных и выходных сигналов» подразумевается технический канал связи, который обеспечивает передачу и обработку данных КИПиА.

Была использована следующая формула для вычисления времени технического обслуживания оборудования с расширяемыми каналами:

$$H_t^* = H_t + (H_i^d \times K_i^d + H_i^a \times K_i^a + H_c^d \times K_c^d + H_c^a \times K_c^a) / 60 \quad (13)$$

где  $H_t^*$  – время технического обслуживания оборудования с расширяемыми каналами,  $H_t$  – время технического обслуживания

оборудования без расширяемых каналов,  $H_i^a$  – время для технического обслуживания одного информационного аналогового канала,  $H_i^d$  – время для технического обслуживания одного информационного дискретного канала,  $H_c^a$  – время для технического обслуживания одного аналогового канала управления,  $H_c^d$  – время для технического обслуживания одного дискретного канала управления,  $K_i^a$  – количество используемых информационных аналоговых каналов,  $K_i^d$  – количество используемых информационных дискретных каналов,  $K_c^a$  – количество используемых аналоговых каналов управления,  $K_c^d$  – количество используемых дискретных каналов управления.

Таким образом, имея фиксированную ставку персонала определенного разряда ( $CT_N$ , руб./час) и среднее время на техническое обслуживание оборудования определенной категории ( $H_{av}^K$ , час) и введя поправки в (2), получается формула расчета общей стоимости на техническое обслуживание оборудования с учетом разряда обслуживающего и эксплуатационного персонала и категории оборудования:

$$C = (CT_N \times H_{av}^K + ЗП_{д})_i + (З_M + З_{зч} + З_C)_i + (A_O + A_A)_i + НР \quad (14)$$

где  $CT_N$  – ставка обслуживающего персонала N-го разряда,

$H_{av}^K$  – среднее время на техническое обслуживание оборудования K-ой категории.

## **Глава III. Программная реализация алгоритмов планирования финансовых затрат на техническое обслуживание**

### **10 Обзор существующих решений**

Для управления предприятием существует система планирования затрат на производство, называемая «1С: Управление производственным предприятием». В нее входит программа, которая значительно упрощает планирование таких затрат. Прикладное решение создает информационное пространство для отображения финансово-хозяйственной деятельности предприятия и охватывает основные бизнес-процессы. Внедрение этой подсистемы позволяет осуществлять планирование движения готовой продукции, комплектующих, материалов, других видов ресурсов и затрат на производство [19]. Также это решение предоставляет широкие возможности планирования, анализа и гибкого управления ресурсами предприятия для повышения ее конкурентоспособности. Недостатком такой системы будет невыполнение всех задач, касающихся технического обслуживания и планово-предупредительных работ. Иными словами, решение «1С: Управление производственным предприятием» не ориентировано на рассматриваемую предметную область.

Другое существующее решение в данной предметной области – это типовое решение «Техническое обслуживание и ремонт нефтепромыслового оборудования» на платформе SAP ERP. Его целью является обеспечение надежности работы технологических и технических объектов и оборудования, а также снижение финансовых затрат на проведение ТО и ремонта. Решение предусматривает обеспечение взаимодействия с бизнес-процессами: экономическое планирование и бюджетирование затрат, бухгалтерский учет затрат и т.п. Недостатком данного решения будет являться ряд условий, при котором система будет функционировать. Среди таких: отказ от хранения данных об оборудовании вне системы, т.е., в таблицах Excel, локальных базах данных. Так как данное решение – это единое информационное пространство для достаточно обширной области, то помимо планирования финансовых

затрат система ведет учет всей недвижимости предприятия, и в этом едином пространстве работают не только сотрудники предприятия, но и важнейшие деловые партнеры и поставщики, что усложняет осуществление ППР и выполнение поставленных задач.

Существует еще одно решение для автоматизации предприятий нефтегазовой отрасли «ТРИТАРТ». Это программно-технический комплекс, который был разработан для внедрения в составе автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на предприятиях нефтегазовой отрасли. Данное комплексное решение обеспечивает визуализацию технологического процесса, дистанционное управление оборудованием на предприятии, диагностику и предупреждение аварийных ситуаций, технологический учет на предприятии и энергосбережение. Рассматриваемое решение не удовлетворяет основным задачам проектируемого программного модуля, поскольку в нем отсутствует возможность учета финансовых затрат на техническое обслуживание, т.е., данное комплексное решение не предназначено для достижения обозначенной цели.

Существуют другие решения, которые используются предприятиями нефтяной отрасли в своих целях, но, как правило, пользование такой системой осуществляется только в рамках этих предприятий, и информация по автоматизированным системам не доступна для всеобщего пользования.

Таким образом, существующие решения не удовлетворяют требованиям задач, которые были выявлены на этапе рассмотрения жизненного цикла планирования финансовых затрат, поэтому необходима такая подсистема, которая обеспечила бы выполнение поставленных задач.



## 11 Проектирование программного модуля

### 11.1 Структура системы

Структуру автоматизированной информационной системы составляет совокупность отдельных её частей, называемых подсистемами [12]. В общем случае АИС состоит из двух подсистем: функциональной и обеспечивающей (рис. 7):



Рис. 4 Структура АИС

Функциональная часть АИС включает ряд подсистем, охватывающих решение конкретных задач планирования, контроля, учёта, анализа и регулирования деятельности управляемых объектов. В ходе аналитического обследования могут быть выделены различные подсистемы, набор которых зависит от вида и уровня управления организации, её специфики и других факторов [10].

Функции АИС определяют её структуру, включающую процессы (процедуры) [7]:

- 1 сбора и регистрации данных;
- 2 подготовки информационных массивов;
- 3 обработки, накопления и хранения данных;
- 4 формирования результатной информации;

- 5 передачи данных от источников возникновения к месту обработки, а результатов (расчётов) – к потребителям информации для принятия ими соответствующих (в том числе управленческих) решений.

Среди обеспечивающих подсистем обычно выделяют информационное, техническое, математическое, программное, организационное и правовое обеспечение.

Функциональная схема, изображенная на рис. 3, показывает функции программного модуля, поэтому она будет относиться к функциональной подсистеме проектируемой системы, поскольку она направлена на выполнение задач, связанных с обработкой, хранением и расчетом данных.

## **11.2 Выбор средств разработки программного модуля**

Правильный подход к выбору средств разработки является важной задачей при создании автоматизированной информационной системы (АИС) в целом [20]. Средства разработки информационных систем, необходимых для их создания, определяются в соответствии с:

- 1 целями и задачами проектирования и разработки АИС;
- 2 особенностями и параметрами моделируемой предметной области.

Для проектируемого модуля необходимо осуществить выбор СУБД, среды разработки и языка программирования.

**Выбор СУБД.** Требования к СУБД, которые используются при создании какой-либо автоматизированной системы (АИС), могут меняться в зависимости от поставленных целей. Есть следующий ряд критериев [21]:

- 1 моделирование данных – наиболее распространенные: иерархические, реляционные, сетевые, объектно-ориентированные и объектно-реляционные;
- 2 функциональные возможности;
- 3 особенности архитектуры;
- 4 надежность;
- 5 производительность;

6 требования к рабочей среде.

Классификация СУБД.

- 1 полнофункциональные СУБД – наиболее многочисленные (например, Microsoft Access);
- 2 серверы баз данных предназначены для организации центров обработки данных в сетях ЭВМ (например, Microsoft SQL Server);
- 3 клиенты баз данных – это могут быть электронные таблицы, программы электронной почты, текстовые процессоры и т. д.;
- 4 средства разработки программ работы с БД – используются для разновидностей клиентских программ, пользовательских приложений, серверов баз данных.

Поскольку хранилище данных по перечню требований к системе должно быть централизованным, то разумным решением будет использовать СУБД MS SQL Server.

Во-первых, данная СУБД является лидером отрасли: есть возможность создания критически важных интеллектуальных приложений для оперативной обработки транзакций (OLTP) с отличной производительностью и доступностью.

Во-вторых, выбранная СУБД имеет расширенные функции безопасности: осуществляется защита данных во время их хранения и передачи. На протяжении шести лет SQL сервер признается наиболее устойчивой к уязвимости по результатам тестов на уязвимость в Национальном институте стандартов и технологий США (NIST).

В-третьих, СУБД позволяет анализировать данные внутри БД SQL Server с применением статического языка R.

**Выбор среды разработки.** Интегрированная среда разработки (Integrated Development Environment, IDE) – комплекс программных средств, который используется для разработки программного обеспечения и включает в себя:

- редактор исходного кода;
- отладчик;

- средства автоматизации сборки;
- большой набор инструментов и плагинов, которые ускоряют процесс работы с кодом.

### **Популярные среды разработки.**

- 1 Microsoft Visual Studio. [22] Среда разработки позволяет создавать консольные, веб-приложения и веб-сервисы для всех платформ, которые поддерживаются Windows. Visual Studio построена на архитектуре Add-Ins – это поддержка использования встраиваемых дополнений, так называемых плагинов от сторонних разработчиков. Использование таких плагинов расширяет возможности среды разработки. Согласно рейтингу сервисов и технологий TAGLINA, Visual Studio находится на 9 месте среди популярных сред разработки.
- 2 IntelliJ IDEA. Среда разработки, которая позволяет создавать программы на множестве популярных языков, таких как: Java, JavaScript, C, C++, Scala, Groovy, Ruby, Python и PHP. Основным недостатком использования такой среды разработки – платная версия продукта, где доступна разработка серверного приложения. Более того, согласно рейтингу сервисов и технологий TAGLINA, IntelliJ IDEA находится на 12 месте среди популярных сред разработки.
- 3 Eclipse. Среда разработки, которая изначально была ориентирована на работу с Java. Получила широкое распространение благодаря большому количеству внешних модулей, которые существенно расширяют её функциональность. Поддерживает большое количество языков программирования. Согласно рейтингу сервисов и технологий TAGLINA, Eclipse находится на 2 месте среди популярных сред разработки.
- 4 Netbeans. Среда для разработки приложений на Java, JavaScript, C, C++, Python и PHP. Среди недостатков среды выделяют невысокое быстродействие ввиду концепции «всё в одном». Некоторые плагины (в том числе для разработки приложений для Android) имеют

существенные ограничения функциональности. Согласно рейтингу сервисов и технологий TAGLINA, Netbeans находится на 3 месте среди популярных сред разработки.

Основным критерием при ранжировании сред разработки было количество человек, которое использует ту или иную IDE. Таким образом, опираясь на рейтинг популярных сред разработки и описанные возможности каждой из них, для разработки программного модуля будет выбрана IDE Eclipse [23].

**Выбор языка программирования.** Поскольку выбор среды разработки пал на IDE Eclipse и язык программирования, на который она ориентирована – Java, то разумным решением станет использовать Java в качестве основного языка программирования.

IDE Eclipse позволяет осуществлять разработку приложений на платформе Java EE (Java Enterprise Edition), которая описывает архитектуру серверной платформы для задач крупных предприятий, таких как предприятия нефтяной промышленности. Платформа Java EE в основном ориентирована на использование её через Web, как в интернете, так и в локальных сетях. Поэтому использование Eclipse и встраиваемых плагинов современных технологий разработки позволит упростить разработку АИС.

### **11.3 Подходы к разработке программного модуля**

Существуют 2 основные модели процесса разработки программного обеспечения: каскадная (англ. Waterfall) и гибкая методология разработки ПО (англ. Agile Software Development) [24].

*Каскадная модель разработки* – модель, при которой все этапы разработки ведутся последовательно – последующий этап начинается после полного завершения предыдущего.

Этапы процесса разработки ПО:

- 1 Определение требований.
- 2 Проектирование.
- 3 Реализация.

- 4 Тестирование.
- 5 Внедрение.
- 6 Сопровождение.

При использовании каскадной модели процесса разработки ПО невозможно вернуться на предыдущий этап или осуществить перекрытие этапов разработки. Основные достоинства каскадной модели разработки:

- 1 четкая документация процесса;
- 2 четкое распределение бюджета;
- 3 определение сроков сдачи проекта.

Основные недостатки каскадной модели разработки:

- 1 большой объем документов;
- 2 невозможность внесения изменений в динамическом режиме.

*Гибкая методология разработки* предусматривает совместную работу заказчика и разработчиков. В основе такой методологии лежит итеративный подход, динамическое формирование требований и их реализация маленькими этапами. Основные достоинства гибкой методологии разработки:

- 1 минимизация рисков;
- 2 относительно небольшой объем документации;
- 3 постепенное наращивание функционала реализуемой системы.

Основные недостатки гибкой методологии разработки:

- 1 невозможность четкого определения бюджета;
- 2 невозможность точного определения сроков выполнения проекта.

Принципы гибкой разработки:

- 1 удовлетворение требований клиента за счёт быстрой реализации ПО;
- 2 возможность изменения требований даже в конце разработки (для повышения конкурентоспособности полученного продукта);
- 3 ежедневное общение заказчика с разработчиками на протяжении всего проекта;
- 4 лучший измеритель прогресса – работающее ПО;

- 5 возможность поддержания спонсорами, разработчиками и пользователями постоянного темпа работы на неопределённый срок;
- 6 адаптация к изменяющимся обстоятельствам.

Исходя из описания двух наиболее популярных методологий разработки программного обеспечения была выбрана каскадная модель разработки АИС по следующим причинам:

- 1 отсутствует возможность общения с заказчиком, а, следовательно, возможность встреч и обсуждений, касающихся разрабатываемой АИС;
- 2 существует четкая документация процесса;
- 3 определены сроки сдачи АИС;
- 4 внесение изменений в динамическом режиме невозможно.

#### **11.4 Проектирование программного модуля для реализации алгоритмов планирования финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования**

Автоматизированная информационная система – это совокупность компонентов, взаимодействующих друг с другом и работающих для достижения определенных целей и задач [19]. Проектирование модулей системы включает в себя подробное описание алгоритмов обработки данных, создание локальных функций, интерфейсов, внутренних структур данных и т.д.

Современные сложные информационные системы характеризуются следующими особенностями [25]:

- 1 сложность предметной области, которая требует тщательного моделирования и анализа процессов. Основная сложность заключается в большом количестве функций, объектов, атрибутов, а также в создании сложных взаимосвязей между ними);

- 2 наличие тесно взаимодействующих компонентов – так называемых подсистем, которые имеют свои цели функционирования и локальные задачи;
- 3 иерархическая структура взаимосвязей компонентов, которая обеспечивает устойчивость функционирования системы;
- 4 потребность в традиционных приложениях, которые связаны с обработкой транзакций, решением регламентных задач и аналитической обработкой (систем поддержки принятия решений, которые используют запросы к данным большого объема);
- 5 поддержка одновременной работы довольно большого количества локальных сетей, которые связаны в глобальную сеть предприятия;

В соответствии с этим, методология проектирования определяется как совокупность трех составляющих [25]:

- 1 пошаговые процедуры, которые определяют последовательность технологических операций проектирования;
- 2 критерии и правила, которые используются для оценки результатов выполнения технологических операций;
- 3 нотаций текстовых и графических средств, которые используются для описания проектируемой системы [26].

Были выбраны следующие методологии проектирования АИС: диаграмма потоков данных (Data Flow Diagram) и диаграмма вариантов использования (Use Case Diagram).



## Data Flow Diagram

Так как в проектируемой подсистеме происходит поток различных данных, то для системы была спроектирована диаграмма потоков данных (Data Flow Diagram, DFD). Данная диаграмма включает в себя хранилища данных (Database) и процессы (Process), в которых происходит обработка потоков данных. Диаграмма потоков данных проектируемой подсистемы изображена на рис. 8.

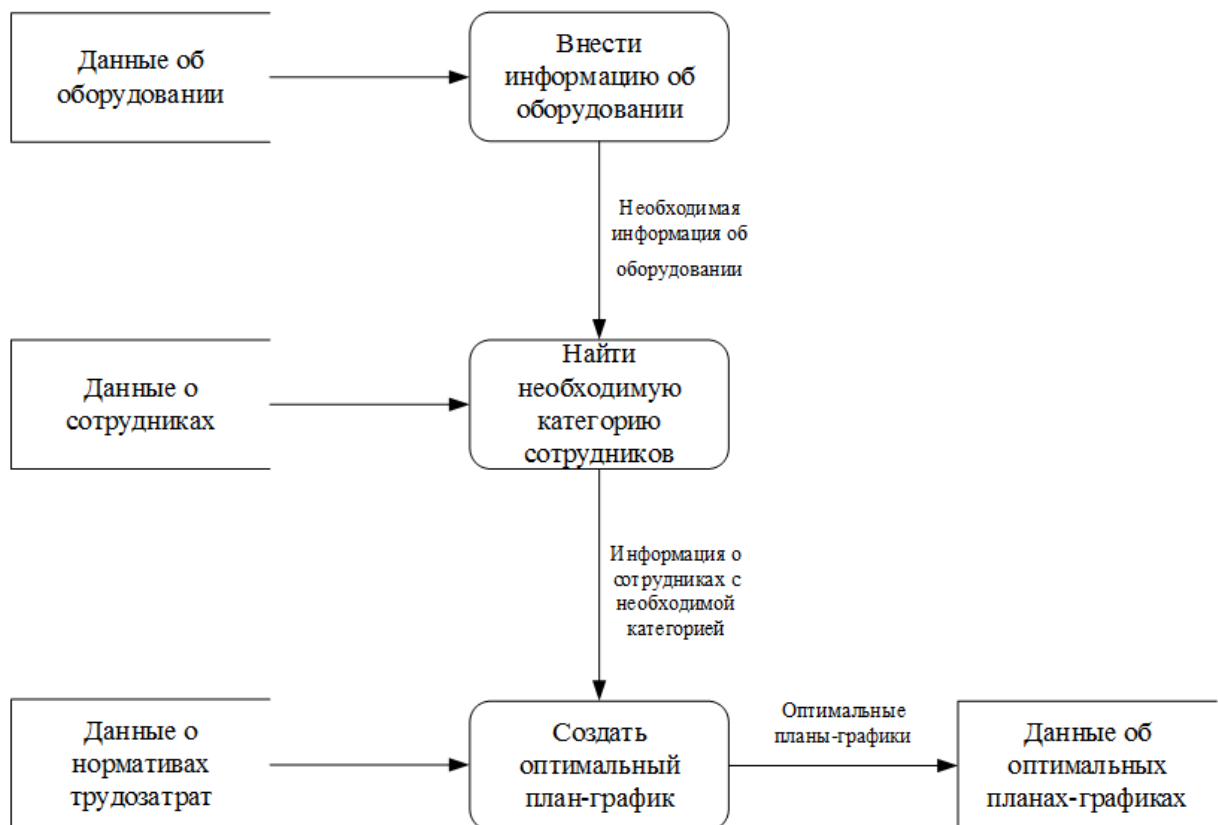


Рис. 5 Диаграмма потоков данных

Из хранилища «БД оборудования» в процесс «Внести информацию об оборудовании» идет поток «Данные об оборудовании». Здесь формируется поток «Необходимая информация об оборудовании», с которым следует работать. Далее из хранилища «БД сотрудников» в процесс «Найти необходимую категорию сотрудников» идет поток «Данные о сотрудниках» для поиска персонала необходимого разряда. Процесс формирует поток «Информация о сотрудниках с необходимой категорией». И затем из хранилища «ЛБ нормативов трудозатрат» идет поток «Данные о нормативах

трудозатрат и стоимости работ» в процесс «Создать оптимальный план-график». Из этого процесса готовые графики направляются в хранилище «БД оптимальных планов-графиков» [27].

### **Use Case Diagram**

Проектирование любой пользовательской системы требует диаграммы вариантов использования (Use Case Diagram), так как необходимо установить, какие действия пользователь может совершать в проектируемой системе [25]. Данная диаграмма включает в себя действующее лицо (Actor) и непосредственно варианты использования действующего лица в системе (Use Case). Диаграмма для проектируемой подсистемы изображена на рис. 9.

В системе пять ролей пользователя: Специалист отдела кадров, Финансист / Экономист, Аналитик, Инженер высшей квалификации и специалист IT-отдела. Вариант использования для Специалиста отдела кадров: «Работа с данными о сотрудниках», который включает в себя «Добавление информации о сотрудниках», «Внесение изменений в информацию о сотрудниках» и «Удаление информации о сотрудниках». Специалист IT-отдела имеет вариант использования «Работа с хранилищем данных». Аналитик имеет вариант использования «Оценка выполнения планов». Финансист / Экономист имеет два варианта использования: «Расчет нормативов трудозатрат» и «Создание оптимальных планов-графиков», который имеет расширяющий вариант использования «Оптимизация существующих планов-графиков». Инженер высшей квалификации имеет вариант использования «Работа с данными об оборудовании», который включает в себя «Добавление информации об оборудовании», «Внесение изменений в информацию об оборудовании» и «Удаление информации об оборудовании». Подробно задачи каждого из ролей пользователя были расписаны в требованиях к системе.

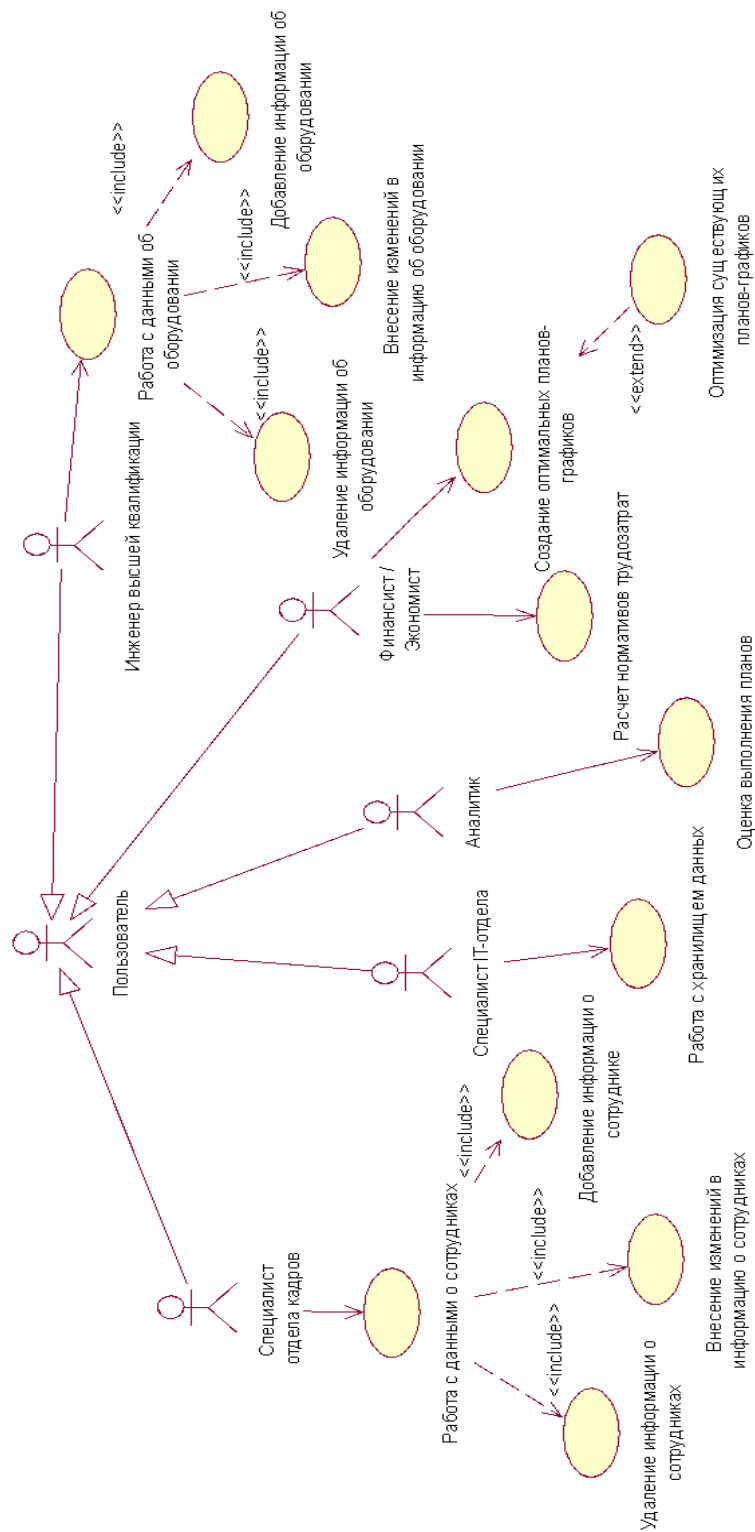


Рис. 6 Диаграмма вариантов использования



Документы с данными об обслуживающем и эксплуатационном персонале компании также хранятся в формате \*.xls, \*.xlsx. По каждому из сотрудников хранится информация о его квалификации и опыте работы.

Таким образом, пользователь имеет возможность загружать данные в систему для расчета стоимости работ. Данные должны иметь строгую структуру для правильного расчета стоимости. Для разработки прототипа программного модуля были составлены документы в формате XML для более простой реализации алгоритма расчета финансовых затрат [28].

Пример XML-документа для оборудования представлен на рис. 11. Оборудование в компании определяется по уникальному идентификатору (id), имеет наименование (name), стоимость простоя в час (downtime-cost) и техническую категорию сложности (ТСС, Technical Category of Complexity).

```
<equipment>
  <id value=14>
    <name>IHDRFVBH-jgFFDC33</name>
    <downtime-cost>157</downtime-cost>
    <TCC>2</TCC>
  </id>
  <id value=45>
    <name>GLLNGFF-opFDJM</name>
    <downtime-cost>842</downtime-cost>
    <TCC>1</TCC>
  </id>
  <id value=576>
    <name>NFVKjGD-JKI</name>
    <downtime-cost>157</downtime-cost>
    <TCC>2</TCC>
  </id>
  <id value=33>
    <name>GGKVG-njkj3</name>
    <downtime-cost>135</downtime-cost>
    <TCC>3</TCC>
  </id>
</equipment>
```

Рис. 8 Пример XML-документа для оборудования

Пример XML-документа для персонала компании показан на рис. 12. Каждый сотрудник компании определяется по уникальному идентификатору (id), имеет имя (name), категорию для работы с оборудованием (category), нормативы трудозатрат (labour-factor), почасовую ставку (rate) и

среднее время на техническое обслуживание оборудования обозначенной категории сложности (average-time).

```
<personnel>
<id value=56>
  <name>Петров А.С.</name>
  <category>1</category>
  <labour-factor>13</labour-factor>
  <rate>206</rate>
  <average-time>23</average-time>
</id>
<id value=34>
  <name>Кульвон А.Ф.</name>
  <category>2</category>
  <labour-factor>5</labour-factor>
  <rate>563</rate>
  <average-time>54</average-time>
</id>
<id value=53>
  <name>Дерен В.У.</name>
  <category>3</category>
  <labour-factor>6</labour-factor>
  <rate>736</rate>
  <average-time>87</average-time>
</id>
</personnel>
```

Рис. 9 Пример XML-документа для персонала

После того, как пользователь загрузил необходимые документы в программный модуль, ему предлагается начать расчет финансового плана. При нажатии на соответствующую кнопку происходит анализ XML-документов (ищутся соответствующие теги и их значения записываются в переменные программы) и формируется финансовая и трудовая стоимость технического обслуживания по формуле (14), описанной в п. 8. То есть, сначала анализируется документ с оборудованием, и для каждой единицы оборудования берется ее техническая сложность. Для выбранной технической сложности оборудования анализируются данные сотрудников из документа с персоналом. Подобным образом берутся значения почасовой ставки сотрудника и среднего времени выполнения ТО для выбранной категории сложности оборудования. Для всех сотрудников вычисляется средняя стоимость выполнения работы для выбранного оборудования и берется минимальное значение.

Интерфейс прототипа программного модуля изображен на рис. 13.

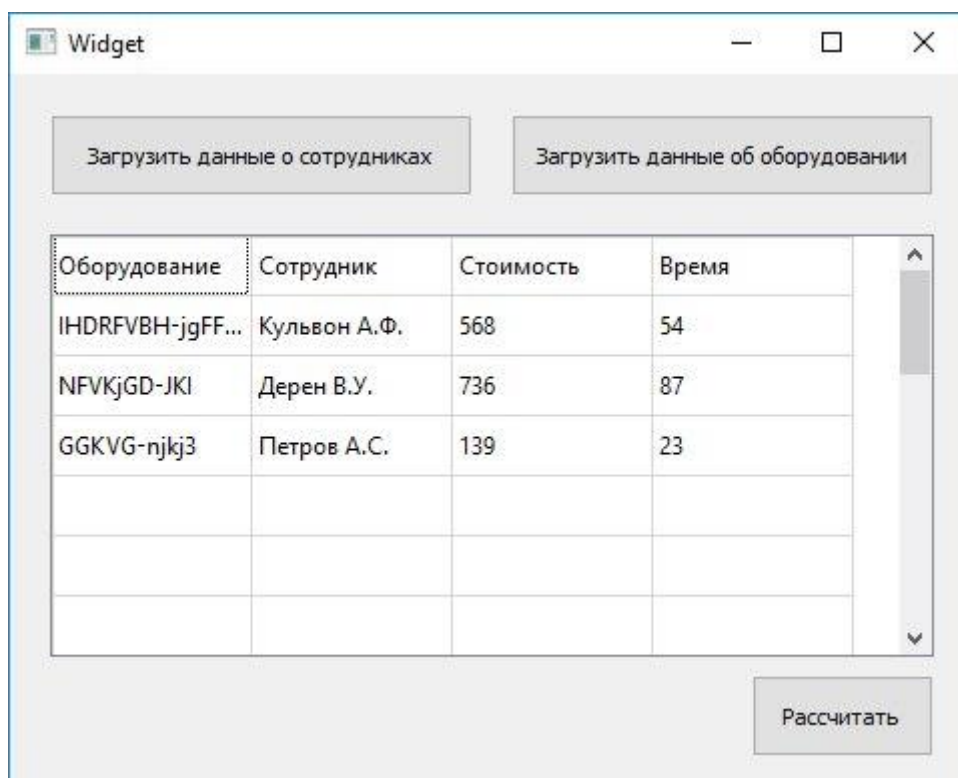


Рис. 10 Интерфейс прототипа программного модуля

Целью разработки прототипа программного модуля была проверка правильности расчета финансовых и трудовых затрат с использованием предложенного алгоритма. На малых данных было протестировано формирование таблицы с наименованием оборудования, требующего ТО, и исполнителями ТО по каждому оборудованию. Следует принять во внимание тот факт, что для составления плана-графика на год требуется большой объем данных как по оборудованию, так и по персоналу компании. Поскольку такие данные отсутствуют, была протестирована лишь малая часть случайных данных.

## **Глава IV. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

Ценность проекта наибольшая в том случае, если у него высокая финансовая эффективность. То есть, перед тем, как представлять программный продукт на рынке информационных систем, необходимо оценить разработку с финансовой точки зрения и определить эффективность разработки и востребованность проведенного исследования. Для того, чтобы определить финансовую эффективность разработки, необходимо выполнить следующие задачи:

- 1 провести оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- 2 провести планирование проектных работ;
- 3 определить бюджет НИИ;
- 4 определить эффективность исследования.

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

### **12.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для проведения анализа потребителей результатов исследования необходимо подробное рассмотрение целевого рынка и его сегментирование.

Целевой рынок проекта составляют компании, относящиеся к нефтяной и нефтегазовой отраслям. Наиболее важными критериями для проектируемого программного модуля являются отрасль компании и география рынка. Карта сегментирования рынка представлена в табл. 1.

Таблица 1 Сегментирование рынка

	Отрасль компании
--	------------------



		Предоставление услуг	Производство и торговля	Логистика
География рынка	Рынки Сибири			
	Региональные рынки			
	Местные рынки			

	ОАО «Томскнефть»
	ООО «Томсктрансгаз»
	АО «Транснефть – Центральная Сибирь»
	АО «Томскнефтепродукт»

**Вывод.** Исходя из таблицы сегментирования рынка было выявлено, что потенциальными потребителями разрабатываемого программного продукта будет компания ОАО «Томскнефть» и в будущем ООО «Томсктрансгаз». Выбор выпал на эти компании, потому что их основной деятельностью является предоставление услуг, то есть это как раз то, на что направлена разработка программного модуля – предоставление услуг на техническое обслуживание оборудования. Таким образом, апробация программного модуля будет происходить в рамках компании «Томскнефть».

## 12.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ позволяет вносить коррективы в научное исследование для повышения конкурентоспособности разработки на рынке.

Для сравнения конкурентных технических разработок была использована оценочная карта (табл. 2)

Таблица 2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Соответствие задачам и потребностям заказчика	0,15	5	4	5	0,75	0,60	0,75
2. Надежность и безопасность	0,10	5	4	3	0,50	0,40	0,30
3. Потребность в использовании больших объемов памяти	0,05	4	5	4	0,20	0,25	0,20
4. Функциональность технического решения	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,60
5. Простота эксплуатации	0,10	4	3	5	0,40	0,30	0,50
6. Удобство интерфейса	0,10	5	4	4	0,50	0,40	0,40
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность программной разработки	0,10	5	3	4	0,50	0,30	0,40
2. Техническое и сервисное сопровождение	0,10	4	5	3	0,40	0,50	0,30
3. Стоимость программной разработки	0,10	5	3	2	0,50	0,30	0,30
4. Наличие сертификации программной разработки	0,05	3	4	5	0,15	0,20	0,10
<b>Итого</b>	<b>1,00</b>				<b>4,65</b>	<b>3,70</b>	<b>3,85</b>

**Вывод.** По вышеописанным результатам анализа конкурентоспособности можно утверждать, что разработанное программное решение отличается от рассматриваемых конкурентных разработок по определенным критериям. Одним из таких преимуществ является удовлетворение техническим и функциональным потребностям заказчика в рассматриваемой сфере. Также немаловажна надежность и безопасность приложения, поскольку планирование финансовых и трудовых затрат на техническое обслуживание оборудования требует защиты информации на определенном уровне.

### 12.3 Технология QuaD

В основе технологии QuaD лежит принцип нахождения средневзвешенной величины таких групп показателей, как оценка коммерческого потенциала программного продукта и оценка качества программного продукта.

Описанный анализ проведен в виде оценочной карты (табл. 3).

Таблица 3 Оценочная карта QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Соответствие задачам и потребностям заказчика	0,15	95	100	0,95	0,143
2. Надежность и безопасность	0,10	90	100	0,90	0,090
3. Потребность в использовании больших объемов памяти	0,05	85	100	0,85	0,043
4. Функциональность технического решения	0,15	90	100	0,90	0,135
5. Простота эксплуатации	0,10	80	100	0,80	0,080
6. Удобство интерфейса	0,10	95	100	0,95	0,095
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
1. Конкурентоспособность программной разработки	0,10	100	100	1,00	0,100

2. Техническое и сервисное сопровождение	0,10	85	100	0,85	0,085
3. Стоимость программной разработки	0,10	95	100	0,95	0,095
4. Наличие сертификации программной разработки	0,05	70	100	0,70	0,035
<b>Итого</b>	<b>1,00</b>				<b>0,901</b>

**Вывод.** По результатам проведенного анализа можно утверждать, что программная разработка является перспективной и привлекательной для инвестирования.

#### 12.4 SWOT-анализ

Анализ заключается в том, что необходимо описать сильные и слабые стороны исследовательского проекта, а также выявить его возможности и угрозы, которые могут проявиться во внешней среде.

Результаты SWOT-анализа отображены в табл. 4.

Таблица 4 SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>S1. Полная и достаточная функциональность разработки.</p> <p>S2. Удобство в эксплуатации.</p> <p>S3. Строгая ориентация на применение в нефтяных компаниях.</p> <p>S4. Техническое и сервисное обслуживание разработки.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>W1. Привлечение в систему персонала с разными позициями и техническими квалификациями.</p> <p>W2. Сложное тестирование разработки в непрерывном технологическом процессе.</p> <p>W3. Высокая стоимость использования современных информационных технологий для разработки программного модуля.</p>
--	---	---

		W4. Специфичность функциональности разработки для одной компании.
<p><b>Возможности:</b></p> <p>O1. Географическое расширение компании.</p> <p>O2. Улучшение функциональных возможностей программного продукта.</p> <p>O3. Завоевание рынка.</p> <p>O4. Моделирование процесса технического обслуживания с помощью компьютерных средств.</p>	<p>1. Привлечение клиентов на российском и зарубежном уровнях для дальнейшего расширения функционала системы и увеличения клиентской базы.</p> <p>2. Привлечение клиентов с нефтяной отрасли для сервисного и технического обслуживания оборудования.</p> <p>3. Разработка программы не общего типа, а специфичной для данной предметной области.</p>	<p>1. Периодическое проведение сертификации персонала для безошибочной работы в многофункциональной системе.</p> <p>2. Исследование технического рынка и новых технологий для расширения функционала системы в соответствии с современными тенденциями.</p> <p>3. Расширение функционала системы за счет исследования деятельности смежных компаний.</p> <p>4. Тестирование разработки с помощью математического моделирования процессов технического обслуживания.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>T1. Потеря конкурентоспособности разработки.</p> <p>T2. Появление новых конкурентов на рынке.</p> <p>T3. Повышение стоимости ресурсов.</p> <p>T4. Нестабильность экономики.</p>	<p>1. Поддержание стабильной ценовой политики на продажу программного продукта.</p> <p>2. Проведение анализа рынка технических решений для удовлетворения требованиям клиентов.</p> <p>3. Предоставление сервисного обслуживания и консультаций для клиентов.</p>	<p>1. Разработка системы лояльности клиентов для поддержания и расширения клиентской базы компании.</p> <p>2. Минимизация издержек и оптимизация используемых ресурсов.</p>

**Вывод.** Одной из сильных сторон разработки является строгая ориентация на применение в нефтяных компаниях. Это значит, что программная разработка будет являться востребованной в компаниях рассматриваемой области, потому что программные продукты общего типа широко распространены. За этим последует расширение функционала

программного модуля, поскольку планируется, что переговоры с заказчиком будут на постоянной основе. Предполагается, что эффективность внедрения разработки в компании будет измеряться с помощью математической модели процесса технического обслуживания.

## 13 Планирование проектных работ

### 13.1 Структура работ в рамках проекта

Для каждого из видов запланированных работ были установлены соответствующие должности исполнителей. В текущем разделе был составлен список этапов выполнения работ проекта и были распределены исполнители по каждому из видов работ (табл. 5)

Таблица 5 Список этапов выполнения работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Составление технического задания на разработку программного модуля	1	Формирование технических требований для разработки программного модуля, переговоры с заказчиком.	Научный руководитель
Определение работ	2	Общее описание программного модуля (основной функционал, основные информационные потоки, ...)	Научный руководитель
	3	Декомпозиция функциональных подмодулей программной разработки	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель
Формирование алгоритма вычисления нормативов трудовых и финансовых затрат	5	Определение особенностей формирования трудовых и финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник
	6	Рассмотрение жизненного цикла планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник

	7	Формирование алгоритма планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник
Проектирование программного модуля	8	Формирование общей структуры автоматизированной информационной системы планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник
	9	Формирование функциональной схемы программного модуля	Дипломник
	10	Формирование диаграммы потоков данных	Дипломник
	11	Создание диаграммы вариантов использования	Дипломник
	12	Проверка соответствия диаграмм техническому заданию	Научный руководитель
Разработка программного модуля	13	Разработка программы	Дипломник
	14	Тестирование программного модуля	Дипломник, научный руководитель
Разработка технической документации	15	Описание работы программного модуля для пользователей	Дипломник
Описание выполненной работы в пояснительной записке	16	Формирование пояснительной записки по выполненному проекту	Дипломник

### 13.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Среднее, или ожидаемое значение трудоемкости  $t_{ожі}$  определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

Расчеты  $t_{\text{ож}i}$  отображены в табл. 6.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$  определяется исходя из ожидаемой трудоемкости работ  $t_{\text{ож}i}$ . Продолжительность работ  $T_p$  учитывает также их параллельность при одновременном выполнении несколькими исполнителями. Подобного рода вычисление требуется для объективного расчета заработной платы.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

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

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

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

В табл. 6 также отображены расчеты продолжительности работ проекта.

### 13.3 Разработка графика проведения проекта

Длительность каждого этапа работ следует из рабочих дней перевести в календарные для более удобного построения графика:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$



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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{247} = 1,4777$$

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

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

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

Отсюда длительность каждого этапа работ в календарных днях равняется:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = T_{pi} \cdot 1,4777$$

Рассчитанные по формулам значения отображены в табл. 6.

Таблица 6 Временные показатели проведения научного исследования

Наименование работы	Трудоёмкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , чел- дни	$t_{\text{max}}$ , чел- дни	$t_{\text{ожид}}$ чел- дни			
Формирование технических требований для разработки программного модуля, переговоры с заказчиком.	3	5	4	Научный руководитель	4	6

Общее описание программного модуля (основной функционал, основные информационные потоки, ...)	2	4	3	Научный руководитель	3	4
Декомпозиция функциональных подмодулей программной разработки	2	3	2	Научный руководитель	2	3
Календарное планирование работ	1	3	1	Научный руководитель	1	1
Определение особенностей формирования трудовых и финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	3	5	5	Дипломник	5	7
Рассмотрение жизненного цикла планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	4	6	4	Дипломник	4	6
Формирование алгоритма планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	4	6	5	Дипломник	5	7
Формирование общей структуры автоматизированной информационной системы планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	2	3	3	Дипломник	3	4
Формирование функциональной схемы программного модуля	2	4	4	Дипломник	4	6

Формирование диаграммы потоков данных	2	4	3	Дипломник	3	4
Создание диаграммы вариантов использования	2	4	4	Дипломник	4	6
Проверка соответствия диаграмм техническому заданию	1	2	2	Научный руководитель	2	3
Разработка программы	20	30	24	Дипломник	24	35
Тестирование программного модуля	10	15	10	Дипломник, научный руководитель	10	15
Описание работы программного модуля для пользователей	3	5	3	Дипломник	3	5
Формирование пояснительной записки по выполненному проекту	2	6	3	Дипломник	3	5

Основываясь на табл. 6, был построен календарный план-график исполнения работ в рамках исследуемого проекта. В табл. 7 отображено разделение по месяцам и декадам за период дипломирования (с февраля по май 2018 г.).

Таблица 7 Календарный план-график проектной работы

№ раб	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль			март			апрель			май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Формирование технических требований для разработки программного модуля, переговоры с заказчиком.	Научный руководитель	6	■ Научный руководитель												
2	Общее описание программного модуля (основной функционал, основные информационные потоки, ...)	Научный руководитель	4		■ Научный руководитель											
3	Декомпозиция функциональных подмодулей программной разработки	Научный руководитель	3		■ Научный руководитель											
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель	1		■ Научный руководитель											
5	Определение особенностей формирования трудовых и финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник	7			■ Дипломник										
6	Рассмотрение жизненного цикла планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник	6				■ Дипломник									
7	Формирование алгоритма планирования финансовых затрат на техническое	Дипломник	7					■ Дипломник								

	обслуживание оборудования														
8	Формирование общей структуры автоматизированной информационной системы планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник	4												
9	Формирование функциональной схемы программного модуля	Дипломник	6												
10	Формирование диаграммы потоков данных	Дипломник	4												
11	Создание диаграммы вариантов использования	Дипломник	6												
12	Проверка соответствия диаграмм техническому заданию	Научный руководитель	3												
13	Разработка программы	Дипломник	35												
14	Тестирование программного модуля	Дипломник, научный руководитель	15												
15	Описание работы программного модуля для пользователей	Дипломник	5												
16	Формирование пояснительной записки по выполненному проекту	Дипломник	5												



## 14 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При формировании бюджета НТИ использовалась следующая группировка затрат по статьям:

- 1 основная заработная плата исполнителей;
- 2 дополнительная заработная плата исполнителей;
- 3 материальные затраты НТИ;
- 4 отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- 5 накладные расходы.

### 14.1 Основная заработная плата исполнителей

В таблице 8 отражен расчет основной заработной платы:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

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

Таблица 8 Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование работ	Исполнители	Трудоемкость, чел.-дн.	Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Формирование технических требований для разработки программного модуля, переговоры с заказчиком.	Научный руководитель	4	1,4	5,6
2	Общее описание программного модуля (основной функционал, основные информационные потоки, ...)	Научный руководитель	3	1,4	4,2
3	Декомпозиция функциональных	Научный руководитель	2	1,4	2,8

	подмодулей программной разработки				
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель	1	1,4	1,4
5	Определение особенностей формирования трудовых и финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник	5	0	0
6	Рассмотрение жизненного цикла планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник	4	0	0
7	Формирование алгоритма планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник	5	0	0
8	Формирование общей структуры автоматизированной информационной системы планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования	Дипломник	3	0	0
9	Формирование функциональной схемы программного модуля	Дипломник	4	0	0
10	Формирование диаграммы потоков данных	Дипломник	3	0	0
11	Создание диаграммы вариантов использования	Дипломник	4	0	0
12	Проверка	Научный	2	1,4	2,8

	соответствия диаграмм техническому заданию	руководитель			
13	Разработка программы	Дипломник	24	0	0
14	Тестирование программного модуля	Дипломник, научный руководитель	10	0 1,4	0 14
15	Описание работы программного модуля для пользователей	Дипломник	3	0	0
16	Формирование пояснительной записки по выполненному проекту	Дипломник	3	0	0
<b>Итого:</b>					<b>30,8</b>

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

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

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

при 5-дневной неделе и отпуске в 24 рабочих дня  $M = 11,2$  месяца;

при 6-дневной неделе и отпуске в 48 рабочих дней  $M = 10,4$  месяца;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 9).

Таблица 9 Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Дипломник
Число календарных дней	32	100
Число нерабочих дней	8	28
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	0	0
- отпуск		
- невыходы по причине болезни		



Действительный годовой фонд рабочего времени	260	260
--	-----	-----

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

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

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска).

Исходя из произведения тарифной ставки работника I разряда  $T_{ci} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_t$  находится тарифная заработная плата  $Z_{tc}$ . Расчеты основной заработной платы отражены в табл. 10.

Таблица 10 Расчёты основной заработной платы

Исполнители	$Z_{tc}$ , руб.	$k_d$	$k_p$	$k_{пр}$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Научный руководитель	30 000	0,2	1,3	0,3	58 500	2 520,00	24	60 480,00
<b>Итого <math>Z_{осн}</math></b>								<b>60 80,00</b>

## 14.2 Дополнительная заработная плата исполнителей

Дополнительная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

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

Таблица 11 Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	$Z_{осн}$ , руб.	$k_{доп}$	$Z_{доп}$ , руб.
-------------	------------------	-----------	------------------

Руководитель	60 480,00	0,12	7 257,60
<b>Итого З<sub>доп</sub></b>			<b>6 257,60</b>

### 14.3 Расчет материальных затрат НИИ

Материальные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}$$

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

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

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

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина транспортных расходов берется около 15-25% от стоимости материалов. В таблице 12 указаны материальные затраты, использованные для разработки проекта.

Таблица 12 Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
Ноутбук	шт.	1	28 000	28 000
Стол компьютерный	шт.	1	3 500	3 500
Стул офисный	шт.	1	1 500	1 500
Мышь компьютерная	шт.	1	900	900
<b>Итого</b>				<b>33 00</b>

#### 14.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Размер отчислений во ВБФ определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

На 2018 г. размер страховых взносов установлен в размере 30,2%.

В таблице 13 отображены размеры отчислений во внебюджетные фонды.

Таблица 13 Размер отчислений во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	60 480,00	7 257,60
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
<b>Итого:</b>	<b>20 56,76</b>	

#### 14.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величина коэффициента накладных расходов равна 16%.

Отсюда  $З_{\text{накл}} = 122\,094,36 \cdot 0,16 = 19\,535,10$ .

### 15 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Формирование бюджета затрат на научно-исследовательскую работу отображено в табл. 14

Таблица 14 Формирование бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	33 900,00	3.3

2. Затраты по основной заработной плате исполнителей НТИ	60 480,00	3.1
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей НТИ	7 257,60	3.2
4. Отчисления во внебюджетные фонды	20 456,76	3.4
5. Накладные расходы	19 535,10	16 % от суммы статей 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	141 629,46	Сумма статей 1- 5

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

Расчет интегрального финансового показателя разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\text{max}}},$$

где  $I_{\text{финр}}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_p$  – стоимость исполнения;

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

$$I_{\text{финр}} = \frac{141\,629,46}{200\,000} = 0,708$$

Полученное значение интегрального финансового показателя научного исследования показывает численное удешевление стоимости научного исследования.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности работы над объектом исследования определяется по следующей формуле:

$$I_p = \sum a \cdot b,$$

где  $I_p$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a$  – весовой коэффициент;

$b$  – бальная оценка, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

В таблице 15 отображены расчеты интегрального показателя ресурсоэффективности

Таблица 15 Оценка характеристик исполнения проекта

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Оценка выполнения
1. Рост производительности труда пользователя		0,30	5
2. Удобство в эксплуатации и соответствие требованиям потребителей		0,35	4
3. Надежность и безопасность		0,15	4
4. Минимизация времени		0,15	5
5. Единство исполнения		0,05	5
<b>ИТОГО</b>		<b>1,00</b>	

$$I_p = 0,30 * 5 + 0,35 * 4 + 0,15 * 4 + 0,15 * 5 + 0,05 * 5 = 4,5.$$

Исходя из вычисленных показателя ресурсоэффективности и финансового показателя по следующей формуле вычисляется интегральный

показатель эффективности  $I_{исп.}$  :

$$I_{исп.} = \frac{I_p}{I_{финр}} = \frac{4,5}{0,708} = 6,356$$

**Вывод.** В результате вычисления интегрального показателя эффективности выяснилось, что результаты исследования можно считать положительными, поскольку полученное значение интегрального показателя эффективности выполнения научного исследования превышает максимальный балл в пятибалльной системе оценивания. Более того, оценка интегрального показателя ресурсоэффективности близка к максимальному значению. При анализе конкурентных решений также было выявлено, что стоимость разработки программного модуля ниже, чем у конкурентов.

После рассмотрения конкурентных решений с помощью оценочной карты QuaD можно сделать вывод, что разработка программного модуля

является привлекательной для инвесторов. Программная разработка превосходит своих конкурентов по таким критериям, как «соответствие требованиям заказчика» и «надежность и безопасность системы». Также SWOT-анализ помог выявить сильные и слабые стороны разработки, которые позволили повысить ее эффективность и уменьшить давление угроз со стороны внешних факторов. Это способствовало реализации планов по расширению круга потребителей и определению направлений развития.

В данной главе была определена структура работ проекта и назначены ответственные исполнители. На основе этого была рассчитана трудоемкость работ и составлена диаграмма Ганта (график работ). Таким образом, общая длительность проектирования и разработки приложения составила 84 дня.

Для рассматриваемого исследования был рассчитан общий бюджет НТИ. Для текущей разработки бюджет НТИ составил 141 629,46 рублей. В него включены материальные затраты, затраты на основную заработную плату, на дополнительную заработную плату, а также накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды.

## Глава V. Социальная ответственность

**Введение.** В процессе трудовой деятельности различные производственные факторы могут оказывать воздействие на сотрудника офиса. Для сохранения здоровья сотрудника предусматриваются определенные меры по обеспечению безопасности его трудовой деятельности и предупреждения воздействия опасных и вредных факторов на него [29].

В этой главе были проанализированы вредные и опасные факторы труда, определены необходимые меры защиты от них, оценены условия труда работника, а также предложены рекомендации по их оптимизации.

Чаще всего офисные сотрудники при работе в помещении сталкиваются с такими вредными факторами, как повышенный уровень шума, нарушение температурного режима, недостаточная освещенность и многими другими. Немаловажную роль играют и такие психофизические факторы, как слуховое, зрительное и умственное перенапряжение, а также монотонность труда.

Созданное web-приложение рассчитано на использование его в предприятиях нефтяной отрасли и охватывает процессы, относящиеся к планированию финансовых затрат. Основная функциональность системы относится к автоматизированному расчету финансовых затрат на техническое обслуживание средств КИПиА. Главная роль в системе отводится экономисту и техническому инженеру высшей категории. Экономисту доступны следующие блоки: «Работа с планами-графиками» и «Расчет нормативов трудозатрат». Техническому инженеру доступен блок «Работа с данными об оборудовании».

Разработка данного проекта осуществлялась в аудитории №205 Кибернетического центра Томского политехнического университета. Основные характеристики помещения:

- 1 ширина помещения 3 м, длина – 6 м, высота – 3 м;
- 2 площадь помещения – 18 м<sup>2</sup>;
- 3 объём помещения – 54 м<sup>3</sup>;

- 4 наличие кондиционера;
- 5 естественная вентиляция помещения: двери, окна, вытяжное вентиляционное отверстие;
- 6 естественное и искусственное освещение.

В описанном помещении работает два сотрудника. В среднем на одного сотрудника приходится 9 м<sup>2</sup> площади помещения и 27 м<sup>3</sup> объема. Данные показатели удовлетворяют требованиям санитарных норм, в которых говорится о том, что для одного сотрудника предусмотренная рабочая площадь должна быть не менее 6 м<sup>2</sup>, а предусмотренный рабочий объем – не менее 24 м<sup>3</sup>, учитывая максимальное число одновременно работающих сотрудников в одну и ту же смену.

Рабочее место – стол длиной 1,5 м, шириной 1 м и высотой 0,75 м, стул со спинкой. Ноутбук, монитор, беспроводная мышь.

## 16 Производственная безопасность

Разделяют 4 группы опасных и вредных производственных факторов, которые распределены по степени влияния на человека: химические, биологические, физические и психофизиологические. Поскольку сотрудниками являются разработчики программного обеспечения, которые все свое время уделяют работе с компьютером, то химические и биологические факторы существенного влияния на сотрудника не оказывают. К рассмотрению принимались физические и психофизиологические факторы. Классификация опасных и вредных факторов в соответствии с нормативными документами представлена ниже.

Таблица 16 Классификация опасных и вредных факторов

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ )		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4



Работа с компьютером и орг. техникой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенный уровень шума;</li> <li>2. повышенная или пониженная влажность воздуха;</li> <li>3. недостаточная освещенность рабочего места;</li> <li>4. повышенная или пониженная температура воздуха;</li> <li>5. повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>6. умственное перенапряжение;</li> <li>7. монотонность труда;</li> <li>8. эмоциональные перегрузки.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опасность поражения электрическим током;</li> <li>2. короткое замыкание;</li> <li>3. статическое электричество.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. СНиП 2.04.05-91</li> <li>2. ГОСТ 12.0.003-74</li> <li>3. ГОСТ 12.1.006-84</li> <li>4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03</li> <li>5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</li> <li>6. СанПиН 2.2.4.548-96</li> </ol>
--------------------------------------	--	--	--

## **16.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения**

### **16.1.1 Микроклимат рабочего помещения**

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ, микроклимат рабочих помещений – это метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями влажности, температуры, скорости движения теплового излучения и воздуха. В комплексные планы предприятий по охране труда в обязательном порядке включаются мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений. Для создания благоприятных условий работы в помещении, которые полностью соответствуют физиологическим потребностям человеческого организма, санитарными нормами и правилами устанавливаются предельно-допустимые и оптимальные метеорологические условия в рабочей зоне помещения [30].

Выполненная работа относится к категории сложности работы Ib «Легкие физические работы», к которой относятся виды деятельности с расходом энергии не более 150 ккал/ч (174 Вт) и включают в себя работы, производимые стоя или сидя, сопровождающиеся некоторым физическим напряжением или связанные с ходьбой. К ним относится ряд профессий на предприятиях связи, в полиграфической промышленности, а также мастера в различных видах производства, контролеры и другие, где энергозатраты составляют 121 - 150 ккал/ч (или 140-174 Вт).

Таблица 17 Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, по Цельсию	Температура поверхностей, по Цельсию	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %
1	2	3	4	5
Теплый	23 - 25	22 - 26	0,1	60-40
Холодный	21 - 23	20 - 24	0,1	60-40

Период года	Температура воздуха, по Цельсию		Температура поверхностей, по Цельсию	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
1	2	3	4	5	6	7
Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3
Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2

**Вывод.** При анализе микроклимата помещения, в котором располагалось рабочее место магистранта, отклонений от санитарных норм выявлено не было. В данном случае в теплый период года температура воздуха и температура поверхностей составляют 23,5°С и 24,5°С при относительной влажности воздуха 55% и в холодный период года – 21,5°С и 22,5°С при относительной влажности воздуха 50%, что соответствует вышеописанным санитарным нормам (СанПиН 2.2.4.548-96).

### 16.1.2 Производственное освещение

Производственное освещение – это получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов в рабочем помещении. Освещение существенно влияет на настроение и общее самочувствие человека, а также определяет эффективность его труда [31]. Работа в помещении при нерационально организованном освещении может являться причиной травматизма. Неадекватное восприятие наблюдаемого объекта может быть вызвано плохо освещенными опасными зонами, слепящими источниками света и бликами от них, резкими тенями и пульсациями освещенности, поскольку все эти факторы

ухудшают видимость при работе с объектами. И естественное, и искусственное освещение должно быть в помещениях с компьютером. За счет оконных проемов, у которых коэффициент естественного освещения (КЕО) должен быть не менее 1,2% в местах, где имеется снежный покров, и не менее 1,5% на остальной территории, обеспечивается естественное освещение. Свет из окна должен быть с левой стороны от работника. Естественное освещение в помещении осуществляется через два оконных проема размером 1,5×2 м в наружной стене. Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 указаны в таблице 3.

Таблица 18 Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО е.н, %		КЕО е.н, %		Освещенность, лк			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К <sub>п</sub> , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении		При общем освещении		
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г – 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	15	10
	Экран монитора: В – 1,2	-	-	-	-	-	-	200	-	-
Кабинеты, рабочие комнаты	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300	40	15

Светильники типа ЛПО36 используются для искусственного освещения помещений с персональными компьютерами, их следует применять при соответствующей работе. Также допускается применение светильников прямого света, типа ЛПО5, ЛПО13, ЛПО31, ЛПО34 и ЛСО4 (преимущественно отраженного света), и люминесцентных ламп типа ЛБ.

Также допустимо применение светильников местного освещения. Необходимо, чтобы светильники располагались прямыми или же прерывающимися линиями таким образом, чтобы при разном расположении персональных компьютеров они находились параллельно линии зрения пользователя ПК. Должно соблюдаться требование для защитных углов светильников: угол должен быть больше или равен 40 градусам.

Для поддержания освещения в помещении по всем соответствующим требованиям и нормам достаточно мыть стекла и светильников приблизительно два раза в год. Также по мере необходимости следует заменять перегоревшие лампы.

В утренние и вечерние часы необходимо вводить общее искусственное освещение в помещении. Лампы белого и дневного света ЛД-20 и ЛБ-20 являются основными источниками искусственного освещения.

**Вывод.** При анализе производственного освещения помещения, в котором располагалось рабочее место магистранта, отклонений от нормативов выявлено не было. Рабочее место, которое находилось в помещении, было освещено в достаточной степени и соответствовало санитарным нормам.

### **16.1.3 Производственные шумы**

Производственный шум – это совокупность звуков, которые неблагоприятно воздействуют на организм человека и мешают его работе и отдыху [32].

Постоянный шум может привести к нарушениям слуха (в частности, при нахождении в шуме более 85 дБ). Вдобавок, шум может являться причиной стресса, а также негативно сказаться на систолическом кровяном давлении.

Более того, производственный шум может способствовать несчастным случаям, маскируя при этом предупреждающие сигналы и являясь помехой для концентрации внимания на работе сотрудника.

Для данного рассматриваемого помещения были выявлены основные источники шума: персональные компьютеры, вытяжные вентиляторы на окнах и кондиционер. ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» является нормативным документом, который регламентирует уровни шума для разных категорий рабочих мест производственных помещений.

Помещения, в которых сотрудниками используются персональные компьютеры, не должны граничить с помещениями, в которых уровень шума превышает нормируемое значения.

Персональные компьютеры и прочая офисная техника являются основным источником шума при выполнении основных видов работ, следовательно, в помещениях, оборудованных данной техникой на рабочем месте, уровень шума не должен превышать 50 дБА.

**Вывод.** При анализе производственных шумов помещения, в котором производилась работа над магистерской диссертацией, отклонений от нормативов выявлено не было. Производственные шумы в помещении не превышали 50 дБА.

#### **16.1.4 Электромагнитные поля**

Во время работы с персональным компьютером сотрудник подвергается воздействию электромагнитного и электростатического полей, которые, в свою очередь, являются основными вредными производственными факторами [33].

Электромагнитное излучение, которое создается персональным компьютером, или ПЭВМ, в диапазоне частот от 0 до 1000 МГц имеет сложный спектральный состав, а также электрическую и магнитную составляющие.

Главным источником электромагнитных излучений от мониторов персональных компьютеров является трансформатор высокой частоты строчной развертки. Жидкокристаллические мониторы на сегодняшний день являются наиболее распространенными по сравнению с ЭЛТ-мониторами

(которые формируют изображение с помощью электронно-лучевой трубки), так как электромагнитное излучение первых сравнительно меньше, чем вторых. Поэтому практически повсеместно ЭЛТ-мониторы заменяются на ЖК-мониторы.

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03, нормы допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в рабочей зоне.  $T=50/E-2$  – это время допустимого пребывания в рабочей зоне, ч. В условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20–25 кВ/м работа должна продолжаться не более 10 минут. Разрешается присутствие людей в рабочей зоне в течение 8 часов при напряженности не выше 5 кВ/м.

Безопасные уровни излучений также регламентируются нормами Госкомсанэпиднадзора (Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ) «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.4.1340-03).

Ниже в таблице 4 представлены предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах и в таблице 5 – допустимые уровни электромагнитных полей.

Таблица 19 Предельно-допустимые уровни напряженности на рабочих местах

Время воздействия за рабочий день, мин	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ магнитной индукции мТл	ПДУ напряженности кА/м	ПДУ магнитной индукции мТл	ПДУ напряженности кА/м
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
0 - 10	30	24	50	40
11 - 60	20	16	30	24
61 - 480	10	8	15	12

Таблица 20 Допустимые уровни электромагнитных полей согласно СанПиН 2.2.4.1340-03

Наименование параметра	Значение
<b>1</b>	<b>2</b>
Поверхностный электростатический потенциал, В, не более	500

Плотность магнитного потока на расстоянии 50 см вокруг дисплея, нТл, не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 25
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг дисплея до электрической составляющей, В/м, не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 2,5

В мероприятия по снижению излучений включены:

- 1 сертификация персонального компьютера и аттестация рабочих мест;
- 2 организационно-технические мероприятия;
- 3 применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) путем экранирования пользователя персонального компьютера целиком или отдельных зон тела сотрудника;
- 4 использование иных технических средств защиты от патогенных излучений;
- 5 применение профилактических напитков.

**Вывод.** При анализе электромагнитных полей помещения, в котором производилась работа магистра, отклонений от нормативов выявлено не было. Уровни напряженности и электромагнитных полей на рабочих местах не превышали предельно-допустимые. Для снижения излучений были проведены такие мероприятия, как сертификация персонального компьютера и аттестация рабочих мест, а также прочие организационно-технические мероприятия.

## **17 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения**

### **17.1 Электробезопасность**

Согласно ГОСТ Р 12.1.009-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения», электробезопасность – это система организационных и технических

мероприятий, которые обеспечивают защиту человека от вредного и опасного для его жизни воздействия электрического тока, электромагнитного поля или статического электричества [34].

Согласно ГОСТ 12.1.018-93 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования», статическое электричество – это совокупность явлений, которые связаны с возникновением и сохранением свободного электрического заряда на поверхности диэлектриков или на изолированных проводниках [35].

Опасные и вредные воздействия электрического тока и электрической дуги на людей проявляются в виде электротравм (в т.ч. и ожоги от дуги большой величины) и профессиональных заболеваний (например, судорожные сокращения мышц).

Рассматриваемое помещение, где располагаются персональные компьютеры, относится к категории помещений без повышенной опасности, поскольку отсутствуют следующие усугубляющие электробезопасность факторы:

- 1 токопроводящие полы;
- 2 токопроводящая пыль;
- 3 высокая температура в помещении;
- 4 сырость и влага;

а также исключается возможность одновременного прикосновения человека к металлическим корпусам электрооборудования, технологическим аппаратам и механизмам, металлоконструкциям зданий, которые имеют соединение с землей.

Мероприятия по предупреждению вероятности поражения электрическим током должны включать в себя:

- 1 использование только исправных инструментов, которые аттестованы службой или слесарями КИПиА, во время выполнения монтажных работ в помещении;



- 2 вовлечение квалифицированного персонала (слесарей КИПиА) при работе / замене приборов и во время устранения неисправностей;
- 3 заземление корпусов приборов и инструментов с целью защиты от поражения электрическим током, который возникает между корпусом и инструментом во время пробоя сетевого напряжения на корпус;
- 4 обязательный постоянный мониторинг исправности электропроводки;
- 5 строгое исключение проведения работ на задней панели при включенном сетевом напряжении.

Перед тем, как начать работу с персональным компьютером, следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола проводов электропитания (в т.ч. оголенных), в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений на аппаратуре и рабочей мебели, а также в отсутствии повреждений на приэкранном фильтре и наличии заземления на нем.

При прикосновении к корпусу монитора, системного блока или клавиатуры токи статического электричества, которые наведены в процессе работы компьютера, могут приводить к разрядам, в большинстве случаев не опасным для человека. Но такие разряды способны привести к выходу из строя персональный компьютер или отдельные его периферийные части.

Для минимизации величин токов статического электричества используются покрытия полов с антистатической пропиткой, местное и общее увлажнение воздуха, а также специальные нейтрализаторы.

## **17.2 Экологическая безопасность**

Устранение отходов бытового мусора и отходов жизнедеятельности человека является основным процессом в охране окружающей среды. Персональные компьютеры в случае выхода из строя списываются, затем отправляются на специальный склад, где соответствующий персонал при необходимости принимает меры по утилизации аппаратного обеспечения и периферии, которое было списано [36].

На текущий момент вышедшие из эксплуатации и утилизированные люминесцентные лампы являются одним из самых распространенных источников загрязнения ртутью. Каждая такая лампа содержит примерно 60 мг ртути. И такие лампы, отслужившие свой срок, и другие приборы, которые содержат ртуть, являются наиболее опасным источником токсичных веществ в природе.

Вообще утилизация люминесцентных ламп предполагает то, что эти использованные лампы передаются предприятиям по их переработке, где с помощью специализированного оборудования вредные лампы перерабатываются в безвредное сырье – сорбент. Это сырье затем используется в качестве штатных средств для экологической безопасности, например, для очистки технической воды в промышленности.

Под хранением отходов понимают временное размещение отходов в специально отведенных для этого объектах или специализированных местах до утилизации.

Люминесцентные лампы относятся к высокотоксичным отходам I класса опасности. После выхода из эксплуатации они сортируются и собираются отдельно, так как они представляют угрозу для здоровья человека и экологии: наружу вырываются высокотоксичные пары ртути.

## **18 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Следующие чрезвычайные ситуации могут возникнуть на рабочем месте (в офисе) [37]:

- 1 техногенного характера;
- 2 экологического характера;
- 3 природного характера.

Для помещения, в котором выполнялась магистерская диссертация, наиболее типичной чрезвычайной ситуацией являлся пожар. Пожар может произойти при несоблюдении мер пожаробезопасности или в случае замыкания электрической проводки оборудования и обрыва проводов.

Пожарная безопасность – это комплекс организационно-технических мероприятий, которые направлены на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования», пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Рабочее помещение, в котором производится выполнение магистерской диссертации, относится к категории В по пожарной и взрывной опасности.

Следующие мероприятия относятся к противопожарным мероприятиям в помещении:

- 1 помещение должно быть оборудовано средствами пожаротушения (ящики с песком, огнетушители, стенд с противопожарным инвентарем), средствами связи. В помещении должна быть исправная электрическая проводка электрооборудования и осветительных приборов.
- 2 каждый работник обязан знать место нахождения средств пожаротушения и связи, уметь пользоваться средствами пожаротушения, а также помнить номера телефонов для сообщения об экстренном случае.

Необходимо, чтобы помещение было обеспечено средствами пожаротушения в соответствии со следующими нормами:

- 1 углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.;
- 2 пенный огнетушитель ОП-10 – 1 шт.

Помещение и этаж оборудованы следующими средствами оповещения:

- 1 пассивными датчиками задымленности;
- 2 звуковой индикацией в виде громкоговорителя;

3 световой индикацией в коридорах этажа.

Во избежание возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, которые направлены на устранение возможных источников возникновения пожара:

- 1 отключение оборудования при покидании рабочего места;
- 2 проведение инструктажа работников о пожаробезопасности;
- 3 периодическая проверка проводки.

Для увеличения устойчивости офисного помещения к чрезвычайным ситуациям необходимо установить системы противопожарной сигнализации, которые реагируют на дым и другие продукты горения. Также важно установить огнетушители и обеспечить сотрудников офиса планом эвакуации из офиса и назначить ответственных за эти мероприятия. Необходимо также проводить учебные тревоги для отработки действий при пожаре по крайней мере два раза в год (в зимний и летний период). При осмотре офисного помещения нарушений пожаробезопасности выявлено не было. В помещении находились системы, которые сигнализируют о наличии пожара или задымленности, а также необходимые огнетушители.

В случае возникновения пожара произвести попытку тушения возникшего возгорания огнетушителем при отсутствии прямых угроз здоровью и жизни необходимо. В случае потери контроля над пожаром необходимо эвакуироваться в соответствии с планом эвакуации офисного помещения, вывести сотрудников на безопасное расстояние от него и ждать приезда пожарников. Система пожаротушения должна автоматически сработать при возникновении пожара, издавая предупредительные сигналы и передавая сигнал о чрезвычайной ситуации на пункт пожарной станции. Если по каким-либо причинам система не сработала, необходимо самостоятельно вызвать пожарную службу по телефону 101, проинформировать пожарников о возникновении чрезвычайной ситуации (причина, место, время) и ожидать их приезда.

## **19 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **19.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства при работе с компьютером и орг. техникой**

В статье 212 Трудового Кодекса РФ предусмотрено, что на работодателя возлагаются обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда [38].

Для работодателя существует два варианта поведения, касающихся выполнения своих обязательств по охране труда на рабочих местах с персональным компьютером.

- 1 обеспечить такие условия труда, при которых на работников исключено (или не превышает установленных нормативов) воздействие вредных факторов, а также подтвердить это с помощью сертификации рабочих мест;
- 2 в случае наличия вредных факторов снабдить работников средствами индивидуальной защиты и произвести материальную компенсацию воздействия вредных факторов, выявленных в результате сертификации рабочего места.

Описанные выше требования СанПиН распространяются на персональные компьютеры, периферийные устройства (клавиатуры, принтеры, модемы, блоки бесперебойного питания и т.д.), а также на видеодисплейные терминалы всех типов [39].

### **19.2 Требования к организации рабочих мест пользователей:**

- 1 конструкция рабочей мебели (подставка для ног, кресло, рабочий стол) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60-120см;
- 2 рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при

выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»;

- 3 на уровне экрана должен быть установлен оригинал-держатель.
- 4 Рациональная организация труда в течение смены, в соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности, предусматривает:
- 5 длительность рабочей смены не более 8 часов;
- 6 обеденный перерыв не менее 40 минут;
- 7 установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы).

При приеме на работу обязателен предварительный медицинский осмотр, а также периодические медицинские осмотры в течение нескольких лет.

Перед приемом на работу каждому сотруднику необходимо пройти инструктаж по технике безопасности, и после необходимо пройти инструктаж по охране труда и электробезопасности.

**Выводы.** В данной главе в ходе анализа помещения, где располагалось рабочее место, были рассмотрены нормативы микроклимата, освещения, шума, электробезопасности помещения, и по фактическим данным этого помещения оно соответствовало требованиям. Также был произведен анализ вредных и опасных факторов и методы минимизации их воздействия на человеческое здоровье. В данной главе были рассмотрены аспекты экологической, производственной безопасности, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях (на примере пожароопасности).

## **Заключение**

В данной работе были даны обоснования необходимости проектирования и разработки программного модуля планирования финансовых затрат, которые основываются на оптимизированных планах-графиках предприятия. До анализа определения требований к разработанному программному модулю были рассмотрены этапы жизненного цикла планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования, а также задачи каждого из этапов. Был проведен обзор существующих аналогов проектируемой системы и были объяснены причины отказа от рассмотренных решений, среди которых – невозможность выполнения поставленных задач.

На основе задач, выявленных на этапе рассмотрения жизненного цикла, были определены субъекты процессов и субъекты автоматизированной системы. Также на основе этих задач были выявлены требования к разрабатываемой системе. Была разобрана структура автоматизированной информационной системы.

На основании выявленных требований к автоматизированной системе был произведен выбор средств ее разработки. Так, для разработки СУБД был выбран инструмент MS MySQL, для разработки самой автоматизированной системы была выбрана интегрированная среда разработки Eclipse, и соответственно, основным языком программирования был выбран язык Java. Также были рассмотрены популярные методологии разработки программного обеспечения, и по результатам обзора была выбрана каскадная модель разработки.

В соответствии с рассмотренными и выявленными требованиями были описаны диаграммы потоков данных и вариантов использования. Также в данной работе был представлен алгоритм деления оборудования на различные категории и описан метод автоматизированного формирования нормативов трудозатрат для разного типа оборудования – в соответствии с его категорией. На основе этого метода была предложена формула для вычисления общей

стоимости затрат на техническое обслуживание оборудования, которая учитывает категорию оборудования, разряд эксплуатационного и обслуживающего персонала и нормативы трудозатрат. Данный метод расчета будет использоваться в модуле «Расчет затрат на техническое обслуживание» проектируемой системы.

Практическая значимость работы заключается в сокращении расходов на техническое обслуживание и задействовании минимального количества персонала; автоматизированный программный модуль позволит осуществлять планирование финансовых затрат на ближайший период.



## Список публикаций по теме магистерской диссертации

- 1 Шин М. В. Обоснование необходимости проектирования автоматизированной системы планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т., Томск, 7-11 Ноября 2016. - Томск: ТПУ, 2017 - Т. 2 - С. 88-89. - Режим доступа: [http://portal.tpu.ru:7777/files/science/activities/msit/msit2016/Sbornik\\_2016/Sbornik\\_MSIT\\_2016\(Tom2\).pdf](http://portal.tpu.ru:7777/files/science/activities/msit/msit2016/Sbornik_2016/Sbornik_MSIT_2016(Tom2).pdf).
- 2 Шин М. В. Проектирование автоматизированной системы планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи // Наука.Технологии. Инновации: сборник научных трудов в 9 ч. Часть 7, Новосибирск, 5-9 Декабря 2016. - Новосибирск: НГТУ, 2016 - С. 71-75. **Диплом III степени.**
- 3 Шин М. В. Подходы к проектированию автоматизированной системы планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи // Научная сессия ТУСУР-2017: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа. В 8 частях, Томск, 10-12 Мая 2017. - Томск: В-Спектр, 2017 - Т. 4 - С. 120-122.
- 4 Шин М.В. Спецификация требований к автоматизированной системе планирования финансовых затрат на техническое обслуживание оборудования и сооружений связи // Россия молодая – 2017: сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Кемерово, 18-21 апреля 2017 г. – Кемерово: КузГТУ, 2017. Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0401069-.pdf>.

- 5 Шин М. В. Автоматизированная оценка величины издержек на техническое обслуживание средств КИПИА // Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов в 10 ч., Новосибирск, 4-8 Декабря 2017. - Новосибирск: НГТУ, 2017 - Т. 7 - С. 103-106.
- 6 Шин М. В. Метод прогнозирования финансовых издержек и автоматизированного формирования нормативов трудозатрат на техническое обслуживание средств КИПиА // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 4-7 Декабря 2017. - Томск: ТПУ, 2018 - С. 223-224.
- 7 Shin M. V. Designing the Automated Financial Planning Subsystem for Instrumentation Equipment Maintenance // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: сборник научных статей I Всероссийской научной конференции: В 2 ч. Часть 2, Тольятти, 12-14 Декабря 2017. - Тольятти: ТГУ, 2017 - С. 617-623.

## Список используемой литературы

- 1 Холманский М.В. Система планирования и мониторинга временных и финансовых затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования АСУ ТП, КИПиА и сооружений связи. – ТПУ, 2016. – 139 с.
- 2 Нормативы производительности труда [Электронный ресурс] // <http://www.delo4y.ru/index.html> : Самоучитель системотехники бизнеса. URL: <http://www.delo4y.ru/pers/section16.html> (дата обращения 24.12.2017).
- 3 Ковтун М.В., Байбородов К.М. ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы (пример) [Электронный ресурс] // [prj-exp.ru/](http://prj-exp.ru/) : Корпоративные хранилища данных. Интеграция систем. Проектная документация, 2010. URL: [http://www.prj-exp.ru/patterns/pattern\\_tech\\_task.php](http://www.prj-exp.ru/patterns/pattern_tech_task.php) (дата обращения: 25.03.2017).
- 4 Overview of Cost Estimating. The Ultimate Guide to Project Cost Estimating. Smartsheet. Retrieved from <https://www.smartsheet.com/ultimate-guide-project-cost-estimating>.
- 5 Как анализировать затраты на ремонт оборудования [Электронный ресурс] // <https://fd.ru/>: Финансовый директор. Практический журнал по управлению финансами компании, 2014. URL: <https://fd.ru/recommend/2556-kak-analizirovat-zatraty-na-remont-oborudovaniya> (дата обращения 12.04.2018).
- 6 Elbeltagi, E. Cost of Construction Labor and Equipment. *Cost Estimating*, 64-96.
- 7 Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения– СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
- 8 Алексеева М. М. Планирование деятельности фирмы. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 248 с.
- 9 Алешин Л.И. Руководство по изучению дисциплины «Автоматизированные информационные системы» [Электронный

- ресурс] // <http://e-biblio.ru> : Московская финансово-промышленная академия. Кафедра Информационных систем, 2006. URL: [http://e-biblio.ru/book/bib/01\\_informatika/sg.html#\\_Toc272338726](http://e-biblio.ru/book/bib/01_informatika/sg.html#_Toc272338726) (дата обращения: 26.03.2017).
- 10 Амбарцумян А.А., Хадеев А.С. Анализ функциональности систем управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования. – М.: Сборник Control Sciences, №6, 2005. – с. 7.
  - 11 Голицына О.Л., Максимов Н.В. Информационные системы. – М.: ММИЭИФП, 2004. – 329 с.
  - 12 Гребенюк Е.И. Технические средства информатизации. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с.
  - 13 How to Use the Fishbone Tool for Root Cause Analysis. Retrieved from <https://www.cms.gov/medicare/provider-enrollment-and-certification/qapi/downloads/fishbonerevised.pdf>.
  - 14 Силич В.А. Теория систем и системный анализ: учебное пособие для вузов / В. А. Силич, М. П. Силич; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 276 с.: ил.. — Библиогр.: с. 269-273.
  - 15 Vliet, M. (2011). DACE Labor Productivity Norms – The New “Gulf Coast”? *AACE International Transactions* EST.517.28, 1-30.
  - 16 Krawczyk, G. (2015). Developing a Meaningful Labor Cost Estimate. *EDUCAUSE Review*. Retrieved from <http://er.educause.edu/articles/2015/4/developing-a-meaningful-labor-cost-estimate>.
  - 17 Бюджет расходов на техническое обслуживание и ремонт оборудования [Электронный ресурс] // <https://fd.ru/>: Финансовый директор. Практический журнал по управлению финансами компании, 2015. URL: <https://fd.ru/articles/52153-byudjet-rashodov-na-tehnicheskoe-obslujivanie-i-remont-oborudovaniya> (дата обращения 19.09.2017).

- 18 Shu-Hsien Liao, Shao-ling Lu (2005). Executive Financial Information System Development and Implementation: Case Study on a Taiwanese IC Design Firm. *Asia Pacific Management Review* 10 (6), 357-367. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/8f82/b67475c9ee56cf58704a462ff0600b5e15c0.pdf>.
- 19 Leffingwell, D. (2000). *Managing Software Requirements: A Unified Approach*. Addison-Wesley Professional, 528.
- 20 Вендров А.М. Обзор средств проектирования информационных систем [Электронный ресурс] // <http://citforum.ru/> : Библиотека on-line. URL: <http://citforum.ru/database/kbd96/42.shtml> (дата обращения 29.08.2017).
- 21 Обзор Microsoft SQL Server. SQL Server 2016 [Электронный ресурс] // [microsoft.com/](http://microsoft.com/) : Продукты Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-2016> (дата обращения 29.08.2017).
- 22 Рейтинг сред разработки (IDE) 2016 [Электронный ресурс] // <http://tagline.ru/> : Рейтинги и обзоры digital-рынка. URL: <http://tagline.ru/ide-rating/> (дата обращения 04.09.2017).
- 23 Бубнов И. Популярные среды разработки и их недостатки [Электронный ресурс] // <https://geekbrains.ru/> : Обучающий портал для программистов GeekBrains. URL: [https://geekbrains.ru/posts/ide\\_negative](https://geekbrains.ru/posts/ide_negative) (дата обращения 04.09.2017).
- 24 Леффингуелл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. М.: ИД “Вильямс”, 2002.
- 25 Конюх В. Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие. – М.: Курс, 2014. – 312 с.
- 26 Рудаков А.В., Федорова Г.Н. Технология разработки программных продуктов. Учебное пособие. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2014. — 192 с. – ISBN 978-5-4468-0465-8.

- 27 Сидоров А. Система технического обслуживания и ремонтов оборудования [Электронный ресурс] // <http://eam.su/> : Консалтинговый проект «ЕАМ», 2012. URL: <http://eam.su/1-sistema-texnicheskogo-obsluzhivaniya-i-remontov-oborudovaniya-2.html> (дата обращения: 01.03.2017).
- 28 ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания [Электронный ресурс] // <http://www.rugost.com/> : разработка документации по ГОСТ. URL: [http://www.rugost.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=95:gost-34-601-90-avtomatizirovannye-sistemy-stadii-sozdaniya&catid=22&Itemid=53](http://www.rugost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=95:gost-34-601-90-avtomatizirovannye-sistemy-stadii-sozdaniya&catid=22&Itemid=53) (дата обращения 24.05.2017).
- 29 Амелькович Ю.А., Анищенко Ю.В. и др. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 236 с.
- 30 СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
- 31 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
- 32 ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 33 СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.
- 34 ГОСТ Р 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения.
- 35 ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 36 ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.

- 37 Жуков, Виктор Ильич. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / В. И. Жуков, Л. Н. Горбунова; Сибирский федеральный университет (СФУ). — Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. — 392 с.: ил. — Высшее образование. Бакалавриат. — Библиогр.: с. 384-387.
- 38 Трудовой кодекс Российской Федерации.
- 39 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

## Приложение А

### Chapter I. Characteristics of the Processes of Labor Costs Standardization for Equipment Maintenance and Financial Planning

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Шин Марина Витальевна		

Консультант ОИТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чердынцев Евгений Сергеевич	к. т. н.		

Консультант-лингвист ОИЯ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Краснова Татьяна Ивановна	-		



# **1 Chapter I. Characteristics of the processes of labor costs standardization for equipment maintenance and financial planning**

## **1.1 Description of the subject area**

### **1.1.1 Features of labor standards formation**

Equipment maintenance time standards are used for complex norms calculating when determining the expenses of equipment maintenance works and calculation of volumetric production indicators.

The time norms are set taking into account the following facts:

- 1 works are performed by workers of the relevant qualification;
- 2 workers are provided by the appropriate documentation and materials;
- 3 workplaces are equipped with the necessary auxiliary tools, fixtures and equipment;
- 4 the rules of industrial safety, labor protection and sanitary hygiene must be followed;
- 5 the facility, on which the work was done, should be delivered to the process support personnel after the equipment maintenance, if necessary, with the output to the operating mode;
- 6 necessary measuring instruments should be calibrated at the processing facility;
- 7 functions of the emergency protection of instrumentation should be checked;
- 8 workers waste time while waiting for the completion of work by crewman, in case of sequential execution of certain technical operations.

Based on the set norms, a schedule for equipment maintenance for a certain period is formed (for a month, quarter or a year), taking into account certain requirements and restrictions. As part of the implementation of this scheduled plan, it is also necessary to form an expenses estimation. In order to avoid unforeseen financial expenses associated with equipment malfunctions, the company needs to clearly allocate these expenses in time. In this regard, there is a need to design a software module for planning financial expenses for maintenance of equipment and communication facilities.

### **1.1.2. Requirements to the methodology for labor standards calculating**

The methodology for labor standards calculating in addition to providing the creation of tools for calculating the expenses of preventive maintenance should also ensure the solution of the following additional tasks:

- 1 regulation of the procedure of calculating labor costs for the implementation of preventive maintenance of equipment and communication facilities;
- 2 availability of a single tool for calculating expenses of works for any equipment, including new ones;
- 3 availability of additional tools for works evaluation: these are standard deadline, standard number of performers and standard duration of each type of works;
- 4 availability of the mechanism for the re-confirmation of standards and corrective coefficients.

From the above tasks, the following general provisions are followed:

- 1 when calculating labor and financial costs, consideration is given to the fact that the time of equipment maintenance depends on the qualifications and experience of the performers;
- 2 expert estimates are the basis of the methodology and algorithms for labor cost standards calculating;
- 3 for attaining more accurate values, correction factors that obtained empirically are used, and a mechanism for their formation within the designed software module is developed;
- 4 the labor costs for performing maintenance works are calculated on the basis of base classifier of works;
- 5 this methodology is designed to calculate labor standards in simple cases, not taking into account complicating circumstances.

Calculation of time standards for equipment maintenance is carried out according to the following formula:

$$H_{\text{BP}} = T_{\text{он}} \times \left(1 + \frac{K}{100}\right)$$

where  $H_{\text{BP}}$  is a time standard for work performance, people / hour,

$T_{\text{on}}$  is operational time, hour,

$K$  is the sum of the time standards for servicing the workplace, preparatory and final works and rest.

The following labor costs are not included in the time standards:

- 1 labor costs on the works performed by the engineering and technical service in the process of performing equipment maintenance, the labor costs of which are included in the overhead expenses;
- 2 labor costs for the revision of equipment associated with its long or improper storage;
- 3 labor costs for works related to the elimination of factory defects and other defects.

Time standards are set with regard to normal working conditions.

### **1.1.3. Life cycle of scheduled plans formation for equipment maintenance**

Planning financial expenses for equipment maintenance is the management of costs for this activity and determining expected economic results. The main purpose of planning such expenses is to minimize the costs of preventive maintenance works. According to this, the tasks that need to be solved are:

- 1 to determine the appropriate way of using labor and financial resources for performing preventive maintenance works;
- 2 to conduct an analysis of schedules for preventive maintenance to optimize the equipment maintenance processes;
- 3 to conduct an analysis of labor costs to minimize time and expenses for equipment maintenance.

The implementation of a software module for planning labor and financial expenses will enable the enterprise to estimate their value within the implementation

of the formed scheduled plan. Equipment maintenance is a set of works of a preventive nature that is needed to keep the equipment in good operational condition.

The life cycle of the process of planning financial expenses is a sequence of stages that determine the dynamics of the implementation and development of the process.

The tasks of the first stage “Development and maintenance of technological maintenance schemes by types of equipment” are identifying the works recommended for implementation and the sequence of performing such works. Depending on the type of equipment, preventive maintenance can be performed in parallel or in series.

The stage “Formation of maintenance plans for equipment” includes the following tasks: determining the terms of maintenance and the number of equipment requiring scheduled maintenance works.

At the stage “Creation of schedules of preventive maintenance works for each object”, the following tasks should be performed: to appoint responsible and executive personnel of relevant qualifications for equipment maintenance; and determination of dates for preventive maintenance.

The tasks of the fourth stage “Determination of financial plans” are to determine the maximum allowable expenses of preventive maintenance and an approximate allocation of expenses for equipment maintenance.

The fifth stage “Formation and analysis of the annual schedule of equipment maintenance” includes the following tasks: formation of scheduled plans for the current (or next) year, taking into account the tasks performed at previous stages of the life cycle; planning of financial expenses via formed scheduled plans.

The sixth stage “Evaluation of the implementation of financial plans” includes the following tasks: comparison of the current and planned financial expenses for equipment maintenance; analysis of the expenses of preventive maintenance works.

#### **1.1.4. Estimation of expenses for preventive maintenance works**

In order to analyze the expenses of the planned work of the equipment, it is necessary to compare their actual expenses with those planned in detail by articles.

In accordance with the schedule of preventive maintenance in production plans, it is necessary to take into account the projected downtime of equipment, as well as the expenses associated with the forthcoming maintenance works. Such expenses include the payment of maintenance and operational personnel during equipment downtime, as well as social payments from these expenses.

Planning is carried out by the finance department on the basis of data provided by the technical service – these are material expenses, the amount of resources used and the prices for them without VAT, the number of working hours, the list of works, etc. This plan-fact analysis allows you to estimate unproductive expenses and identify their sources. As a loss in the planned simple equipment due to repairs, the excess of real expenses over the planned ones is considered. In the process of analyzing financial and labor costs, one should also take into account the reasons for deviations from actual indicators and provide for measures to minimize such losses in the future. The reasons for such losses with the planned downtime equipment can be:

- 1 incorrect estimation of the expenses of materials or spare parts;
- 2 ineffective planning of works and deadlines for their implementation;
- 3 involving of insufficiently qualified personnel.

### **1.2 The subjects of the planning and maintenance processes**

#### **1.2.1. Objectives of subjects**

The subjects of the process of equipment maintenance are the operational and attendant duty personnel. Operational personnel include instrumentation workers, machinists, operators, and the attendant ones include straw boss, shift fitters, electricians, masters of instrumentation and others.

The subjects of financial expenses planning processes are<sup>1</sup>:

- 1 instrument engineer / engineer of automated process control systems, who works with the equipment;
- 2 a financier / economist who compiles a financial plan and schedules for equipment maintenance;
- 3 an analyst, who evaluates the performance of works on the fact and plan and also draws the appropriate conclusions.

The subjects (users) of the designed software module are:

- 1 financial department (financier, economist, analyst) – the one who deals with scheduled plans, calculation of labor costs, evaluation of the implementation of plans, etc.;
- 2 personnel department – the one who deals with entering, updating of information about the servicing and operating personnel;
- 3 IT-department / engineer of the highest qualification – the one that deals with entering, updating of information about company's equipment.

Based on the stages of the life cycle described above, tasks that are solved by one or another subject of the software module have been identified. So, the tasks

- 1 identifying the works recommended for implementation and the sequence of performing such works; and
- 2 determining the terms of maintenance and the number of equipment requiring scheduled maintenance works

will be performed in the system by the appropriate IT department in conjunction with the highest qualification engineer. The following tasks

- 1 the appointment of responsible and executive personnel of relevant qualifications for equipment maintenance;
- 2 determination of dates for preventive maintenance;

---

<sup>1</sup> Subjects can be different depending on the company's corporate structure

- 3 determination of the maximum allowable expenses of preventive maintenance and an approximate allocation of expenses for equipment maintenance;
- 4 formation of scheduled plans for the current (or next) year, taking into account the tasks performed at previous stages of the life cycle; and
- 5 planning of financial expenses via formed scheduled plans

are carried out in the program module by the finance department, which is responsible for the financial plan and schedules for equipment maintenance. Finally, tasks

- 1 comparison of the current and planned financial expenses for equipment maintenance; and
- 2 analysis of the expenses of preventive maintenance works

should be carried out in the system by an analyst (also the financial department).

It should be taken into account that personnel department, which is responsible for updating information of personnel, is not involved in the life cycle of planning financial expenses, but included as a subject of the program module. The main task that human resources department should perform in the system is keeping the up-to-date information of personnel and their qualifications. Also, calculation of labor costs standards is one of the main tasks of finance department that is not included in the life cycle of financial expenses planning, but it should be taken into account in the system.

### **1.2.2. Specification of software requirements for labor and financial planning**

Initial system data:

- 1 information of labor standards in the form of a database, a document or a reference book;
- 2 information about the equipment, including the frequency of equipment maintenance activities;
- 3 information about employees (their classes and categories).

In general, the designed software module should:

- 1 provide formation of optimized scheduled plans (or optimization of existing ones) for performing equipment maintenance;
- 2 download and display formed optimized scheduled plans for further work on planning finances of company;
- 3 contain general and specific information about the operating and maintenance personnel;
- 4 keep a list of equipment that is in the company and is subject to equipment maintenance;
- 5 calculate and estimate the amount of equipment maintenance expenses.

The main modules in the subsystem are “Working with scheduled plans” and “Calculation of costs for equipment maintenance”. Each module works with the corresponding tables in the database. The first module contains two submodules: “Optimization of existing scheduled plans” and “Creation of optimized scheduled plans”. The first one is meant to load a scheduled plan from a document and start the process of its optimization. The last one has access to the database of labor standards. The module “Working with scheduled plans” interacts with the data containing information about the equipment of the company, as well as the operating and maintenance personnel. Formed scheduled plans are contained in the tables of the optimized scheduled plans of the company, and are further used in the module “Calculation of expenses for equipment maintenance”.

On the basis of the tasks identified at the stages of the life cycle, functional requirements were formed. At this stage, a list of functional submodules, their purpose and main characteristics, requirements to the number of hierarchy levels and the degree of centralization of the subsystem are determined. Also, requirements for ways and means of information exchange between components of a subsystem are specified.



- 1 The subsystem should be centralized. That means that all data should be located in the central repository.
- 2 The data is presented in the form of tables, and it is loaded in the subsystem in the form of table files (possible extensions are \*.xls, \*.xlsx, \*.xlw).
- 3 The subsystem should ensure collection of information about personnel, working with scheduled plans, calculation of expenses for equipment maintenance, calculation of labor standards, and also keeping and carrying out a data warehouse.
- 4 The following functional submodules are proposed to be implemented in the program module:
  - a. a submodule for collection, processing and loading of data of servicing and operating personnel;
  - b. a submodule for storing data of personnel and equipment, labor standards and scheduled plans;
  - c. a submodule of formation and visualization of scheduled plans for calculation of expenses for equipment maintenance;
  - d. a submodule for calculation of labor standards.
- 5 As a protocol of interaction between the components of the subsystem at the transport-network level, it is necessary to use the TCP / IP protocol.
- 6 A subsystem should be multi-user. That means that multiple users have simultaneous access to the system (the exact number of users is determined by the amount employees who are involved in calculating financial expenses and dealing with scheduled plans).
- 7 The subsystem includes 5 user roles:
  - a. financier and / or economist;
  - b. analyst;
  - c. specialist of the personnel department (human resources manager);
  - d. IT department specialist;
  - e. engineer of the highest qualification.

- 8 The required qualifications for the personnel operating the subsystem are the following:
  - a. to the engineer of the highest qualification – knowledge of the subject area;
  - b. to the analyst – basic knowledge of multidimensional analysis; knowledge and skills of working with analytical applications;
  - c. to the IT department specialist – knowledge of the methodology of data warehouse design; knowledge of data warehouse integration interfaces with data sources; knowledge of DBMS and SQL query language.
- 9 The reliability of the subsystem should be ensured by:
  - a. application of hardware, system and basic software, that are corresponding to the class of tasks to be solved;
  - b. time-sensitive implementation of the subsystem administrative processes;
  - c. compliance with the rules of operation and maintenance of software and hardware;
  - d. preliminary training of users and maintenance personnel.
- 10 System security requirements:
  - a. the hardware of the subsystem shall comply with the fire safety requirements in the industrial premises in accordance with GOST 12.1.004-91. “SSBT. Fire safety. General requirements”;
  - b. to ensure compliance with general safety requirements in accordance with GOST 12.2.003-91. “SSBT. Industrial equipment. General safety requirements” when servicing the subsystem during operation;
  - c. the hardware of the system must be grounded in accordance with the requirements of GOST R 50571.22-2000. “Electrical installations of buildings. Part 7. Requirements for special electrical installations. Section 707. Grounding of information processing equipment”;
  - d. the value of the equivalent level of acoustic noise created by the equipment of the system must comply with GOST 21552-84 “Means of Computing. General technical requirements, acceptance, test methods, marking,

packaging, transportation and storage”, but not exceed the following values:

- i. 50 dB – in case of carrying out the operation of technological equipment and computer facilities without a printer;
- ii. 60 dB – in case of carrying out the operation of technological equipment and computer facilities with a printing device.

#### 11 Functions of each submodule:

- a. a submodule for the collection, processing and loading of data of the operating and maintenance personnel:
  - i. management of the processes of collecting, handling and loading data of personnel;
  - ii. execution of the processes of collecting, handling and downloading data from sources in data warehouse;
  - iii. logging of data collection, processing and loading results;
- b. a submodule for storing data of personnel and equipment, labor standards and scheduled plans:
  - i. maintenance of up-to-date information of personnel and equipment;
  - ii. keeping the information of past labor standards and scheduled plans for analysis;
- c. a submodule of formation and visualization of scheduled plans for calculation of expenses for equipment maintenance:
  - i. possibility of planning equipment maintenance expenses;
  - ii. calculation of the minimum expenses of works;
  - iii. optimization of scheduled plans;
- d. a submodule for calculating labor standards:
  - i. calculation of labor costs for further using in calculating the expenses of works;
  - ii. calculation of a uniform workload for each employee.

### **1.3. Cause-and-effect analysis**

A fish skeleton diagram, or Ishikawa diagram, was developed to graphically display the causes of factors influenced on the final value of the labor standards calculation for equipment maintenance. According to the development methodology of this diagram, all causes that are related to the problem under study are divided into six categories:

- 1 causes that are related to a person – factors that are due to the capabilities and health condition of a person (personnel qualifications, physical condition, experience, etc.);
- 2 reasons that are associated with the method of work – include the way the work is done, as well as the performance and accuracy of the processes or operations performed;
- 3 reasons that are associated with the mechanisms – factors related to equipment, tools in the execution of the main processes (for example, the state of the instrumentation);
- 4 causes that are related to materials – factors that determine the properties of the material in the course of works (thermal conductivity, viscosity, hardness of the material, etc.);
- 5 causes that are related to control – factors that affect the time-sensitive and error-free recognition of faults in the processes performed;
- 6 causes that are related to the external environment – factors that determine the impact of the external environment on the processes performed (illumination, humidity, temperature, etc.).

The necessity of designing and developing a software module for calculating financial and labor costs for equipment maintenance is determined by the following reasons.

The main problem that leads to the development of the algorithm for calculating labor costs and its software implementation is the irrational allocation of

financial and labor resources for equipment maintenance. The following factors affect this cause:

- 1 The reasons connected with the person – are human resources. This category includes the qualification and rank of personnel, the health of the employee, the number of personnel involved in equipment maintenance, and overtime work.
- 2 The reasons associated with the method of work. This group includes the type of work whether it is individual or in a group, as well as the duration of work.
- 3 The reasons related to the mechanism of work. This group includes factors related to the equipment and materials with which the personnel work (wear and tear of an equipment, its cost, period of use, type, etc.), as well as downtime of operated equipment.
- 4 The reasons associated with the external environment. The final value of financial expenses for equipment maintenance is also affected by weather conditions, the season, the location of the facility, its distance from the site, and the temperature and humidity in the room where the equipment is located.