

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством  
Кафедра физических методов и приборов контроля

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Проектирование процессного подхода при проектировании работ научно-исследовательской лаборатории</b>

УДК 001.891.53:005.4.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ51	Баус Станислав Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФМПК	Плотникова И.В.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков А.П.	д. ф.-м. н., профессор		

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Разрабатывать и планировать проекты и научно-исследовательские работы в области управления качеством с использованием передовых технологий, методов и современного оборудования	Требования ФГОС ВО (ОПК-1,2,3,4, ПК-4,5,6,8,9). Требования СУОС ТПУ (УК-1,2). Требования <i>CDIO Syllabus</i> ( 2.1, 2.2, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5) Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P2	Разрабатывать и участвовать в мероприятиях, направленных на улучшение качества и достижение организацией устойчивого успеха	Требования ФГОС ВО (ОПК-8, ПК-1). Требования СУОС ТПУ (УК-1,3). Требования <i>CDIO Syllabus</i> ( 4.1, 4.4, 4.5, 4.7) Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P3	Разрабатывать нормативно-техническую, отчетную и служебную документацию, используя современные методы и технологии	Требования ФГОС ВО (ОПК-7, ПК-7,10). Требования СУОС ТПУ (УК-1). Требования <i>CDIO Syllabus</i> ( 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 4.7) Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P4	Применять существующие и разрабатывать новые методы с учетом концепции всеобщего управления качеством для прогнозирования, моделирования и корректировки путей развития организации	Требования ФГОС ВО (ПК-2,3,7). Требования СУОС ТПУ (УК-1,6). Требования <i>CDIO Syllabus</i> ( 2.2, 2.4, 2.5, 4.1, 4.3) Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P5	Применять и адаптировать полученные знания, в том числе в нестандартных или конфликтных ситуациях	Требования ФГОС ВО (ОПК-2, ОК-3,4). Требования СУОС ТПУ (УК-1,5). Требования <i>CDIO Syllabus</i> ( 2.1, 2.4, 2.5, 3.2) Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P6	Использовать знания иностранного языка, социальной и этической ответственности в профессиональной среде и в обществе	Требования ФГОС ВО (ОПК-3, ОК-2). Требования СУОС ТПУ (УК-4,5). Требования <i>CDIO Syllabus</i> (2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1) Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P7	Проводить эффективную работу с большими объемами информации, используя логические операции и современные информационные технологии	Требования ФГОС ВО (ОК-1,5). Требования СУОС ТПУ (УК-1,6). Требования <i>CDIO Syllabus</i> ( 2.2, 2.4, 4.3, 4.7) Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа магистра содержит: 232 страниц, 45 рисунков, 34 таблицы, 67 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: процессный подход, проектирование работ, научно-исследовательская лаборатория, подход к управлению, причинно-следственный анализ, менеджмент риска, экспертный метод, моделирование процессов Монте-Карло, управление сроками проекта, проектная деятельность, совершенствование проектной деятельности, повышение эффективности, рентгеновская система.

Объект исследования – научно-исследовательская лаборатория.

Предмет исследования – набор работ научно-исследовательской лаборатории в рамках проектной деятельности.

Цель совершенствование и повышение эффективности проектной деятельности научно-исследовательской лаборатории.

В результате исследования сформированы основные нормативные документы функционирования лабораторией – регламент научно-исследовательской лаборатории, регламент на основной процесс «Разработка новых рентгеновских систем», регламент «Управление рисками проектной деятельности». Организован и проведен менеджмент риска лаборатории, разработаны мероприятия по управлению рисками лаборатории, обозначены показатели качества процесса, проведен причинно-следственный анализ проектной деятельности на основе экспертной группы, применено математическое моделирование процессов Монте-Карло для управления сроками проектов, сформирована методология и алгоритм ведения данных проектов и работ научно-исследовательской лаборатории.

Степень внедрения: результаты магистерской диссертации апробированы на практике, стандарты научно-исследовательской лаборатории утверждены и введены в действие.

Область применения: результаты исследования применимы проектирования работ научно-исследовательской лаборатории с целью совершенствование и повышение эффективности проектной деятельности.

Экономическая эффективность/значимость работы: используя минимальные затраты ресурсов, позволяет повысить эффективность и качество работ проектной деятельности лаборатории, в частности, исключить отклонения сроков проекта, сократить сроков, снизить издержки и себестоимость, повысить качество работ и эффективность, минимизировать влияния рискованных ситуаций, обеспечить прозрачность деятельности.

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством  
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ФМПК  
\_\_\_\_\_ Суржиков А.П.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ГМ51	Баус Станиславу Сергеевичу

Тема работы:

<b>Анализ современных концепций улучшения деятельности в ракурсе корпоративных ценностей</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 28.10.2016 г. №9236/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования – научно-исследовательская лаборатория. Предмет исследования – набор работ научно-исследовательской лаборатории в рамках проектной деятельности.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Цель: совершенствование и повышение эффективности проектной деятельности научно-исследовательской лаборатории. 1. Обзор литературных источников. 2. Сравнительный анализ подходов к управлению. 3. Анализ проектной деятельности лаборатории. 4. Разработка регламента на основной процесс лаборатории. 5. Организация и проведения менеджмента риска. Разработка регламента «Управление проектными рисками лаборатории». 6. Апробация результатов лаборатории. Оценка эффективности от внедрения.

<b>Перечень материала</b>	<b>графического</b>	1. Диаграмма Исикава (2 шт.). 2. Блок-схема процесса. 3. Диаграмма Ганта (2шт.). 4. Циклограмма (3 шт.). 5. Презентация Power Point.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич	
Раздел ВКР на иностранном языке	Квашнина Ольга Сергеевна	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		
Раздел 3. Математическое моделирование процессов		

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент каф. ФМПК	Плотникова И. В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ГМ51	Баус Станислав Сергеевич		

## Нормативные ссылки

В данной работе использованы следующие стандарты:

1. Международный стандарт ISO 9000:2015. Системы менеджмента качества. Основные понятия и словарь.
2. Международный стандарт ISO 31000:2009. Риск менеджмент. Принципы и руководства.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска.
4. Международный стандарт ISO 9001:2015. Системы менеджмента качества. Требования.
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СанПиН 52.13330.201. Защита от шума.
8. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
9. ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
10. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
11. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность.
12. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные факторы. Классификация.

## Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**процесс:** это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, которые преобразуют входы в выходы.

**процессный подход к управлению:** делегирование полномочий и ответственности через Бизнес процессы, где Бизнес процесс это устойчивая (многократно повторяющаяся) деятельность, преобразующая ресурсы - входы в результаты - выходы.

**владелец процесса:** владельцем является человек, имеющий в своем распоряжении необходимое количество ресурсов и отвечающий за конечный результат (выход) процесса.

**исполнитель процесса:** должностное лицо, специалист или команда специалистов, выполняющих действия бизнес-процесса.

**входами процесса:** являются элементы, претерпевающие изменения в ходе выполнения действий.

**выходами процесса:** являются ожидаемые результаты, ради которых предпринимаются действия. Выходом может быть, как материальный продукт, так и различного рода услуги или информация.

**регламент:** документ, регулирующий порядок какой-нибудь деятельности.

**математическим моделирование:** процесс построения и изучения математических моделей.

**анализ риска:** процесс изучения природы и характера риска и определения уровня риска.

**вероятность риска:** мера возможности появления события.

**идентификация риска:** процесс определения, составления перечня и описания элементов риска.

**менеджмент-риска (риск-менеджмент):** скоординированные действия по руководству и управлению организацией в области риска.

**неопределенность:** недостаток информации или знания о событии, его последствиях или вероятности

**оценка риска:** процесс, охватывающий идентификацию риска, анализ риска и сравнительную оценку риска.

**предупреждающее действие:** действие, предпринятое для устранения причины потенциального несоответствия или другой потенциально нежелательной ситуации. **риск:** Следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей.

**риск:** потенциальное событие, выраженное через последствия его наступления, тяжесть воздействия и вероятность наступления.

**управление рисками:** меры, направленные на изменение риска.

**экспертная группа:** высококвалифицированные специалисты, обладающие знаниям и опытом в определенной области деятельности.

**единая система технологической документации:** комплекс стандартов и руководящих нормативных документов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформлению и обращению технологической документации.

**единая система конструкторской документации:** комплекс стандартов, содержащих требования к технической документации, выпускаемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия.

**техническое задание:** документ, содержащий требования заказчика к, определяющие условия и порядок проведения проектной деятельности для собственных нужд, в соответствии с которым осуществляются поставка продукта, выполнение работ, оказание услуг и их приемка.

**конструкторская документация:** графические и текстовые документы, которые, в совокупности или в отдельности, определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации, ремонта и утилизации.

**технологическая документация:** комплекс графических и текстовых документов, определяющих технологический процесс получения продукции, изготовления изделия.

## Обозначения и сокращения

БП – бизнес процесс;

ЕСКД – единая система конструкторской документации;

ЕСТД – единая система технологической документации;

ИД – интеллектуальная деятельность;

ИС – интеллектуальная собственность;

КД – конструкторская документация;

КПЭ – ключевые показатели эффективности;

НД – нормативная документация;

НИ – научное исследование;

НИИ – научно-исследовательский институт;

НИР – научно-исследовательская работа;

НК – неразрушающий контроль;

НПЦ – научно-производственная центр;

ОКР – опытно-конструкторские работы;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

РИД – результат интеллектуальной деятельности;

РМТ – рентгеновский микротомограф;

САПР – система автоматизированного проектирования;

СУБД – система управления базами данных;

ТД – технологическая документация;

ТЗ – техническое задание;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭМИ РЧ – электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 Процессный подход .....	14
1.1 Процессный подход к управлению .....	14
1.2 Выбор метода управления .....	23
1.2.1 Оценка функционального подхода к управлению .....	24
1.2.2 Оценка процессного подхода к управлению.....	26
1.3 Сравнительный анализ подходов к управлению .....	29
2 Проектирование научно-исследовательской работы лаборатории.....	33
2.1 Научно-исследовательская деятельность лаборатории.....	33
2.2 Недостатки функционирования научно-исследовательской лаборатории .....	41
2.3 Анализ проектов, разработанных лабораторией.....	42
2.3.1 Проект №1 .....	43
2.3.2 Проект №2.....	47
2.4 Причинно-следственный анализ этапов проекта .....	51
2.4.1 Этап «Разработка системы (НИР)».....	54
2.4.2 Этап «Проектирование системы (ОКР)».....	72
2.5 Мероприятия по внедрению процессного подхода .....	86
3 Математическое моделирование процессов .....	88
3.1 Моделирование методом Монте-Карло .....	88
3.2. Математическое моделирование проектной деятельности лаборатории .....	89
4 Экономические выгоды от внедрения процессного подхода.....	120
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	125
5.1. Предпроектный анализ .....	125
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	125
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	126
5.1.3 Диаграмма Исикава.....	127
5.1.4 SWOT-анализ SWOT – представляет собой комплексный анализ .....	128
5.1.5 Метод коммерциализации научного проекта .....	129
5.2 Инициация проекта .....	130
5.2.1 Устав проекта .....	130
5.3 Планирование и управления научно-техническим проектом .....	132
5.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ .....	132

5.3.2	План проекта .....	133
5.3.3	Бюджет научно-технического исследования .....	134
5.4	Заключение по разделу .....	136
6	Социальная ответственность .....	139
6.1	Производственная безопасность .....	139
6.1.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	139
6.2	Экологическая безопасность. ....	146
6.2.1	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду. ....	146
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	147
6.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований .....	147
6.3.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	147
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	148
6.4.1.	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. ....	148
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	150
	СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ.....	153
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	154
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	160
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	187
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	204

## ВВЕДЕНИЕ

Научная (научно-исследовательская) деятельность, направлена на получение и применение новых знаний, в том числе: фундаментальные научные исследования и прикладные научные исследования.

Научная деятельность в высшем учебном заведении, как принято считать в мировой практике, состоит из следующих элементов:

1. классической научно-исследовательской работы, которая состоит из фундаментальных и прикладных исследований и опытно-конструкторских работ;

2. подготовки научно-педагогических кадров, а также их аттестацию.

Сейчас перед высшими учебными заведениями встал вопрос повышения эффективности деятельности своих научно-исследовательских лабораторий. Прежде всего, это касается эффективности проектной деятельности в рамках хозяйственных работ или грантов. В данный момент в мировой практике существует два метода организации и управления работой научно-исследовательскими лабораториями:

1. функциональный;

2. процессный.

Объект исследования является научно-исследовательская лаборатория.

Предмет исследования является набор работ научно-исследовательской лаборатории в рамках проектной деятельности.

Темой исследований научно-исследовательской лаборатории является разработка основ теории, принципов построения, моделирование, проектирование и экспериментальное исследование конкурентных систем рентгеновского технического зрения (СТЗ) широкого применения.

Цель работы – совершенствование и повышение эффективности проектной деятельности научно-исследовательской лаборатории. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Смена подхода к управлению.

2. Разработка регламента основного процесса:

- описанные бизнес-процессы;
- определены входы и выходы, ресурсы и управляющие воздействия;
- показатели качества и контрольные точки;
- матрица ответственности.

3. Организация и проведение менеджмента риска.

4. Разработка регламента «Управление проектными рисками лаборатории»

5. Моделирование процессов методом Монте-Карло.

6. Автоматизация подпроцесса этапа «Разработка». Внедрение программного обеспечения САПР 3D PMT с оболочкой конструктор.

Проектная деятельность в научно-исследовательских лабораториях в высших учебных заведениях является проблемным местом нашей науки. Научная новизна исследования состоит в том, реализация комплекса мероприятий по внедрению процессного подхода для проектирования работ позволяет снизить себестоимость работ и издержки, избежать срывов сроков проекта, усовершенствовать и повысить эффективность работ проектной деятельности научно-исследовательской лаборатории.

Практическая значимость выпускной квалификационной работы состоит в том, что реализованные меры апробированы на практике и принесли желаемые результаты. Новый подход к управлению решил имеющиеся проблемы в работе научно-исследовательской лаборатории, повысил управляемость и эффективность проектной деятельности и функционирования, качество работ, а также позволил выстроить четкую структурированную систему для успешного проведения хозяйственных проектов и грантов.

Результаты теоретических исследований по теме выпускной квалификационной работы были представлены на 6 международных конференциях.

## 1 Процессный подход

### 1.1 Процессный подход к управлению

В данный момент в мировой практике существует два метода организации и управления работой научно-исследовательскими лабораториями:

1. Процессный подход.
2. Функциональный подход

Остановимся подробно на процессном подходе к управлению. Процессный подход это одна из концепций управления, которая окончательно сформировалась в 80-х годах прошлого века [1]. В соответствии с этой концепцией вся деятельность организации рассматривается как набор процессов. Для того чтобы управлять, необходимо управлять процессами. Он стал одним из ключевых элементов улучшения качества.

Главное понятие, которое использует процессный подход – это понятие процесса. Существуют различные определения, но наиболее часто используется определение стандарта ISO 9001. «Процесс - это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, которые преобразуют входы в выходы» [2]. Важной составляющей процесса, которая не отражена в этом определении, является систематичность действий. Действия процесса должны быть повторяющимися, а не случайными.

Процессный подход к управлению – делегирование полномочий и ответственности через бизнес процессы, где бизнес процесс это устойчивая (многократно повторяющаяся) деятельность, преобразующая ресурсы (входы) в результаты (выходы). В рамках процессного подхода предполагается выделение проблемного бизнес-процесса и его участников, назначение одного из участников бизнес-процесса владельцем и делегирование полномочий и ответственности по управлению данным бизнес процессом ему. Возникает матричная структура при управлении регулярной деятельностью [4].

Процессный подход был разработан и применяется с целью создания горизонтальных связей. Подразделения и сотрудники, задействованные в одном

процессе, могут самостоятельно координировать работу в рамках процесса и решать возникающие проблемы без участия вышестоящего руководства. Процессный подход к управлению позволяет более оперативно решать возникающие вопросы и воздействовать на результат.

В настоящих условиях многообещающим оказывается применение процессно-ориентированной системы управления организацией. Этот подход позволяет рассматривать деятельность организации как систему взаимосвязанных и взаимодействующих бизнес-процессов, конечными целями выполнения которых является создание продуктов или услуг, представляющих ценность для внешних и внутренних потребителей. Управляя процессами и постоянно их совершенствуя, предприятие добивается высокой эффективности своей деятельности. Именно поэтому, данный подход лег в основу стандартов, содержащих требования к системе менеджмента качества [3]. В основу же этих стандартов положен опыт ведущих мировых фирм, компаний и корпораций. Применение системы процессов в рамках организации совместно с идентификацией и взаимодействием этих процессов, а также управление ими, может быть представлено как «процессный подход». Процессно-ориентированное управление приходит на смену функциональному, в котором постулируется построение организации по функциям и уровням иерархии.

В отличие от функционального подхода, управление процессами позволяет концентрироваться не на работе каждого из подразделений, а на результатах работы организации в целом. Процессный подход меняет понятие структуры организации. Основным элементом становится процесс. В соответствии с одним из принципов процессного подхода организация состоит не из подразделений, а из процессов.

Однако, в большинстве организаций, внутреннее состояние можно охарактеризовать следующим образом:

– Бизнес-процессы либо очень фрагментированы, либо границы процессов определены не корректно [5].

– Бизнес-процессы не формализованы и не описаны, то есть не имеют установленного способа выполнения действий (процедуры) [6].

– Не всегда понятно, кто же отвечает за результат процесса (Бизнес-процессы не имеют своего владельца (хозяина), либо владелец (хозяин) не имеет полномочий для проведения корректирующих и предупреждающих действий или очень опосредованно влияет на выделение ресурсов (в том числе и финансовых)).

– Недостаточность или переизбыток точек контроля (или согласования) внутри бизнес-процесса, что, при отсутствии контроля приводит к хаосу и неуправляемости, а, при их избытке, к бюрократизации системы [8].

– Информационное обеспечение бизнес-процессов неэффективно (нарушены целостность, полнота, своевременность поступления информации)

В то же самое время, к процессному управлению чаще всего обращаются руководители организаций, которые имеют потенциал для роста и развития, но этот потенциал близок к истощению. И это вполне понятно: процессный подход рассматривается как одно из возможных средств улучшения деятельности организации.

В такой ситуации, руководители организации, при внедрении процессного подхода, ожидают решения следующих проблем:

– Повышение управляемости организации (улучшение системы отчетности, создание прозрачной системы управления, ускорение процедур принятия управленческих решений)

– Снижение влияния человеческого фактора при управлении организацией и выполнении отдельных операций внутри бизнес-процессов.

– Снижение затрат.

Процессный подход основывается на нескольких принципах. Внедрение этих принципов позволяет значительно повысить эффективность работы, однако вместе с тем, требует и высокой корпоративной культуры. Переход от функционального управления к процессному требует от сотрудников

постоянной совместной работы, несмотря на то, что они могут относиться к различным подразделениям. От того, насколько удастся обеспечить эту совместную работу, будет зависеть «работоспособность» принципов, заложенных в процессный подход.

Система процессного подхода к управлению предполагает наличие следующих подсистем:

1. Выделенный бизнес процесс – объект управления с определением границ системы (контекст – внешнее окружение; подсистемы и компоненты, входящие в систему; потребляемые ресурсы и получаемые результаты и т.д.).

2. Ключевые показатели эффективности (KPI/ КПЭ), включая систему их планирования и контроля – система измеримых показателей, отражающих результативность и эффективность бизнес процесса, используемых для управления бизнес процессом (планирование, контроль, мотивация).

3. Владелец бизнес процесса – участник бизнес процесса, которому делегированы полномочия и ответственность по управлению Бизнес процессом

4. Регламент бизнес процесса – описание объекта управления в объеме, необходимом для всех заинтересованных лиц. В первую очередь для участников бизнес процесса, его владельца и контролеров [11].

5. Система мотивации участников бизнес процесса на достижения его результатов [21].

Большинство исследователей считают, что именно процессный подход позволяет учесть такие важные аспекты бизнеса, как ориентация на конечный продукт, заинтересованность каждого исполнителя в повышении качества конечного продукта и, как следствие, заинтересованность в конечном выполнении своей работы. Это связано с тем, что процессный подход ориентирован, в первую очередь, не на организационную структуру предприятия, а на бизнес-процессы, конечными целями которых является создание продуктов или услуг. При использовании процессного подхода к

управлению экономическими системами различного уровня, как правило, происходит отождествление понятий

В данном методе организация и управление осуществляется на основе разработки регламентов, методологий, алгоритмов метрики и оценок качества процессов. В данном методе главную роль играют регламентирующие документы, которые устанавливают направления исследований лаборатории, алгоритм ведения коммерческих проектов заказчиков, алгоритм и методику ведения проекта и фундаментальных исследований от стадии идеи до коммерциализации и в идеале создания инновационного предприятия. В данном методе роль заведующего лабораторией заключается в функции менеджера, готового всегда прийти на помощь, если в системе есть предпосылки для появления сбоя.

Основой современного подхода к управлению является процессный подход, предполагающий идентификацию систем бизнес-процессов, которые выполняются в предприятии или учреждении, и последующее управление ими.

Многие нынешние системы управления применяют информационные технологии, такие как инструменты создания моделей бизнес-процессов. При внедрении BPMS мероприятия по внедрению начинаются с описания бизнес-процессов лаборатории, обсуживаемые системой. На начальном этапе описываются бизнес-процессы, которые требуют автоматизации. Необходимо определиться с рабочими местами исполнителей, которые задействованы в исполнении бизнес-процесса. Потом описывается поток работ, который переходит от первого рабочего места к второму. Таким образом, составляется структура бизнес-процесса, которая будет подтверждена автоматизации. В этом случае основной эффект достигается за счет исключения потерь времени и информации при передаче потока работ между исполнителями, отказа от бумажного документооборота и т. д.

Основой для определения бизнес-процессов является деятельность, выполняемая подразделениями организации. Важно понимать, что бизнес-

процесс — это объект управления, а его изображение в виде графической схемы является упрощенным, ограниченным по возможностям представлением.

Основное в методологии — дать пользователю практическую последовательность шагов, которые приводят к заданному результату. Именно способность получать результат с заданными параметрами характеризует эффективность методологии. Методологии (методики) могут использоваться как отдельно, так и в ряду других [13].

В настоящее время на рынке присутствует несколько методологий. Часть из них основана на государственных стандартах, часть — на корпоративных разработках отдельных компаний, часть выдвинута отдельными авторами [15]. Мировой опыт работы говорит о том, что целесообразно разделить существующие методологии на три категории:

1. Методологии ведения проекта.
2. Методологии моделирования и анализа бизнес-процессов.
3. Методологии использования программных продуктов для моделирования бизнес-процессов в проекте [16].
4. Методология управления внутренними коммуникациями предприятия на основе моделирования бизнес-процессов и разделения, делегирования функций и полномочий.

Для определения процессного подхода к управлению необходимо рассмотреть так называемый цикл PDCA (он традиционно носит название «цикл Деминга», хотя сам Э. Деминг [8] ссылается на работы В. Шухарта). Цикл Шухарта — Деминга включает четыре шага: планирование процесса (Plan), выполнение процесса (Do), измерение и анализ показателей эффективности процесса (Check), корректировка процесса (Act). Пример бизнес-процесса, управляемого по PDCA [59].

Процессный подход основывается на цикле PDCA, изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Цикл PDCA

Выделим следующие основные моменты:

1. Система управления складывается как минимум из двух уровней.

Управленческие решения принимают:

- генеральный директор — «первое лицо»;
- владелец процесса — руководитель, отвечающий за эффективность процесса.

Система управления основана на обязательных, регламентированных обратных связях, описанных в цикле PDCA. Все этапы цикла PDCA выполняются по регламентам [22].

2. При проведении измерения и анализа показателей процесса используются четыре основных потока информации [24]:

- Показатели процесса.
- Показатели продукта.
- Показатели удовлетворенности потребителя.
- Результаты аудитов процессов.

3. Стандарт требует установить эти показатели, методики сбора, обработки информации, границы показателей для нормального хода процесса и критерии для принятия корректирующих действий. Управленческое решение

об изменении регламентов или ресурсов должно приниматься на основании фактов [28].

4. Необходимо назначить ответственных — «владельцев процессов», которые ведут управление процессами, отвечают за их результативность и имеют необходимые ресурсы и полномочия. Их взаимодействие должно быть определено и формализовано [22].

При внедрении процессного подхода к управлению используются следующие методики:

- создание сети бизнес-процессов;
- определение владельцев бизнес-процессов;
- моделирование (описание) бизнес-процессов;
- регламентация бизнес-процессов;
- управление бизнес-процессами по методике PDCA;
- аудит бизнес-процессов.

Существует пять ключевых моментов для внедрения процессного подхода к управлению:

1. Определение и описание существующих бизнес-процессов и порядка их взаимодействия в общей сети процессов организации [11].

2. Четкое распределение ответственности руководителей за каждый сегмент всей сети бизнес-процессов организации.

3. Определение показателей эффективности бизнес-процессов и методик их измерения (например, статистических).

4. Разработка и утверждение регламентов, формализующих работу системы.

5. Управление ресурсами и регламентами при обнаружении отклонений, несоответствий в процессе или продукте, или изменениях во внешней среде (в том числе изменениях требований заказчика).

Процессный подход позволяет получить и использовать систему показателей и критериев оценки эффективности управления на каждом этапе

производственной/управленческой цепочки [12]. Система показателей, построенная в рамках процессного управления, структурируется по четырем направлениям:

1. Показатели результата деятельности отдельных процессов и организации в целом (достижение запланированных результатов — по объему, качеству, номенклатуре и срокам) [28].

2. Показатели эффективности деятельности отдельных процессов и организации в целом (отношение полученных результатов к затратам временных, финансовых и других ресурсов) [20].

3. Показатели продуктов, производимых процессами организации.

4. Показатели удовлетворенности клиентов результатами деятельности организации.

Внедрение процессной системы управления в организации рассматривается как проект. Основные заказчики результатов этого проекта — высшее руководство организации и владельцы процессов [14].

Научно-исследовательские лаборатории, как правило, либо пользуются документами, оставшимися еще «со старых времен», которые требуют совершенствования и актуализации. В таких ситуациях особое внимание следует уделять реальным управленческим потребностям, то есть функциональным областям (бизнес-процессам), требующим повышенного внимания со стороны руководства, контрольным точкам процессов, критериям оценки и анализа качества результата работы. Только при условии максимально полного и точного описания этих показателей можно добиться реального организационного и экономического эффекта от внедрения системы внутренних стандартов.

В заключении хочется отметить, что научная исследовательская лаборатория, как и любая другая система, хоть и специфическая, должна быть управляема и отвечать критериям успешности. Сейчас перед высшими учебными заведениями встал вопрос повышения эффективности деятельности

своих научно-исследовательских лабораторий. Прежде всего, это касается эффективности вложения денежных средств в фундаментальные исследования, а также количество проектов, доведённых до коммерциализации. Поэтому при организации работ и методов управления лабораторией необходимо выбрать наиболее эффективный метод управления с учетом специфики и специализации научно-исследовательской лаборатории. В следующей главе рассмотрены основные плюсы и минусы двух методов управления конкретно для данной лаборатории, занимающейся разработкой и проектированием рентгеновских систем.

## 1.2 Выбор метода управления

Сравнительный анализ - метод сопоставления двух и более объектов (явлений, идей, результатов исследований и т. п.), выделение в них общего и различного, с целью систематизации и описания конкретных свойств предмета для дальнейшего изучения и формирования вывода на основании анализа результатов. Сравнительный метод, как универсально применяемый, относится к общенаучным методам исследований. По своему функциональному назначению и способам использования, является эмпирическим. В прикладных исследованиях сравнительный метод используется в качестве основного при классификации, типологии, оценке, генерализации. Он позволяет разделить общие и отличительные признаки и свойства изучаемых объектов и процессов их развития. Успешное применение сравнительного метода подразумевает унификацию приёмов наблюдения, включая стандартизацию исходных данных и получаемых результатов.

Как было отмечено в первой главе существует два метода организации и работой научно-исследовательскими лабораториями:

1. интуитивный или личностный;
2. метод регламентирующих документов (регламентов, методик и алгоритмов), на основе процессного подхода.

В связи с этим проведем сравнительный анализ двух способов управления, сделаем необходимые выводы и, аргументируя конкретными конкурентными преимуществами, выберем и внедрим в функционирование научно-исследовательской лаборатории наиболее эффективный способ.

#### 1.2.1 Оценка функционального подхода к управлению

Функциональный подход управления - подход, когда деятельность предприятия представлена как набор функций, которые распределяются среди подразделений, где их исполняют конкретные сотрудники [11]. Сущность функционального подхода к менеджменту заключается в том, что потребность рассматривается как совокупность функций, которые нужно выполнить для удовлетворения потребности. Эти функции распределяются среди подразделений, где их исполняют сотрудники организации. Данный метод управления характеризуется тем, что вся полнота власти содержится в руках заведующего лабораторией. Он определяет направления исследований, пути решения проблем на основе собственного видения процесса и имеющегося опыта. Состав работ проектов, реализующихся в лаборатории, не носит системный характер, а каждый раз формируется и распределяется директивным образом.

Плюсы функционального подхода:

- не требует сложных мероприятий по организации и управлению.
- «централизация» управления, все информационные и управленческие потоки проходят через заведующего лабораторией.
- строгая иерархическая структура организации.

Негативными сторонами данного подхода к управлению:

- при функциональном подходе главным потребителем результатов труда работника является его вышестоящий начальник. Это означает, что каждый сознательно или подсознательно старается удовлетворить (или угодить) начальнику, а не коллеге, а тем более клиенту.

– в функционально-ориентированных структурах чрезмерно усложнен обмен информацией между различными исполнителями. По подсчетам аналитиков время взаимодействия между подразделениями распределяется следующим образом: 20% – на выполнение работы и 80% – на передачу ее результатов следующему исполнителю [5];

– иерархическая функциональная структура неизбежно обладает еще одним пороком – это фундаментальный закон искажения информации при ее передаче (закон энтропии).

– решения принимаются на основании личностных качеств заведующего лабораторией и имеющегося опыта ведения таких коллективов и работ.

– высокая нагрузка на заведующего лабораторией

– «централизация власти», то есть любые вопросы решаются только

– отсутствие системности;

– отсутствие регламентирующих документов, методик

– низкий уровень вливания нового элемента в функционирование системы. Новому сотруднику требуется большое количество времени, чтобы разбираться в текущем положении дел и своих должностных обязанностях.

– не прописаны на бумаги показатели качества и эффективности работ, это минус и для заведующего, так и для самого работника.

Но хочется отметить, что данный подход к управлению потихоньку уступает место более совершенным. Одной из бед многих фирм является так называемый функциональный подход к менеджменту, который характеризуется работой по принципу «как получается», «как умеем». Под «функциями» подразумеваются обычные операции, а в результате появляются три проблемы:

– о совершенствовании беспокоится (иногда) только руководитель лаборатории или кто-то из его замов, параллельно отвечающий за множество других вопросов;

– в организации может не быть людей — носителей знаний о современных управленческих методологиях;

– появляется «функциональный изоляционизм» — возникают проблемы межфункционального взаимодействия.

Неудивительно, что в таких условиях часто никто не вспоминает о «мелочах».

### 1.2.2 Оценка процессного подхода к управлению

В данном методе организация и управление осуществляется на основе разработки регламентов, методологий, алгоритмов метрики и оценок качества процессов. В данном методе главную роль играют регламентирующие документы, которые устанавливают направления исследований лаборатории, алгоритм ведения коммерческих проектов заказчиков, алгоритм и методику ведения проектной деятельности. В данном методе роль заведующего лабораторией заключается в функции менеджера, готового всегда прийти на помощь, если в системе есть предпосылки для появления сбоя.

Выделение бизнес-процессов в научно-исследовательских системах является естественным, поскольку производственный процесс носит индивидуальный и позаказный характер. Кроме того, проведение НИОКРа в стенах научно-исследовательских лабораторий достаточно жестко регулируются многочисленными ГОСТами и стандартами, поэтому культура использования регламентов, методик и документированных процедур в лабораториях должна находиться на достаточно высоком уровне.

Рассмотрим «минусы» от регламентации. Как правило, к их числу относят следующее:

- расход финансовых средств на процесс регламентацию;
- уменьшение инициатив сотрудников;
- уничтожение сформировавшейся формы отношений команды научно-исследовательской лаборатории: руководитель-специалист;

– возникновение набора сложных, «забюрократизированных» регламентов, что приводит к уменьшению уровня удовлетворенности.

– Теперь рассмотрим «плюсы». К плюсам можно отнести следующие возможности:

1. На стадии внедрения системы регламентации:

– установление деятельности единого образца и понимания требований сотрудниками – формализация. В ходе регламентации процесса прописываются общие для всех сотрудников лаборатории обязательства, требования для выполнения работы. Имеющиеся субъективные взгляды и мнения руководителя по этапности и последовательности реализации процесса сменяется формализованным и объективно контролируемым сводом регламентов, нормативных актов, документированных процедур, которые устанавливают данные требования. Сотрудникам становится более комфортно работать – они знают, что конкретно, и когда от них может потребовать руководитель. У них есть информация, как в соответствии с требованиями организации выполнять работу.

– Согласование взаимодействия структурных подразделений университета. При разработке регламентов практически всегда приходится уточнять формы документов, сроки и условия их передачи между структурными подразделениями. В результате, можно добиться лучшего понимания друг друга на межфункциональном уровне и согласовать взаимодействие, тем самым повышая его эффективность.

– Выявление и устранение зон безответственности, пересечения ответственности. Описание процесса и последующая регламентация являются отличным инструментом выявления и устранения зон безответственности или пересечения ответственности. Формализуя деятельность и выявляя ответственных, можно определить те операции процесса, контроль которых не осуществляется или осуществляется в недостаточной степени.

– Поиск и внедрение изменений, повышающих эффективность процессов. Регламентация не возможна без описания процесса [64]. По ходу описания, как правило, выявляются определенные проблемы. Анализ причин этих проблем, разработка и выполнение мероприятий по их устранению могут заметно повысить эффективность процессов. Таким образом, задача выполнить регламентацию неизбежно влечет за собой реорганизацию процессов, в той или иной степени.

## 2. На стадии эксплуатации системы регламентации:

- «прозрачность» деятельности (для государственных органов и высшего руководства ВУЗа);
- повышение эффективности управления (за счет возможности объективного контроля требований к деятельности сотрудников);
- снижение рисков, связанные с уходом руководителя и сотрудников;
- повышение эффективности процессов подбора и обучения персонала;
- создание возможностей для аудита бизнес-процессов и «запуска» системы непрерывного совершенствования (цикла PDCA);
- создание предпосылок для последующей эффективной автоматизации бизнес-процессов;
- обеспечение возможности развития.

Одним из современных инструментов решения вышеперечисленных проблем и повышения эффективности систем управления компаниями является описание и регламентация бизнес-процессов. С точки зрения практической реализации отметим ряд результатов, которые достигаются сразу после окончания проекта по описанию и регламентации бизнес-процессов:

- описанные и регламентированные бизнес-процессы формализуют существующую модель подразделения, устраняют дублирование функций;
- сотрудники, зная, что процессы контролируются, выполняют свою работу более добросовестно;
- количество ошибок снижается в среднем на 50%;

- в регламентах бизнес-процессов содержится система показателей для управления и заложен механизм дальнейшего улучшения процессов;
- регламентированные процессы представляют собой базу знаний о процессах — новые сотрудники быстрее обучаются;
- формируется полный перечень документации для управления — регламенты, должностные инструкции, положения;
- регламенты процессов представляют собой законную нормативную базу предприятия для материального стимулирования и наказания работников;
- сокращаются случаи остановки производства за счет работы обеспечивающих служб;
- сокращаются неоправданные закупки комплектующих.

Таким образом, многие проблемы современного российского менеджмента может решить использование процессно-ориентированного подхода и инструментов управления бизнес-процессами. Данная технология на сегодняшний момент является очень популярной, так как она позволяет навести порядок в организации или структурном подразделении и заложить механизм улучшения процессов.

### 1.3 Сравнительный анализ подходов к управлению

Для наглядного сравнения двух основных подходов управлению представим сравнительный анализ в виде таблицы. Результаты данного сравнительного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительный анализ

№	Оцениваемый параметр	Процессный подход к управлению	функциональный подход к управлению
1	Объект Управления	Процесс	Функция
2	Определение Подхода	Управление бизнес-процессами, как совокупностью видов деятельности, которая по определенной по определенной технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя	Управление организацией с разделением на структурные элементы по функциональному признаку

Продолжение таблицы 1

3	По роли заведующего лаборатории в жизни проекта	Менеджер, анализирует и корректирует работу отлаженного механизма	Начальник, все информационные и управленческие потоки проходят через него.
4	По способам планирования деятельности	Стратегическое планирование, системный подход	Классическое планирование, директивное с верхнего иерархического уровня
5	Управляющие воздействия принимаются на основании:	Регламент, политика, документированные процедуры, принципы процессного подхода	Личный опыт, предпочтения, личностные качества
6	Распределение ответственности	Ответственность фрагментарна. ограничивается сферой влияния отдельной функции и сосредоточена в большей степени в высших уровнях иерархии. Таким образом, ответственность за конечный результат деятельности предприятия в полной мере ложится только на высшее руководство предприятия, которое имеет возможность влияния на деятельность только после возникновения проблем	Ответственность четко распределена и возложена на «владельца» процесса, который контролирует все этапы процесса, наделен правом принятия решений и, соответственно, имеет возможность оперативно воздействовать на ход процесса. Таким образом, ответственность за результаты процесса приближена к конкретным исполнителям работ
7	Степень форсированности и стандартизованности показателей результативности процессов, работ	Наличие нормативных документированных показателей эффективности исследовательских мероприятий, проектов, работ и функций сотрудников.	Отсутствует такой документ. Негативно влияет коллектив. Мешает планировать, оценивать и деятельность
8	Наличие зон безответственности	Нет (при разработке документов имеет место выявление и устранение зон безответственности, пересечения ответственности)	Высокая вероятность наличия таких зон
9	Наличие методологии процессов, строгие рамки процессов	Идентифицированы и скорректированы процессы функционирования лаборатории, границы, входы, выходы, управляющие воздействия и ресурсы.	Отсутствия так таковой методологии процессов
10	Прозрачность и открытость системы	Высокая	Низкая

Продолжение таблицы 1

11	Степень адаптация нового сотрудника в процесс	Высокая степень адаптации достигается четко прописанных обязанностей, работ и функций, с приведенными показателями для каждой группы, а также методологии процесса.	Низкая, необходимо приличное время на адаптацию, изучение, текущего состояния процессов и проектов, определение своих должностных функций
12	Определение рисков	Сам метод процессного подхода и регламентации подразумевает глубокое изучение рисков и разработка мероприятий по их минимизации	Риски учитываются поверхностно и не отображают полную картину возможных негативных влияний
13	Объективный контроль	Строго прописан каждый пункт контроля и критерии оценки во избежание спорных ситуаций и прозрачных «правил игры»	Подвержен субъективному мнению
14	По возможности внедрения автоматизированных систем	Формирование предпосылок для последующей эффективной автоматизации бизнес-процессов	Отсутствие возможности автоматизации в связи с отсутствием системности к управлению и спецификой метода.
15	Затраты на построения системы управления	Средние, требуется временные и трудовые затраты на формирование набора документов, методик, процедур	Отсутствие затрат

На основании сравнительного анализа можно сделать вывод, что способ управления с помощью регламентирующих документов и методологий более перспективен. И несет в себе ряд преимуществ, которые описаны в таблице 1 и в подразделе регламент.

Выше описанные преимущества процессного подхода перед функциональным позволяет сделать вывод о том, что в условиях динамично развивающегося рынка с точки зрения конкурентоспособности процессно-ориентированное управление организацией представляется более эффективным.

Внедрение принципов управления с помощью регламентирующих документов позволит:

- повысить качество и эффективность процессов и работ;
- минимизация рисков;

- деятельность лаборатории станет более прозрачной;
- снижение издержек;
- повысить уровень адаптации новых сотрудников в коллектив;
- систематизация деятельности лаборатории;
- привлечение дополнительных средств за счет выстраивания четкой логической системы от зарождения идеи и фундаментальных исследования до сдачи проекта или создания коммерциализуемой технологии.

Отдельно поясним последний пункт выше представленного списка. В данный момент Государство обеспокоено эффективностью функционирования высших учебных заведений в России. Оно требует повысить процент коммерциализуемых технологий, привлеченных внебюджетных финансовых средств, улучшение научно-исследовательской базы. В этом также может помочь применение данного подхода к управлению. Для повышения эффективности научно-исследовательской работы желательно сформировать классическую технологическую цепочку проведения научно-исследовательских работ.

## 2 Проектирование научно-исследовательской работы лаборатории

### 2.1 Научно-исследовательская деятельность лаборатории

Научная (научно-исследовательская) деятельность, направленная на получение и применение новых знаний, в том числе: фундаментальные научные исследования и прикладные научные исследования.

Научная деятельность в высшем учебном заведении, как принято считать в мировой практике, состоит из следующих элементов:

1. классической научно-исследовательской работы, которая состоит из фундаментальных и прикладных исследований и опытно-конструкторских работ;
2. консультирования и оказания помощи промышленным предприятиям;
3. подготовки научно-педагогических кадров, а также их аттестацию.

Проектирование научно-исследовательских работ (НИР) - в высших учебных заведениях является основой повышения эффективности исследований и разработок, ускорения внедрениями результатов в производство, исключает неоправданное дублирование и параллелизм в исследованиях, позволяет концентрировать силы и средства вузовской науки

При проектировании научно-исследовательской деятельности проектируется система научного знания, которую намерен получить коллектив лаборатории. Ключевыми моментами проекта как цикла продуктивной деятельности являются: построенная модель создаваемой системы и план ее реализации; реализация системы; оценка реализованной системы и определение необходимости либо ее дальнейшей коррекции, либо «запуска» нового проекта. В отношении научно-исследовательской деятельности эти ключевые моменты выглядят так: формулирование научной проблемы, построение научной гипотезы как познавательной модели (эти первые два из трех ключевых моментов относятся к фазе проектирования исследования); затем в ходе дальнейшего исследования эта модель - гипотеза проверяется и оценивается.

Фаза проектирования исследования включает в себя стадии: концептуальную, построения гипотезы, конструирования, технологической подготовки.

Как видно, основными задачами ВУЗа в области научной деятельности являются выполнение фундаментальных и прикладных научных исследований, использование новейших научных достижений и технологий в обучении, разработка наукоемких проектов в интересах развития экономики и обеспечения безопасности страны, повышение уровня профессиональной подготовки обучающихся, подготовка научно-педагогических работников высшей квалификации.

Поддержка научной среды в отечественных университетах является новой приоритетной государственной целью. В документе «Стратегия инновационного развития РФ» четко сформировано, что научно-исследовательские университеты «должны стать ядром нового интегрированного научно-образовательного комплекса, обеспечивающего выполнение значительной доли фундаментальных и прикладных исследований». Необходимо развивать целый комплекс мер, которые направлены конкретно на материальную поддержку и постепенный рост количества научно-исследовательских проектов в стенах высших учебных заведений (это прежде всего направлено на участие вузов в технологических платформах, создание малых инновационных предприятий, обновление оборудования и материальной исследовательской базы, организация тесного взаимодействия между научными исследовательскими центрами и реальными предприятиями, развитие кадрового состава вузовской науки и др.).

Важно отметить, что научно-исследовательская деятельность в российских вузах (с момента распада СССР и образования РФ) не является их главным конкурентным преимуществом в мировом научном сообществе. Несмотря на ряд предпринятых государством усилий, структура научного комплекса страны изменилась мало и вузы остаются незначительным — по объемам финансирования и кадровому потенциалу — сегментом [2]. На

сегодняшний день вузовская наука по многим параметрам еще не конкурентоспособна по сравнению с академической наукой, особенно если оценивать результативность научных исследований по числу и качеству публикаций (их цитируемости), престижности журналов, издаваемых академическими научными организациями и вузами.

В 2013-14 годах государство сформировано и начало осуществление ряда амбициозных и перспективных проектов, которые направлены на рост значимости и престижа отечественных вузов не только в России, но и в мире. Важным составляющим элементом осуществляемых мер является поддержка научной деятельности и интеграционных процессов, связанных с наукой.

В последние годы в стране была сформирована группа ведущих вузов, где развитие научных исследований стало одной из ключевых задач, включенных в их стратегии и планы [5]. Но даже и для сильнейших вузов страны все еще характерна внутренняя разделенность образования и науки, которая преодолевается с большим трудом, а также слабая интеграция с академическими и другими организациями научного комплекса страны [6].

Научная среда в вузе – среда особенная. Она отличается и от академической среды, и от отраслевой. В неё ежегодно вливается новое пытлиное поколение будущих исследователей. Они насыщаются духом и атмосферой этого научно-исследовательского коллектива и через какое-то время сами становятся им или разлетаются в другие научно-производственные коллективы, унося с собой частицу этого духа. Поэтому хочется отметить, что вуз без науки, как и вузовский работник, не занимающийся научно-исследовательской работой, это нонсенс и несовместимо ни со статусом вуза, ни со статусом научного сотрудника.

Время вузовская наука по сравнению с отраслевой, да и академической наукой, имеет целый ряд преимуществ [18]. Во-первых, благодаря участию в ней студентов и аспирантов и практически бесплатному использованию при выполнении работ разветвленной инфраструктуры вуза она дешевле и

выгодней, и, во-вторых, в связи с наличием на кафедрах специалистов различных научных направлений и специальностей и имеющейся возможностью привлекать их к выполнению научных работ – она очень подвижна и может комплексно решать проблемы отрасли [20].

Исходя из этого, научно-исследовательская лаборатория рентгеновских методов неразрушающего контроля, специализирующаяся на разработке и проектировании различных модификаций рентгеновских 3D микротомографов, должна состоять именно в стенах высшего учебного заведения. В связи с этим далее рассмотрим, основные характеристики научно-исследовательской лаборатории, ее место в иерархии высшего учебного заведения, а также задачи и функции.

## 2.1 Научно-исследовательская лаборатория

Научно-исследовательские лаборатория создана для обеспечения научно-экспериментальной деятельности в вузе, привлечения дополнительных финансовых средств в университет за счет оказания услуг по проведению НИОКР, привлечения аспирантов и студентов к решению научно-технических проблем, закрепления в вузе специалистов высшей квалификации – кандидатов и докторов наук.

Научно-исследовательская лаборатория представляет собой научно-исследовательское структурное подразделение федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования, объединяющее специалистов определенной отрасли науки и обеспечивающим проведение научно-исследовательской работы, отраженной полностью или частично в ее названии [2].

Любая научно-исследовательская лаборатория функционирует в соответствии с системой менеджмента качества университета, уставом и документами, принятые в самой научно-исследовательской лаборатории.

Лаборатория «Систем технического зрения» национального исследовательского Томского государственного университета была основана в 2014 году на базе факультета инновационных технологий (ФИТ).

Функции лаборатории по научно-исследовательской деятельности:

– проведение научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (далее – НИОКР) по тематике Лаборатории в соответствии с утвержденными планами НИОКР.

– формирование и поддержание баз данных лаборатории, предоставление ежегодной отчетности о научной деятельности в соответствии с требованиями локальных нормативных актов вуза.

– участие в научно-практических конференциях, форумах.

– подготовка монографий, научных статей и иных материалов по тематике лаборатории.

Руководители:

– Сырямкин Владимир Иванович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой управления качеством факультета инновационных технологий (ФИТ) НИ ТГУ, заслуженный работник высшей школы России, лауреат премии Правительства РФ в области образования, академик МАН ВШ, РАЕН, МАИ. Член редколлегии международного журнала «Телекоммуникации». Автор более 500 научных работ, в том числе более 100 патентов и изобретений (российских и зарубежных) и более 80 статей в высокорейтинговых международных изданиях. За инновационные разработки награжден 10 золотыми медалями российских и международных выставок.

– Венгринович Валерий Львович - д.т.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Приборостроение» ФИТ ТГУ, лауреат премии Национальной Академии Белоруссии, заведующий лабораторией вычислительной диагностики «Института прикладной физики НАН Белоруссии», главный редактор международного научно-практического журнала «Неразрушающий контроль и диагностика» (Минск, Беларусь),

председатель Белорусской ассоциации неразрушающего контроля и технической диагностики, автор более 250 научных работ, в том числе 60 патентов на изобретения и 70 статей в высокорейтинговых зарубежных изданиях.

Тема исследований научно-исследовательской лаборатории: разработка основ теории, принципов построения, моделирование, проектирование и экспериментальное исследование конкурентных систем рентгеновского технического зрения (СТЗ) широкого применения.

Иерархическая структура научно-исследовательской лаборатории, занимающейся разработкой и проектированием рентгеновских систем неразрушающего контроля представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Иерархическая структура научно-исследовательской лаборатории

Научно-исследовательская лаборатория выполняет, как и любое другое подразделение, определенные задачи и функции. Основными задачами лаборатории являются:

1. Организация и проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований по профилю лаборатории в соответствии с утвержденным планом.

2. Выполнение проектных разработок и договорных работ по проведению НИОКР для сторонних организаций, в соответствии с научной тематикой научно-исследовательской лаборатории.

3. Организация научно-технических конференций по тематике научно-исследовательской лаборатории.

4. Проведение и выполнение научных исследований работниками лаборатории в инициативном порядке, а также на основании внебюджетными и бюджетными договорами, грантовой поддержки.

Для реализации установленных целей и задач научно-исследовательская лаборатория наделяется следующими функциями:

По научно-исследовательской деятельности:

- проведение научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (далее – НИОКР) по тематике Лаборатории в соответствии с утвержденными планами НИОКР;

- формирование и поддержание баз данных лаборатории, предоставление ежегодной отчетности о научной деятельности в соответствии с требованиями локальных нормативных актов вуза;

- участие в научно-практических конференциях, форумах;

- подготовка монографий, научных статей и иных материалов по тематике лаборатории.

Научно-исследовательские лаборатории имеют свои права и обязанности.

Лаборатория имеет право:

- вступать и формировать связи с организациями и ведущими специалистами, творческими коллективами, вузами, информационными и образовательными учреждениями;

- требовать и получать от сотрудников и структурных подразделений университета документы, акты и сведения, которые необходимы для осуществления основных профильных задач научно-исследовательской лаборатории.

- формировать основные и ведущие научно-исследовательские площадки.

Лаборатория имеет следующие обязательства:

- гарантировать качество и высокую эффективность всех направлений своей деятельности.
- своевременно и качественно осуществлять порученные на лаборатории функции и задачи, которые утверждены планом работ.
- придерживаться законодательства РФ и локальных нормативных актов университета при осуществлении возложенных на лабораторию функций и задач.

Ответственность:

- руководитель лаборатории несет всю полноту ответственности за качество и своевременность осуществления возложенных нормативными актами на лабораторию задач и функций;
- должностными инструкциями устанавливается степень ответственности сотрудников научно-исследовательской лаборатории.

Взаимодействие с другими подразделениями. Лаборатория взаимодействует с учебными, административными и иными подразделениями вуза по вопросам организации научно-исследовательской деятельности.

Проектирование научных исследований в лаборатории осуществляется, как правило, в соответствии с основными научными направлениями самой лаборатории, подразделения. В целях организации эффективной научной и инновационной деятельности лаборатория осуществляет:

- тематическое планирование и определение приоритетов, поддержку инициатив, занимающих передовые позиции в отечественной и мировой науке;
- привлечение финансовых структур или средств из различных источников;
- организацию экспертизы научных тем и инновационных проектов, предоставляемых для финансирования по единому заказу наряду и возможности включения в число участников межрегиональных и региональных научных и федерально-целевых программ.

В целях привлечения научной общественности к управлению и координации научной и инновационной деятельности лаборатории, планирование научно-исследовательских работ и инновационной деятельности обсуждаются на Ученом совете Университета с утверждением годового плана планирования НИР.

## 2.2 Недостатки функционирования научно-исследовательской лаборатории

В ходе изучения функционирования лаборатории, а также интервьюирования и анонимного анкетирования сотрудников был выявлен ряд недостатков:

- низкий уровень внутренних коммуникаций;
- плохо продуманная система мотивирования сотрудников;
- время проекта, наличие штрафных санкций за срыв проекта(ов);
- отсутствие регламента и руководства на разработку и проектирования промышленных рентгеновских систем;
- отсутствие документированной четкой, понятной методологии, разработки и проектирования промышленных рентгеновских систем;
- низкий уровень автоматизации проекта;
- ход проекта и способы реализации выбираются на основании личного опыта, мнения и видения проблемы руководителя проекта;
- отсутствие разработанной системы показателей;
- отсутствие разработанной системы показателей для процесса гос. закупок;
- отсутствие системности в функционировании научно-исследовательской лаборатории;
- низкий уровень прозрачности функционирования научно-исследовательской лаборатории.

### 2.3 Анализ проектов, разработанных лабораторией

В стенах лаборатории было проведено 2 крупных проекта. Все два проекта носили хозяйственный характер. Что отчетливо характеризует, что в данный момент российская наука, а в частности научно-исследовательские лаборатории, не имеют алгоритма, знаний и навыков собственной коммерциализации результатов научной деятельности. Что характеризует отсутствие грамотных управленцев, способных не только проводить исследования, но и уметь их «продать». Данную проблему можно решить, применив системный и процессный подходы, расписать, выстроить и заставить реально работать алгоритм функционирования, нацеленный именно на конечный результат.

За время существования лаборатории были разработано два крупных проекта:

- Проект №1;
- Проект «№2.

Заказчиком, которых является Роскосмос.

Для разработки мер по улучшению качества проектирования работ научно-исследовательской лаборатории и сокращения сроков необходимо зафиксировать начальные условия исследования, то есть необходимо определить основные этапы предыдущих проектов, а также временные ресурсы, затраченные в ходе реализации проекта.

Для определения этапов и сроков основных крупных предыдущих проектов, разработанных в стенах научно-исследовательской лаборатории, сравнения с запланированными и установленными сроками, а также анализа эффективности и качества работы были применены методы управления качеством проектов. Это диаграмма Ганта и циклограмма, предназначенная для сравнения и анализа предыдущих проектов.

Диаграмма Ганта (англ. Gantt chart, также ленточная диаграмма, график Ганта, календарный график) — это популярный тип столбчатых диаграмм

(гистограмм), который используется для иллюстрации плана, графика работ по какому-либо проекту. Является одним из методов планирования, определения и отображения структуры перечня работ проекта. Используется в приложениях по управлению проектами.

Циклограмма (паутина качества) - это вид диаграмм, предназначенных для наглядного сравнения и анализа двух и более качественных состояния системы, будь это определенный набор параметров предметов или систем, сроки проекта (нормативные и фактические) или финансовые показатели. Комплексный метод определения уровня качества заключается в определении значимости или веса каждого из показателей в общем уровне качества сравниваемых образцов. При этом составляется специальная матрица. По вертикали и по горизонтали записываются названия показателей (или нумеруются) так, чтобы они совпадали между собой на пересечении строк и столбцов. Результаты определения проектов и анализа представлены на рисунке 1-2 в виде диаграмм Ганта и циклограмм.

### 2.3.1 Проект №1

Проект №1. Проект был направлен на разработку принципиально новой трехмерной рентгеновской системы с «нуля». Данный проект включал себя этапы от зарождения идеи и фундаментальных исследований до изготовления опытного образца, и принятия проекта заказчиком. В ходе проекта получена система, которая ранее не была разработана в стенах высшего учебного заведения, научно-исследовательских институтов, производственных корпораций, а также в целом в России.

Для определения этапов и сроков основных крупных предыдущих проектов, разработанных в стенах научно-исследовательской лаборатории, сравнения с запланированными и установленными сроками, а также анализа эффективности и качества работы были применены методы управления

качеством проектов. Это диаграмма Ганта и циклограмма, предназначенная для сравнения и анализа предыдущих проектов.

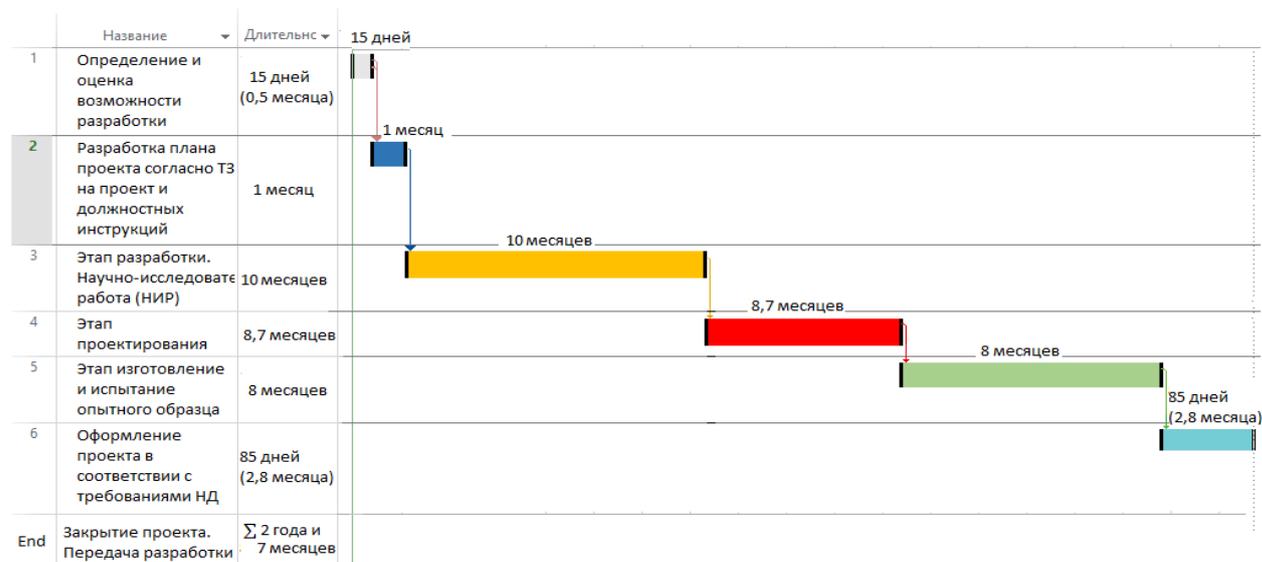


Рисунок 3 - Диаграмма Ганта для проекта №1

На диаграмме Ганта наглядно отображено количество этапов проекта верхнего уровня, фактические сроки, затраченные на каждый из этапов проекта, а также отображена структура перечня работ проекта в целом. Как видно на рисунке 3 проект №1 имеет 6 основных этапов, которые были реализованы в зафиксированные сроки.

Таблица 2 - Сравнение фактических и запланированных сроков проекта №1

№	Название	Фактические значения	План и ТЗ	Срыв проекта	Штрафы/доработки
		Месяц(ев)	Месяц(ев)	Месяц(ев)	шт.
1	Оценка возможности	0,5	0,5	0	0
2	Планирование	1	1	0	0
3	Разработка	10	8	2	1
4	Проектирование	8,7	7	1,7	1
5	Изготовление опытного образца	8	6	2	2
6	Оформление проекта согласно НД	2,8	2,5	0,3	0
Всего		31	25	6	4

В таблице 2 отображены фактические и запланированные сроки проекта. Фактическое время реализации проекта существенно различается с запланированным. Разберем фактическое время. Самыми продолжительными этапами являются «Разработка» и «Проектирование», которые равны 10 и 8,7 месяцев соответственно. Затем идет этап «Изготовление опытного образца». Данный этап ненамного отстал от двух предыдущих и равен 8 месяцам. Данные три этапа являются основными и вносят наибольший вклад в продолжительность работ проекта. Такая же картина наблюдается с запланированными сроками, правда имеются отличия в продолжительности конкретных этапов. На этапы «Разработка» и «Проектирование» планом и ТЗ отведено 8 и 7 месяцев соответственно. Теперь, когда фактические и запланированные сроки определены можно переходить к анализу. Анализ данных производится на основе сравнительной таблицы 2 и циклограммы, которая отображена на рисунке 4.

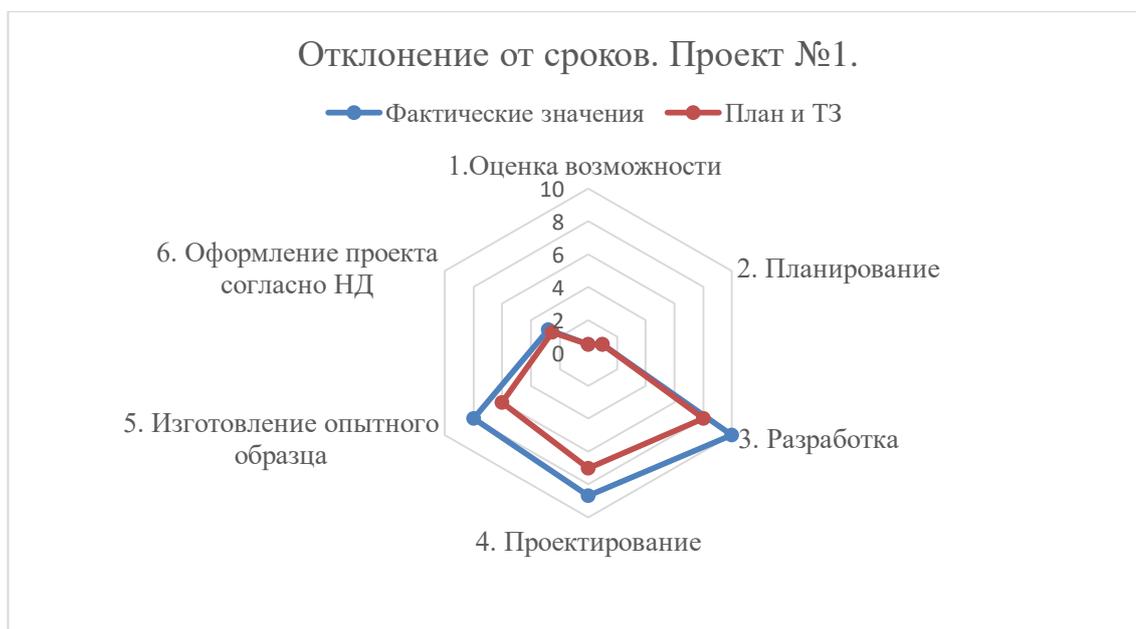


Рисунок 4 - Циклограмма сроков проекта №1

В таблице 2 представлен сравнительный анализ сроков проекта №1. Сравнению подвергаются фактические и запланированные сроки проектов №1. Как видно из таблицы №1 и циклограммы, изображенной на рисунке 4. Об этом можно судить, прежде всего, исходя из площади фигур, изображённых на

рисунке 4. Синим цветом, изображены фактические сроки, а красным запланированные. Наглядно видно, что площадь синей фигуры больше, чем красной. Это говорит о том, что в проекте имеются временные отклонения от запланированного, то есть наблюдаются срывы проекта. фактические сроки отличаются от запланированных и превосходят их. Это говорит о том, что в ходе реализации проекта наблюдались срывы сроков проекта. В ходе анализа выяснено, что основными проблемными этапами проекта №1 являются этап «Изготовление опытного образца» - 2 месяца и этап «Разработка», срыв которого был равен аналогично 2 месяца. Чуть меньше, но тоже существенный срыв, наблюдался на этапе «Проектирования», который в свою очередь был равен 1,7 месяца. В итоге фактические сроки проекта равняются 31 месяц, а установленные, которые были прописаны в плане работ и ТЗ, равны 25 месяцев. Суммарный срыв проекта в таком случае равен полгода. Срывы проектов несут в себе не только предупреждения заказчика, излишние издержки, но и огромные штрафы, которые пагубно сказываются не только на финансовом положении научно-исследовательской лаборатории, но и на ее репутации. Предупреждений и штрафных санкций, наложенных заказчиком, в общем итоге в течение реализации проекта №1 набралось 4 штуки. Изготовление опытного образца – 2 раза, разработка и проектирование по 1 разу. Это говорит, о том, что заказчик был недоволен качеством работ. Хотя в итоге проект был сдан, и заказчик остался доволен разработанной и переданной рентгеновской системой, но так как в ходе реализации проекта наблюдались срывы сроков проекта, недоработки, которые затем требовалось устранить, повлекшие за собой предупреждения и штрафные санкции, необходимо совершенствовать работу научно-исследовательской лаборатории, повысить ее эффективность. Слабые места, которые имеют место быть, необходимо устранить.

### 2.3.2 Проект №2

Проект №2 – усовершенствование технических параметров системы (принципиальная идея разработки взята с проекта 1) и реализован более совершенный интеллектуальный алгоритм поиска дефектов, подсказок и подготовки технической документации в автоматическом режиме. Срок реализации проекта 1.8 года (21.6 месяцев).

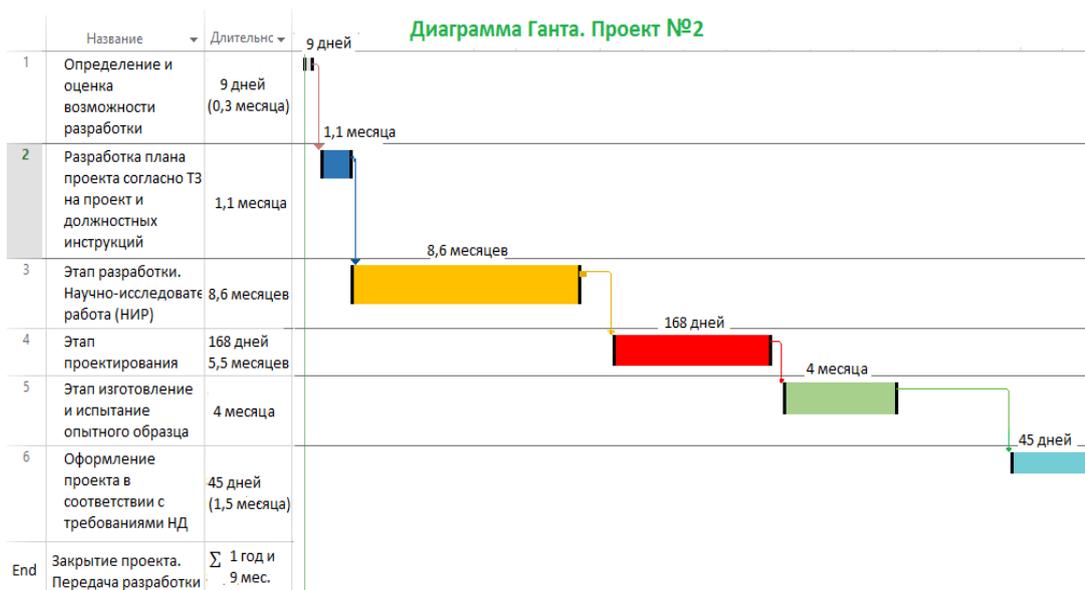


Рисунок 5 - Диаграмма Ганта для проекта №2

На диаграмме Ганта наглядно изображено количество и название этапов проекта верхнего уровня, фактические сроки, затраченные на каждый из этапов проекта, а также отображена структура перечня работ проекта в целом.

Как видно на рисунке 5 проект №2 имеет 6 основных этапов, которые были реализованы в зафиксированные сроки. Больше всего времени было затрачено на этап «Разработка (НИР)» и «Проектирование (ОКР)» 8,6 и 5,5 месяца соответственно, затем идет этап под названием «Изготовление опытного образца», который равен 4 месяца. Три оставшихся этапа характеризуются организационной деятельностью. Прежде всего это предпроектная оценка ТЗ, планирование содержания проекта и его сроков, моделирование сроков проекта, организации сертификации системы и передачи ее заказчику. В связи с этим именно эти 3 и 4 этапы должны подвергаться наиболее детальному анализу. Суммарная продолжительность проекта составила 1 год и 9 месяцев.

Таблица 3 - Сравнение фактических и запланированных сроков проекта №2

№	Название	Фактические значения	План и ТЗ	Срыв проекта	Штрафы/ доработки
		месяц	месяц	Месяц	шт.
1	Оценка возможности	0,3	0,4	-0,1	0
2	Планирование	1,1	1	0,1	0
3	Разработка	8,6	6,1	2,5	2
4	Проектирование	5,5	4,5	1	1
5	Изготовление опытного образца	4	4	0	0
6	Оформление проекта согласно НД	1,5	2	-0,5	0
Всего		21	18	3	3

В таблице 3 отображены фактические и запланированные сроки проекта. Фактическое время реализации проекта существенно различается с запланированным. Разберем фактическое время. Самыми продолжительными этапами являются «Разработка» и «Проектирование», которые равны 8,6 и 5,5 месяцев соответственно. Затем идет этап «Изготовление опытного образца» - 4 месяца. Данный этап ненамного отстал от двух предыдущих и равен 8 месяцам. Данные три этапа являются основными и вносят наибольший вклад в продолжительность работ проекта. Такая же картина наблюдается с запланированными сроками, правда имеются отличия в продолжительности конкретных этапов. На этапы «Разработка» и «Проектирование» планом и ТЗ отведено 6,1 и 4,5 месяцев соответственно.

Теперь, когда фактические и запланированные сроки определены можно переходить к анализу. Анализ данных производится на основе сравнительной таблицы 3 и циклограммы, которая отображена на рисунке 6.

В таблице 3 представлен сравнительный анализ сроков проекта №2. Сравнению подвергаются фактические и запланированные сроки проектов №2. Как видно из таблицы №2 и циклограммы, изображенной на рисунке 6. Об этом можно судить, прежде всего, исходя из площади фигур, изображенных на рисунке 6. Синим цветом, изображены фактические сроки, а красным

запланированные. Наглядно видно, что площадь синей фигуры больше, чем красной.



Рисунок 6 - Циклограмма сроков проекта №2

Это говорит о том, что в проекте имеются временные отклонения от запланированного, то есть наблюдаются срывы проекта. Фактические сроки отличаются от запланированных и превосходят их. Это говорит о том, что в ходе реализации проекта наблюдались срывы сроков проекта. В ходе анализа выяснено, что основными проблемными этапами проекта №2 являются этап «Разработка» - 2,5 месяца и этап «Проектирование», срыв которого был равен 1 месяц. Также стоит отметить, в ходе проекта на двух этапах наблюдалось выполнение работ раньше установленного срока. Правда временные отрезки не существенны и равны 0,1 и 0,5 месяца. Данный факт объясняет спецификой этапов и проекта в целом. Так как проект №2 направлен на усовершенствование технических параметров системы (принципиальная идея разработки взята с проекта 1), то нормативная база была использована с проекта №1, но усовершенствована и адаптирована под новую техническую систему с определенными техническими особенностями. Но это все равно существенно не повлияло на конечный срок проекта, который был окончен позже установленного срока. В итоге фактические сроки проекта равняются 21

месяц, а установленные, которые были прописаны в плане работ и ТЗ, равны 18 месяцев. Суммарный срыв проекта в таком случае равен 3 месяца. Срывы сроков проекта несут в себе не только предупреждения заказчика, излишние издержки, но и огромные штрафы, которые негативно сказываются не только на финансовое положение научно-исследовательской лаборатории, но и на ее репутацию.

Предупреждений и штрафных санкций, наложенных заказчиком, в общем итоге в течение реализации проекта №1 набралось 3 штуки. Разработка – 2 раза, проектирование- 1 раз. Это говорит, о том, что заказчик был недоволен качеством работ. Хотя в итоге проект был сдан, и заказчик остался доволен разработанной и переданной рентгеновской системой, но так как в ходе реализации проекта наблюдались срывы сроков проекта, недоработки, которые затем требовалось устранить, повлекшие за собой предупреждения и штрафные санкции, необходимо совершенствовать работу научно-исследовательской лаборатории, повысить ее эффективность. Слабые места, которые имеют место быть исходя из собранных данных, необходимо устранить.

Также для совершенствования работы научно-исследовательской лаборатории необходимо правильно рассчитать и обосновать контрольную точку проекта, по достижении которой, необходимо начинать работу по поиску заказчика следующего проекта или тематики исследований, для достижения полного бесперебойного научно-исследовательского цикла. Который позволит минимизировать риски, которые заключаются в отсутствии хоздоговорных контрактов и потенциальных простоев в работе научно-исследовательской лаборатории.

Изучая опыт предыдущих проектов, разработанных в лаборатории, можно сделать вывод, что время поиска новых заказчиков составляет 2 и 1 месяца соответственно для первого и второго проектов. Данные сроки представляют собой приблизительно 10 процентов от совокупной длительности проектов. Так как стандартное отклонение в данной ситуации предсказать

довольно таки сложно, только на основании математического моделирования, но и эта математическая модель будет не полностью отображать реальную ситуацию, поэтому необходимо рассчитывать время поиска нового проекта с определенным запасом «прочности». В связи с полученными данными поиск нового проекта необходимо осуществлять на отметке 80% готовности проекта, которая выражена во временном выражении. В наших случаях это стадия разработки опытного образца. Уже на данном этапе часть сотрудников научно-исследовательской лаборатории должна планировать и осуществлять мероприятия по поиску следующего проекта, это может быть пролонгация отношений с действующим заказчиком, поиск нового заказчика, государственная или негосударственная грантовая поддержка) или на основании имеющейся информации принять решение о переходе к другой форме научно-исследовательской деятельности (научные исследование без хоздоговора с целью изготовления технического решения с последующей коммерциализацией и основанием малого инновационного предприятия (МИПа)).

#### 2.4 Причинно-следственный анализ этапов проекта

Наименование проекта: «Разработка новых модификаций рентгеновских систем».

Когда вы сталкиваетесь с серьезной проблемой, то важно изучить все возможные комбинации причин, которые могли к ней привести. Особенно важно с самого начала держать в фокусе спектр всех возможных причин, а не концентрироваться только на одном направлении.

Для того чтобы принять правильное решение, направленное на устранение проблемы или несоответствия, проводят анализ, при проведении которого необходимо:

– определить, почему тот или иной процесс выходит за заданные рамки, т.е. причину возникновения несоответствия;

– внести изменения в процессы – разработать и реализовать корректирующие действия с целью устранения причин данного или подобного несоответствия.

При анализе несоответствия должны выявляться и фиксироваться все факторы, даже те, которые кажутся незначительными. Именно диаграмма причинно-следственных связей (она же диаграмма Ишикавы или “Рыбья кость”) является отличным инструментом для решения этой задачи. Для этого, как правило, собирают группу экспертов, которые имеют отношение к данному процессу или знакомы с ним. От экспертов не должна ускользнуть ни одна возможная причина. Выявленные причины нужно проранжировать по степени возникновения несоответствия именно из-за рассматриваемой причины. Если по обнаруженной причине нельзя предпринять никаких мер, то рассматриваемую проблему нужно разбить на «подпроблемы» и проанализировать их причины.

Как видно из анализа двух основных наиболее крупных проекта наиболее проблемными этапами проектов являются «Разработка системы (НИР)» и «Проектирование системы (ОКР)». Для данных этапов проекта с помощью инструментов управления качеством – диаграммы Исикава определим возможные причины отклонения проектов. Оценка важности причин отклонения проектов от его целей осуществляется с помощью экспертного метода. Для наиболее критических причин отклонения необходимо разработать мероприятия по их устранению или минимизации последствий.

Экспертный метод основывается на знаниях и опыте экспертов — высококвалифицированных специалистов в рассматриваемой предметной области. Данный метод предполагает сбор и анализ оценок вероятности и воздействия, которые сделаны различными сотрудниками лаборатории от инженеров, которые непосредственно занимаются «железной начинкой» системы, до докторов наук и руководителя проекта. Оценки базируются на учете всех факторов, а также на статистических данных. На основании

полученных оценок вероятности и воздействия путем обычного перемножения получаем важность причины. Применение метода экспертных оценок значительно осложняется в том случае, если количество причин для оценки мало.

Отбор и утверждение экспертной группы производит экспертная комиссия. Качество работы экспертной комиссии в организации любой формы собственности является главным фактором для получения большего уровня объективности и точности оценок причин отклонений экспертной группой. Оценка работы экспертной комиссии производится на основании способности сформировать руководству организации обоснованную, объективную, и верную информацию.

Опрос экспертов может проводиться в форме очного или заочного анкетирования. В первом случае эксперт при ответах на вопросы, сформулированные в специально разработанной анкете, может дополнительно пользоваться общими организационными указаниями лица, проводящего опрос. Во втором случае эксперт заполняет карту опроса, пользуясь только текстом пояснительной записки.

На основании вышесказанного, экспертная группа сформирована из профессионалов в своей области, которые уже на протяжении всей своей научно-исследовательской деятельности занимаются вопросами рентгеновских систем. Данные сотрудники университета имеют большой опыт реализации такого рода проектов и уважаемы в своей области. В общей сложности экспертная группа состоит из 10 человек. Также в беспристрастности данной группы можно отнести, что данные сотрудники занимают разные должности в иерархии университета, а также научные звания. Экспертная группа представлена 3 профессорами технических наук, 4 кандидатами технических наук, двумя инженерами и одним техником. Такой обширное представительство должно обеспечить рассмотрение проблемы наиболее широко и получить наиболее объективную и беспристрастную картину. Анкетирование

сотрудников производилось тайным образом – ни координатор, ни другие сотрудники лаборатории не могли повлиять на мнение остальных членов группы. Оценка вероятности, воздействия, а также важности причин может приниматься значениями от 0,1 до 1.

#### 2.4.1 Этап «Разработка системы (НИР)»

Содержание этапа: работа научного характера, связанная с научным поиском, проведением исследований, экспериментами в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, проявляющихся в природе и в обществе, научных обобщений, научного обоснования проектов. По договору на выполнение научно-исследовательских работ исполнитель обязуется провести обусловленные техническим заданием заказчика научные исследования, заказчик обязуется работу принять и оплатить. Договор с исполнителем может охватывать весь цикл проведения исследования или отдельные этапы (элементы). Риск случайной невозможности исполнения договора несёт заказчик, если иное не предусмотрено законом или договором.

Цели этапа:

1. Реализация этапа в срок.
2. Выполнение полный объем работ.
3. Работы выполнены строго согласно бюджету этапа.
4. Заявка на интеллектуальную собственность (патент или полезная модель, регистрация программы ЭВМ).
5. Сформировать набор документов:
  - отчет о разработке;
  - пояснительная записка;
  - формула изобретения, номер и копия заявки на патент;
  - набор ТД;
  - отчет о возможных комплектующих;
  - сформированная заявка на тендер;

- программное обеспечение;
- реферат и листинг ПО.

Целью определения причин является составление перечня источников причин и событий, которые могут повлиять на достижение каждой из установленных целей организации или сделать выполнение этих целей невозможным. После идентификации причин организация должна идентифицировать существенные особенности проекта, персонал, процессы, системы и средства управления.

Для идентификации причин было принято решение применить метод причинно-следственного анализа на основании собственного опыта сотрудников лаборатории, а также архивных документов предыдущих проектов лаборатории. Рисковая ситуация должна оказывать существенное влияние на результат этапа проекта: задержка этапа, отклонения этапа от контрольных точек и предписаний ТЗ и плана, а также срыв этапа и в следствии этого проекта в целом. На основе анализа предыдущих проектов, которые разрабатывались в стенах лаборатории, а также возможных негативных ситуаций построим диаграмму Исикавы. Все причины, связанные с исследуемой проблемой, детализируются в рамках этих категорий:

1. Изобретение:

- не патентоспособности изобретения;
- отсутствия патентной чистоты;
- технологической неадекватности;
- финансовой неадекватности;
- ошибки в формировании математической модели системы.

2. Программное обеспечение:

- низкий функционал программного обеспечения;
- макет программного обеспечения не соответствует требованиям.

3. Технология:

- ошибочное направление научно-исследовательской работы;

- несоответствие с планом работ и технического задания (ТЗ).

#### 4. Оборудование:

- поломка экспериментальной установки.

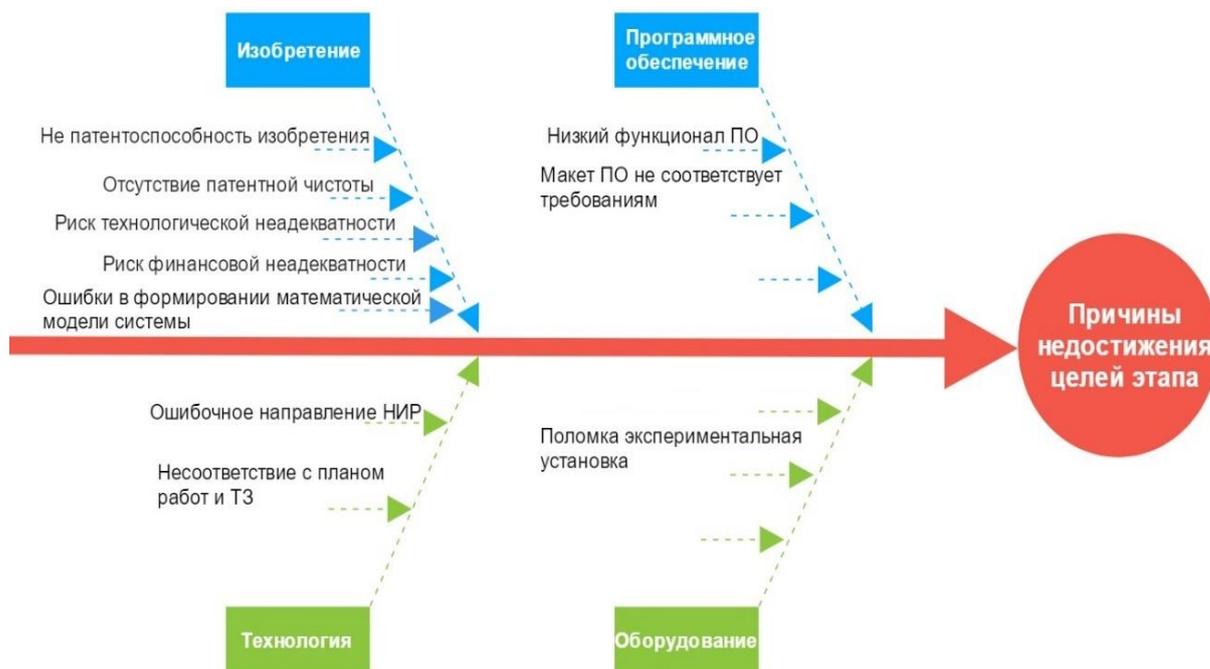


Рисунок 7 - Диаграмма Исикава

На рисунке 7 можно наблюдать диаграмму Исикава для этапа «Разработка (НИР)». Данная диаграмма является хорошим инструментом для группировки и оценки причин не достижения целей этапа проекта. Перечисленные возможные причины делятся на 4 основные группы, такие как технология, оборудование, изобретение, программное обеспечение.

На основе анализа диаграммы Исикавы можно сделать вывод, что наиболее часто причиной отклонений проекта является изобретение. Это действительно так. Ведь именно на этапе «Разработка» формируется модель и техническое решение будущей системы. Выбор правильного направления научно-исследовательской деятельности, правильность расчетов определяют успешность не только проекта этапа, но и проекта в целом. Оставшиеся же 3 группы имеют одинаковое количество рискованных ситуаций. Поэтому нельзя пренебрегать не одной из групп. Все они имеют значительное влияние на результаты проекта.

Таблица 4 - Описание причин отклонений проекта

№	Название причины	Категория	Источник причины	Последствия	Описание
1	Не патентоспособность изобретения	Изобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не своевременное патентование (суть изобретения раскрыта в публикациях, кто-то раньше подал заявку интеллектуальную собственность (ИС), внесены коррективы в изобретение после подачи.</li> <li>2. Ошибочный отбор идеи разработки.</li> <li>3. Противоречит российскому и международному законодательству по ИС.</li> <li>4. Изобретение нарушает авторские права третьих лиц.</li> <li>5. Отсутствует изобретательский уровень или он слишком низок. применимым.</li> </ol>	срыв сроков проекта, срыв проекта, штрафные санкции	В ходе научно-исследовательской деятельности получен результат интеллектуальной деятельности (ИД), патентование которого невозможно по ряду причин.
2	Отсутствия патентной чистоты	Изобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие проверки идеи изобретения на патентную чистоту.</li> <li>2. Отбор идей и направления исследования без участия патентный поверенных.</li> <li>3. Глубина исследовательской работы</li> </ol>	Изобретение нарушает авторские права третьих лиц, задержки проекта, штрафные санкции	При проведении научно-исследовательских работ у изобретения отсутствует патентная чистота
3	Технологической неадекватности	Изобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибочное направление НИР</li> <li>2. Теоретическое описание не подкреплено практической базой</li> <li>3. Изобретение невозможно технически реализовать</li> <li>4. В модели нарушаются какие-то либо физические законы</li> </ol>	Срыв проекта, штрафные санкции	Невозможно изобретения реализовать теоретическая модель в материальной форме

Продолжение таблицы 4

4	Финансовой неадекватности	Изобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибочное направление НИР</li> <li>2. Теоретическое описание не затрагивает вопросы стоимости технической реализации</li> <li>3. Стоимость реализации слишком высока</li> <li>4. Огромные фундаментальные исследования и затраты для снижения стоимости получения опытного образца.</li> <li>5. Экономическая нерентабельность</li> </ol>	Срыв проекта, штрафные санкции	Реализация опытного образца на основе данного интеллектуального решения слишком затратно и не подъемно не только в рамках данного проекта, но и в масштабе целых организаций.
5	Ошибки в формировании математической модели системы	Изобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение ошибочных зависимостей</li> <li>2. Искажение фундаментальных физических законов</li> <li>3. Перегибы в упрощении модели</li> <li>4. Не учтены все влияющие факторы системы</li> <li>5. Человеческий фактор</li> </ol>	Срыв проекта, штрафные санкции	При формировании математической модели на основе проведенной ИД были допущены ряд ошибок, которые повлияли на конечный результат и поведение модели
6	Низкий функционал программного обеспечения	Программное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Примитивная алгоритмическая структура</li> <li>2. Опыт и знания</li> <li>3. Слабое ядро программного обеспечения</li> <li>4. Выбор между быстродействием и реализацией</li> <li>5. Сложность реализации</li> <li>6. Выбор языка программирования</li> <li>7. Архитектура ПО</li> <li>8. Отставание от современных тенденций</li> </ol>	Задержка этапов проекта, штрафные санкции	При формировании ПО не реализованы все возможности передовых технологий в программировании, что не дает в полной мере реализовать весь требуемый функционал

Продолжение таблицы 4

7	Макет программного обеспечения не соответствует требованиям	Программное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Работы велись без учета прописанных требований в ТЗ</li> <li>2. Большое количество логистических и программных ошибок</li> <li>3. Слабое программное ядро</li> <li>4. ПО не соответствует по параметрам быстродействия</li> <li>5. Непонятный и не логичный интерфейс</li> </ol>	Задержка этапов проекта, штрафные санкции	Полученный макет программного обеспечения не соответствует требованиям ТЗ, международным и российским стандартам в области IT индустрии
8	Ошибочное направление научно-исследовательской работы	Технология	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор направления единолично</li> <li>2. Субъективное мнение заведующего лабораторией</li> <li>3. Ложные теоретические материалы</li> <li>4. Ошибочные научные изыскания в этой области коллег из других университетов</li> <li>5. Слишком «пионерское» направление, отсутствие информации по нему</li> <li>6. Ошибочное прогнозирование</li> </ol>	Срыв проекта, штрафные санкции	При выборе направления научно-исследовательской работы была допущена ошибка, которая привела к отрицательному результату исследования
9	Несоответствие с планом работ и технического задания (ТЗ)	Технология	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Халатное отношение к плану и ТЗ сотрудников лаборатории</li> <li>2. Технические и технологические причины</li> <li>3. Ошибки в документации</li> <li>4. Отсутствие заявки на ИС</li> </ol>	Задержка этапов проекта, штрафные санкции	В ходе выполнения этапа выполнены не все требования, которые заложены в ТЗ и плане работ.

Продолжение таблицы 4

10	Поломка экспериментальной установки.	Оборудование	<p>1. Технический износ</p> <p>2. Выход из строя составных элементов из-за перепадов напряжения, неправильной эксплуатации, отсутствие профилактического ремонта и осмотра и других причин при эксплуатации.</p> <p>3. Брак в новых составных компонентах</p>	Задержка этапов проекта, штрафные санкции	При проведении научно-исследовательских работ произошла поломка экспериментальной установки, что в свою очередь вызвало простой лаборатории
----	--------------------------------------	--------------	---	---	---

При применении инструментов управления качеством – диаграммы Исикава с целью определения воздействия и вероятности идентифицированных причин зачастую используют метод экспертных оценок.

Экспертный метод основывается на знаниях и опыте экспертов — высококвалифицированных специалистов в рассматриваемой предметной области. Данный метод предполагает сбор и анализ оценок вероятности и воздействия, которые сделаны различными сотрудниками лаборатории от инженеров, которые непосредственно занимаются «железной начинкой» системы, до докторов наук и руководителя проекта. Оценки базируются на учете всех факторов, а также на статистических данных. Такой обширное представительство должно обеспечить рассмотрение проблемы наиболее широко и получить наиболее объективную и беспристрастную картину. Анкетирование сотрудников производилось тайным образом – ни координатор, ни другие сотрудники лаборатории не могли повлиять на мнение остальных членов группы. Оценка вероятности, воздействия, а также важности причин может приниматься значениями от 0,1 до 1. Результаты работы экспертной группы представлены на рисунке 8.

Бальная оценка, данная j-м экспертом i-му ПК																															
Наименование риска	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Sum (Δr <sub>ij</sub> )
	Возд.	Вер.	Важн.																												
Эксперт 1	0,7	0,3	0,21	0,95	0,55	0,52	0,85	0,5	0,43	1	0,4	0,40	0,95	0,4	0,38	0,5	0,5	0,25	0,4	0,3	0,12	0,7	0,5	0,35	1	0,15	0,15	0,6	0,3	0,18	0,30
Эксперт 2	0,9	0,3	0,27	1	0,5	0,50	1	0,55	0,55	0,95	0,5	0,48	0,9	0,7	0,63	0,8	0,45	0,36	0,3	0,5	0,15	0,7	0,3	0,21	0,9	0,2	0,18	0,8	0,25	0,20	0,35
Эксперт 3	0,6	0,4	0,24	0,8	0,4	0,32	0,9	0,4	0,36	0,8	0,65	0,52	0,8	0,7	0,56	0,6	0,5	0,30	0,4	0,5	0,20	0,8	0,6	0,48	0,9	0,15	0,14	0,5	0,3	0,15	0,33
Эксперт 4	0,8	0,6	0,48	1	0,7	0,70	0,9	0,4	0,36	0,9	0,6	0,54	0,8	0,65	0,52	0,7	0,4	0,28	0,4	0,4	0,16	0,6	0,4	0,24	0,7	0,15	0,11	0,6	0,2	0,12	0,35
Эксперт 5	0,7	0,5	0,35	1	0,6	0,60	0,9	0,35	0,32	0,9	0,5	0,45	0,9	0,55	0,50	0,6	0,4	0,24	0,4	0,3	0,12	0,4	0,5	0,20	0,9	0,2	0,18	0,7	0,2	0,14	0,31
Эксперт 6	0,7	0,3	0,21	0,9	0,4	0,36	0,8	0,6	0,48	0,8	0,35	0,28	0,8	0,5	0,40	0,3	0,4	0,12	0,2	0,3	0,06	0,4	0,4	0,16	0,7	0,1	0,07	0,2	0,2	0,04	0,22
Эксперт 7	0,8	0,4	0,32	0,9	0,6	0,54	0,9	0,5	0,45	0,8	0,5	0,40	0,85	0,5	0,43	0,6	0,6	0,36	0,7	0,3	0,21	0,75	0,4	0,30	1	0,25	0,25	0,55	0,5	0,28	0,35
Эксперт 8	0,8	0,3	0,24	1	0,7	0,70	1	0,5	0,50	0,9	0,5	0,45	0,95	0,4	0,38	0,6	0,5	0,30	0,3	0,4	0,12	0,3	0,7	0,21	0,9	0,2	0,18	0,4	0,4	0,16	0,32
Эксперт 9	0,7	0,35	0,25	0,8	0,4	0,32	0,9	0,4	0,36	0,7	0,4	0,28	0,9	0,6	0,54	0,3	0,6	0,18	0,2	0,5	0,10	0,4	0,5	0,20	0,8	0,2	0,16	0,3	0,4	0,12	0,25
Эксперт 10	0,8	0,3	0,24	0,9	0,6	0,54	1	0,6	0,60	0,9	0,5	0,45	0,9	0,55	0,50	0,5	0,6	0,30	0,3	0,3	0,09	0,4	0,8	0,32	0,9	0,2	0,18	0,4	0,3	0,12	0,33

Рисунок 8 - Оценки экспертов

На рисунке 8 можно наблюдать оценки воздействия и вероятности для всех десяти экспертов, а также рассчитанные значения важности причин. Для каждого из экспертов определено среднее значение оценок важности по всем рисковому ситуациям. Данное значение характеризует с какой долей оптимизма или пессимизма эксперт смотрит на рисковые ситуации именно на данном этапе. Наибольшие средние значения важности по всем видам причин данного этапа имеют трое экспертов под номерами 2,4 и 7, которые равняются 0,35. Это говорит о том, что данные эксперты в целом наиболее высоко оценивают важность ситуаций на данном этапе, чем другие эксперты. А вот наименьшее среднее значение важности по всем видам отклонений этапа наблюдается у эксперта 6. Среднее значение важности которого равен всего 0,22.

При использовании экспертных методов мнения экспертов часто не совпадают, поэтому необходимо количественно оценивать меру согласованности мнений экспертов и определять причины несоответствия суждений. Для определения согласованности мнений экспертов переведем таблицу с процентными оценками важности, изображенную на рисунке 8, в таблицу с ранговой оценкой. На рисунке 9 изображена таблица важности рискованных ситуаций, выраженная в ранговом виде. Наибольшей важности рискованной ситуации присваивается ранг 7, наименьшей 1. Данную манипуляцию проведем для всех 10 экспертов.

Бальная оценка, данная j-м экспертом i-му ПК											
Наименование риска	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum ( $\Delta r_{ij}$ )
	Ранг										
Эксперт 1	4	10	9	8	7	5	1	6	2	3	10
Эксперт 2	5	8	9	7	10	6	1	4	2	3	8
Эксперт 3	4	6	7	9	10	5	3	8	1	2	18
Эксперт 4	7	10	6	9	8	5	3	4	1	2	10
Эксперт 5	7	10	6	8	9	5	1	4	3	2	4
Эксперт 6	6	8	10	7	9	4	2	5	3	1	8
Эксперт 7	5	10	9	7	8	6	1	4	2	3	6
Эксперт 8	5	10	9	8	7	6	1	4	3	2	6
Эксперт 9	6	8	9	7	10	4	1	5	3	2	6
Эксперт 10	4	9	10	7	8	5	1	6	3	2	8

Рисунок 9 - Ранговая таблица оценок экспертов

Мера согласованности мнений экспертов определяется на основе статистических данных всей группы экспертов. Для оценки меры согласованности мнений экспертов используется коэффициент конкордации (согласия). Определим согласованность мнений экспертов по коэффициенту конкордации. Произведем необходимые расчеты. Величину полученного коэффициента конкордации оценить с помощью критерия Пирсона  $\chi^2$  приняв уровень значимости  $\alpha = 5\%$ . Результаты расчетов представлены на рисунке 10.

Бальная оценка, данная j-м экспертом i-му ПК										
Наименование риска	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Поломка экспериментальной установки	Не патентоспособность изобретения	Отсутствие патентной чистоты	Риск технической неадекватности	Риск финансовой неадекватности	Ошибки в формировании мат. модели системы	Низкий функционал ПО	Макет не соответствует требованиям	Ошибочное направление НИР	Несоответствие с планом и ТЗ
	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг
Эксперт 1	4	10	9	8	7	5	1	6	2	3
Эксперт 2	5	8	9	7	10	6	1	4	2	3
Эксперт 3	4	6	7	9	10	5	3	8	1	2
Эксперт 4	7	10	6	9	8	5	3	4	1	2
Эксперт 5	7	10	6	8	9	5	1	4	3	2
Эксперт 6	6	8	10	7	9	4	2	5	3	1
Эксперт 7	5	10	9	7	8	6	1	4	2	3
Эксперт 8	5	10	9	8	7	6	1	4	3	2
Эксперт 9	6	8	9	7	10	4	1	5	3	2
Эксперт 10	4	9	10	7	8	5	1	6	3	2
станд отклон	1,159501809	1,370320319	1,505545305	0,823272602	1,173787791	0,737864787	0,849836586	1,333333333	0,823272602	0,632455532
Q <sub>ij</sub>	53	89	84	77	86	51	15	50	23	22
R(S <sub>i</sub> )	6	10	8	7	9	5	1	4	3	2
Q <sub>ср</sub>	55									
(sumQ <sub>ij</sub> -Q <sub>ср</sub> ) <sup>2</sup>	4	1156	841	484	961	16	1600	25	1024	1089
W	0,872727273									
$\chi^2_{расч}$	78,54545455									
$\chi^2_{табл}$	16,92									

Рисунок 10 - Таблица расчета

Как видно на рисунке 10 были рассчитаны значения стандартного отклонения и суммарный вес рангов для каждой из причин несоответствий. Для наибольшего суммарного значения ранга был присвоено значение 10, а для минимального соответственно 1. Наибольший ранг был присвоен причине не патентоспособности изобретения, а наименьший – низкий функционал программного обеспечения. Получены значения коэффициента конкордации W, которое равняется 0,87. Это говорит нам о том, что наблюдается сильная согласованность мнений экспертов. Обычно считается, что согласованность вполне достаточна, если  $W \geq 0,6$ . В данном случае

условие это выполняется. Вторым шагом проверки согласованности экспертов проверяется на основании коэффициента Пирсона. На основании данного коэффициента можно принимать итоговое решение о приемлемости полученных результатов с помощью экспертного метода.

Расчитанную величину коэффициента конкордации взвешиваем с помощью критерия Пирсона ( $\chi^2$ ) с уровнем значимости 0,05. Расчетное значение критерия Пирсона  $\chi^2$  оказалось больше табличного. В случае получения расчетной величины  $\chi^2_{расч}$  больше табличной  $\chi^2_{табл}$  (с избранным уровнем значимости) мнения экспертов окончательно признаются согласованными. В данном случае, как видно на рисунке 11, расчетное и табличное значения равны соответственно 78,54 и 16,92.

Следующим нашим шагом будет определение согласованности мнений экспертов в отношении важности каждой негативной ситуации.

Бальная оценка, данная j-м экспертом i-му ПК										
Наименование риска	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Поломка экспериментальной установки	Не патентоспособность изобретения	Отсутствие патентной чистоты	Риск технической неадекватности	Риск финансовой неадекватности	Ошибки в формировании мат. модели системы	Низкий функционал ПО	Макет не соответствует требованиям	Ошибочное направление НИР	Несоответствие с планом и ТЗ
	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг
Эксперт 1	4	10	9	8	7	5	1	6	2	3
Эксперт 2	5	8	9	7	10	6	1	4	2	3
Эксперт 3	4	6	7	9	10	5	3	8	1	2
Эксперт 4	7	10	6	9	8	5	3	4	1	2
Эксперт 5	7	10	6	8	9	5	1	4	3	2
Эксперт 6	6	8	10	7	9	4	2	5	3	1
Эксперт 7	5	10	9	7	8	6	1	4	2	3
Эксперт 8	5	10	9	8	7	6	1	4	3	2
Эксперт 9	6	8	9	7	10	4	1	5	3	2
Эксперт 10	4	9	10	7	8	5	1	6	3	2
станд отклон	1,159501809	1,370320319	1,505545305	0,823272602	1,173787791	0,737864787	0,849836586	1,333333333	0,823272602	0,632455532
Qij	53	89	84	77	86	51	15	50	23	22
R(Si)	6	10	8	7	9	5	1	4	3	2
Q <sub>ср</sub>	55									
(sumQij-Q <sub>ср</sub> ) <sup>2</sup>	4	1156	841	484	961	16	1600	25	1024	1089
W	0,872727273									
$\chi^2_{расч}$	78,54545455									
$\chi^2_{табл}$	16,92									
$\bar{Q}_i$	5,3	8,9	8,4	7,7	8,6	5,1	1,5	5	2,3	2,2
$\sigma_i$	1,159501809	1,370320319	1,505545305	0,823272602	1,173787791	0,737864787	0,849836586	1,333333333	0,823272602	0,632455532
vi, %	21,87739262	15,39685752	17,9231584	10,69185198	13,64869524	14,46793701	56,65577237	26,66666667	35,79446097	28,74797873

Рисунок 11 - Таблица расчета

Согласованность мнений экспертов в отношении важности каждого свойства оценивают по коэффициенту вариации мнений экспертов по

каждому  $i$ -му показателю качества. Чем больше значение  $v_i$ , тем меньше согласованность мнений экспертов в отношении важности  $i$ -го показателя. В нашем случае имеется разброс значений от 10,7 до 56,7 процентов. Это говорит нам о том, что наибольшие разногласия при оценки рискованных ситуаций у экспертов вызвали причины под номерами 7 и 9 – низкий функционал программного обеспечения и ошибочное направление научно-исследовательской работы (НИР). Для данных рискованных ситуаций согласованность мнений экспертов признается низкой и равна соответственно 56,7% и 35,8%. В целом хочется отметить, что наблюдается довольно высокая согласованность экспертов. Для рискованных ситуаций под номерами 8 и 10 – «Макет не соответствует требованиям» и «Несоответствие с планом и ТЗ», значения согласованности наблюдаются на уровне ниже среднего. Значения согласованности мнений экспертов соответственно равны 26,67% и 28,7 %. Для причин под номерами 1, 2 и 3 – «Поломка экспериментальной установки», «Не патентоспособность изобретения» и «Отсутствие патентной чистоты», значения согласованности наблюдаются на среднем уровне. Значения согласованности мнений экспертов соответственно равны 21,88%, 15,4 % и 17,92%. А вот наибольшую согласованность экспертов наблюдается у причин под номерами 4, 5 и 6 – «Риск технической неадекватности», «Риск финансовой неадекватности» и «Ошибки в формировании математической модели системы». Значения согласованности мнений экспертов соответственно равны 10,69%, 13,65 % и 14,47%. Это говорит нам о том, что согласованность для данных причин находится на уровне выше среднего, также можно констатировать, что причина 4 приближена практически к высокой согласованности мнений экспертов.

В целом наблюдается достаточная согласованность мнений экспертов. Это прежде всего выражено тем, что эксперты имеют общую картину проблемных ситуаций данного этапа. Также стоит отметить, что имеются и некоторые разногласия по ряду рискованных ситуаций, но это можно считать и положительной стороной. Так как каждый эксперт выставлял оценки исходя

из собственных представлений, не было влияния извне. Это обстоятельство делает данные оценки еще ценнее для последующего анализа и принятия решений на их основании.

Для выявления экспертов, ранговые оценки которых в большей степени отличаются от суммарных оценок произведем следующие действия.

№ Эксперта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	сумма
Эксперт 1	2	0	1	1	2	0	0	2	1	1	10
Эксперт 2	1	2	1	0	1	1	0	0	1	1	8
Эксперт 3	2	4	1	2	1	0	2	4	2	0	18
Эксперт 4	1	0	2	2	1	0	2	0	2	0	10
Эксперт 5	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	4
Эксперт 6	0	2	2	0	0	1	1	1	0	1	8
Эксперт 7	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	6
Эксперт 8	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	6
Эксперт 9	0	2	1	0	1	1	0	1	0	0	6
Эксперт 10	2	1	2	0	1	0	0	2	0	0	8

Рисунок 12 - Таблица рангов

Сформирована новая таблица на основании отклонений оценок рангов. Как видно из рисунка 12 наибольшее суммарное значение наблюдается у 3 эксперта и равняется 18. У других экспертов это значение не превышает и 10. Это свидетельствует о наибольшем отклонении ранговых оценок  $j$ -го эксперта от оценок остальных экспертов. Поэтому его оценки исключают и находят суммарные конечные оценки для оставшихся экспертов.

Для использования метода матрица вероятности и воздействия, переведем полученные значения из рангов обратно в процентные выражения воздействия и вероятности. Данная таблица представлена на рисунке 13.

Итоговые оценки										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	0,29	0,53	0,45	0,41	0,47	0,27	0,13	0,24	0,16	0,15

Рисунок 13 - Итоговая оценка важности

На рисунках 13 представлены средние значения воздействий, вероятности и важности для всех видов рисков ситуаций. Наибольшее значение важности имеет причина №2, а наименьшее причина под №7. Таблица представлена без учета оценок 3-го эксперта.

В целом хочется отметить, что в данном разделе подробно расписан реализованный процесс управления качеством для этапа «Разработка (НИР)». Это включает в себя установление целей и области применения данного процесса, идентификация причин, анализ, сравнительная оценка и обработка рисков ситуации. Для критических рисков ситуаций (красный свет в матрице) разработаны мероприятия по их устранению.

Реализация предложенных мероприятий на практике позволит исключить возникновения критической рисков ситуации или хотя бы минимизировать ее влияние. Все предложенные мероприятия не требуют серьезных затрат, серьезной специальной подготовки и направлены исключительно на решение узких сугубо конкретных ситуаций. Выполнение предписанных мероприятий является залогом качественного выполнения этапа планирования проекта, а также залогом успешной реализации проекта в целом. В данном разделе предложены варианты наиболее вероятных причин, которые могут возникнуть в ходе реализации этапа «Разработка (НИР)».

Таблица 5 - Мероприятия по предотвращения рисков ситуации

Название	Источник причины	Последствия	Метод	Заключение
Не патентоспособности изобретения	<p>1. Не своевременное патентование (суть изобретения раскрыта в публикациях, кто-то раньше подал заявку интеллектуальную собственность (ИС), внесены коррективы в изобретение после подачи.</p> <p>2. Ошибочный отбор идеи разработки.</p> <p>3. Противоречит российскому и международному законодательству по ИС.</p> <p>4. Отсутствует изобретательский уровень.</p>	<p>Срыв сроков проекта, срыв проекта, штрафные санкции</p>	<p>1. Тесное сотрудничество ответственного за процесс с патентными поверенными.</p> <p>2. Проверка изобретения патентным поверенным на стадии принятия идеи.</p> <p>3. Доработка изобретения.</p> <p>4. Патентование части изобретения, не повлияет на защиту ИС в целом.</p> <p>5. Отбор идей коллегиальным способом – на общем совете, с выслушиванием точки зрения каждого сотрудника в обязательном порядке.</p> <p>6. Премирование за критику идей и предложения более конструктивных.</p> <p>7. Разработка изобретения согласно методологии процесса.</p> <p>8. При разработке изобретения используются критерии патентоспособности и показатели изобретательского уровня объекта.</p> <p>9. Исключение раскрытия патентоспособных нюансов изобретения в научных журналах.</p> <p>10. Если произошел пункт 9, ускорить процесс патентования. Максимальный срок 6 месяцев.</p>	<p>Стоит отметить, что само по себе научно-исследовательская работа относится к научной и творческой деятельности. НИР сложно поддается жестким рамкам административных и других управленческих воздействий. В связи с частую проблематично составить набор мероприятий, который предусмотрит исключение всех возможных рисков ситуаций. В целом хочется отметить, предложенные мероприятия, являются достаточно полными и единственно возможными в данной ситуации. Реализация данных мер на практике будут способствовать более качественному планированию, не только выполнению этапа точно в срок, но и сформирует задатки для успешного выполнения проекта в целом.</p> <p>Данные методы не требуют больших денежных затрат, направлены в основном на конкретные мероприятия. Большая роль в этой ситуации отводится патентному поверенному</p>

Продолжение таблицы 5

<p>Отсутствие патентной чистоты</p>	<p>1. Отсутствие проверки идеи изобретения на патентную чистоту. 2. Отбор идей и направления исследования без участия патентных поверенных. 3. Глубина исследовательской работы.</p>	<p>Изобретение нарушает авторские права третьих лиц, задержки проекта, штрафные санкции</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тесное сотрудничество ответственного за процесс с патентными поверенными.</li> <li>2. Проверка изобретения патентным поверенным на стадии принятия идеи.</li> <li>3. Доработка изобретения.</li> <li>4. Патентование части изобретения, не повлияет на защиту ИС в целом.</li> <li>5. При разработке изобретения используются критерии патентоспособности и показатели изобретательского уровня объекта.</li> <li>6. Исключение раскрытия патентоспособных нюансов изобретения в научных журналах.</li> <li>7. Если произошел пункт 6, ускорить процесс патентования. Максимальный срок 6 месяцев.</li> <li>8. Если возникла такая ситуация, сотрудничество с патентным поверенным он должен документально показать какие и в чем затрагиваются чужие права. Обозначить части, которые нужно доработать.</li> <li>9. Исключить поверхностный НИР, глубина НИР должна быть достаточной.</li> </ol>	<p>Данные мероприятия не требуют больших финансовых затрат, направлены в основном на формировании мероприятий, которые необходимо реализовать для исключения возникновения рисков ситуаций. В противном случае рискованная ситуация имеет критическое влияние на проект в целом.</p> <p>Данные методы не требуют больших денежных затрат, направлены в основном на конкретные мероприятия. Также в мероприятиях затронут юридический вопрос ИС. Большую роль в данных мероприятиях отводится патентному поверенному, который должен участвовать в координации работ, проверки хода работ на отклонения в патентной чистоте, а также производить рекомендации, какие именно нюансы могут негативно отразиться на патентной чистоте.</p> <p>Университет сотрудничает с опытными патентными поверенными и услуги данных специалистов не отразятся негативно на итоговую стоимость работ.</p>
-------------------------------------	--	---	---	---

Продолжение таблицы 5

<p>Риск технической неадекватности</p>	<p>1. Ошибочное направление НИР                  2. Теоретическое описание не подкреплено практической базой                  3. Изобретение невозможно технически реализовать                  4. В модели нарушаются какие-то либо физические законы</p>	<p>Срыв проекта, штрафные санкции</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тесное сотрудничество научных сотрудников и конструкторов на возможность технической реализации.</li> <li>2. Доработка изобретения.</li> <li>3. При разработке изобретения используются критерии патентоспособности и показатели изобретательского уровня объекта.</li> <li>4. Создание контрольных точек на техническую адекватность модели</li> <li>5. При проведении исследований не только поиск новых технологий и решений, но и иметь реальную модель идеи на бумаге с подробным описанием.</li> <li>6. Обоснование каждого пункта изобретения – известными на данный момент техническими решениями, законами, знаниями и экспериментами. Подтверждение реальной применимости данных идей.</li> <li>7. Анализ идеи отделом организации НИОКР на адекватность.</li> <li>8. Установить правило любой теоретической работе должен соответствовать практический результат.</li> </ol>	<p>Данные мероприятия не требуют больших финансовых затрат, направлены в основном на формировании мероприятий, которые необходимо реализовать для исключения возникновения рисков ситуаций. В противном случае рискованная ситуация имеет критическое влияние на проект в целом.</p> <p>Данные методы не требуют больших денежных затрат, направлены в основном на конкретные мероприятия.</p> <p>Большую роль в данных мероприятиях отводится отделу НИОКР, конструкторам лаборатории, которые должны участвовать в координации работ, проверки хода работ на техническую адекватность, а также производить рекомендации, какие именно нюансы могут негативно отразиться на технической адекватности.</p>
--	--	---------------------------------------	---	--

Продолжение таблицы 5

<p>Риск финансовой неадекватности</p>	<p>1. Ошибочное направление НИР. 2. Теоретическое описание не затрагивает вопросы стоимости технической реализации. 3. Стоимость реализации слишком высока. 4. Требуются огромные фундаментальные исследования и затраты для снижения стоимости получения опытного образца. 5. Экономическая нерентабельность.</p>	<p>Срыв проекта, штрафные санкции</p>	<p>1. Тесное сотрудничество научных сотрудников и конструкторов на возможность технической реализации. 2. Доработка изобретения. 3. Создание контрольных точек для проверки изобретения на экономическую адекватность. 4. Решение о проведении любого эксперимента или теоретического изыскания основывать только на основе финансовой адекватности, оценка затрат и возможности экономического выхлопа. 5. Обоснование каждого пункта изобретения – известными на данный момент техническими решениями, законами, знаниями и экспериментами. Подтверждение реальной применимости данных идей. 6. Анализ идеи отделом организации НИОКР на адекватность.</p>	<p>Данные мероприятия не требуют больших финансовых затрат, направлены в основном на формировании мероприятий, которые необходимо реализовать для исключения возникновения рисков ситуаций. В противном случае рискованная ситуация имеет критическое влияние на проект в целом. Данные методы не требуют больших денежных затрат, направлены в основном на конкретные мероприятия. Большую роль в данных мероприятиях отводится отделу НИОКР, конструкторам лаборатории, которые должны участвовать в координации работ, проверки хода работ на экономическую адекватность, а также производить рекомендации, какие именно нюансы могут негативно отразиться на экономической адекватности.</p>
---	--	---------------------------------------	--	--

#### 2.4.2 Этап «Проектирование системы (ОКР)»

Содержание этапа: После завершения прикладных НИР при условии положительных результатов экономического анализа, удовлетворяющего фирму с точки зрения ее целей, ресурсов и рыночных условий, приступают к выполнению опытно-конструкторских работ (ОКР). ОКР - важнейшее звено материализации результатов предыдущих НИР. Основная задача ОКР - создание комплекта конструкторской и программной документации.

Цели этапа:

1. Реализация этапа в срок.
2. Выполнение полный объем работ.
3. Работы выполнены строго согласно бюджету этапа.
4. Сформировать набор документов:
  - отчет о реализации этапа;
  - набор КД;
  - описание системы.

Теперь необходимо заниматься реализацией мероприятий по управлению качеством для данного этапа проекта. Начнем, как и положено с идентификации причины. Идентификация причины - это деятельность, направленная на определения негативной ситуаций, формирование перечня и описание каждой негативной ситуации для целей проекта.

Для идентификации причин было принято решение применить метод причинно-следственного анализа на основании собственного опыта сотрудников лаборатории, а также архивных документов предыдущих проектов лаборатории. Причина должна оказывать существенное влияния на результат этапа проекта: задержка этапа, отклонения этапа от контрольных точек и предписаний ТЗ и плана, а также срыв этапа и в следствии этого проекта в целом.

На основе анализа предыдущих проектов, которые разрабатывались в стенах лаборатории, а также возможных негативных ситуаций построим

диаграмму Исикавы. Все причины, связанные с исследуемой проблемой, детализируются в рамках этих категорий:

1. Изобретение:

- ошибки в проектировании и конструировании;
- ошибки при подборе комплектующих системы;
- неадекватное поведение математической модели при тестировании.

2. Комплектующие:

- отсутствие комплектующих на рынке;
- срыв тендера.

3. Технология:

- отклонения КД от единой системы конструкторской документации.

4. Программное обеспечение:

- низкое быстродействие;
- низкий уровень оптимизации;
- логистические и программные ошибки;
- высокие системные требования.

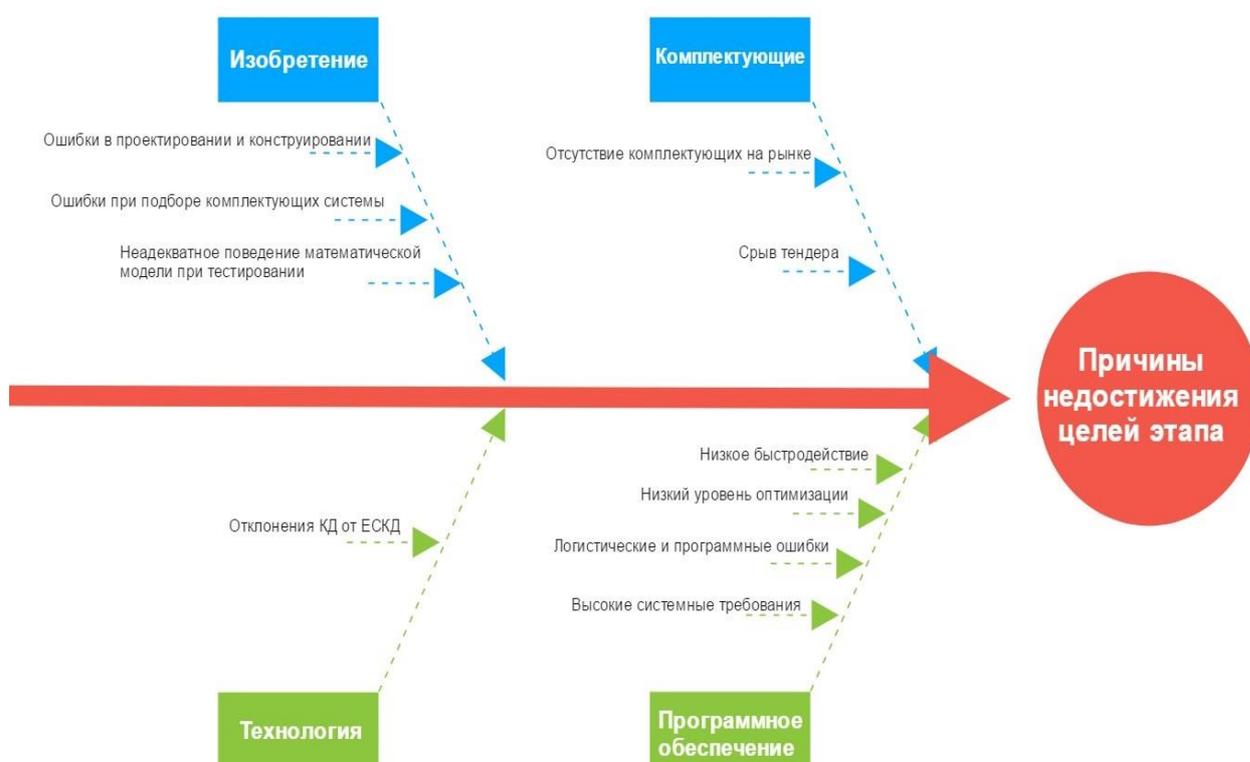


Рисунок 14 - Диаграмма Исикава

Таблица 6 - Описание причин отклонений проекта

№	Название причины	Категория	Источник причины	Последствия	Описание
1	Низкое быстродействие ПО	Программное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Примитивная алгоритмическая структура</li> <li>2. Слабое ядро программного обеспечения</li> <li>3. Выбор языка программирования</li> <li>4. Архитектура ПО</li> <li>5. Отставание от современных тенденций</li> <li>6. Рабочая станция будущей системы</li> <li>7. Настройки СУБД</li> </ol>	срыв сроков проекта, штрафные санкции	В ходе написания программного обеспечения в рамках проекта получены слишком низкие показатели быстродействия системы
2	Высокие системные требования ПО	Программное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сложная архитектура ПО</li> <li>2. Высокоинтеллектуальное ядро ПО</li> <li>3. Специализированный самообучающийся движок поиска</li> <li>4. Большая база СУБД</li> <li>5. Количество теневых изображений для одной трехмерной картинки</li> <li>6. Заданное в ТЗ время обработки изображений</li> </ol>	срыв сроков проекта, штрафные санкции	В ходе написания программного обеспечения в рамках проекта получены слишком высокие системные требования, которым не соответствуют рабочей станции
3	Ошибки в проектировании и конструировании	Изобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибки в кинематической схеме системы</li> <li>2. Ошибки в условиях эксплуатации</li> <li>3. компоновка системы</li> <li>4. Вес изделия</li> <li>5. Конструирование общего вида</li> <li>6. Ошибки в рабочих чертежах деталей</li> <li>7. Расчет параметров</li> </ol>	срыв сроков проекта, штрафные санкции	При проектировании и конструировании могут возникнуть ряд рисков ситуаций, который в свою очередь будут иметь негативное влияния на реализацию этапа и проекта в целом.

Продолжение таблицы 6

4	Неадекватное поведение мат. модели при тестировании	Изобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение ошибочных зависимостей</li> <li>2. Искажение фундаментальных физических законов</li> <li>3. Перегибы в упрощении модели</li> <li>4. Не учтены все влияющие факторы системы</li> <li>5. Человеческий фактор</li> </ol>	срыв сроков проекта, штрафные санкции	При тестировании математическая модель в реальных условиях показала ряд ошибок и неточностей, которые оказывают влияние на систему.
5	Логистические и программные ошибки ПО	Программное обеспечение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибки в логистическом алгоритме ПО</li> <li>2. Низкий уровень оптимизации программного кода</li> <li>3. Ошибки сценариев</li> <li>4. Компиляции</li> <li>5. Ошибки среды выполнения</li> <li>6. Нарушение правил доступа</li> <li>7. Аппаратный интерфейс</li> </ol>	Доработка или корректировка ПО срыв сроков проекта, штрафные санкции	При тестировании ПО найдены логистические и программные ошибки, которые влияют на возможность пользоваться ПО
6	Отсутствие комплектующих на рынке	Комплекующие	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Специфические требования параметров системы</li> <li>2. Комплектующие с завышенными техническими характеристиками</li> <li>3. Ограничен доступ к некоторым новым иностранным комплектующим</li> </ol>	Внесение корректировок в документацию и НИР, срыв сроков проекта, срыв проекта, штрафные санкции	Отсутствие необходимых комплектующих может существенно осложнить выполнение проекта
7	Срыв тендера	Комплекующие	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. критерии отбора</li> <li>2. Низкая сумма контракта</li> <li>3. специфическое оборудование</li> <li>4. Победитель тендера отказался подписывать контракт</li> <li>5. Ряд нарушений при проведении тендера</li> </ol>	срыв сроков проекта, срыв проекта, штрафные санкции	В ВУЗе закупки комплектующих происходят на основании тендера.

Продолжение таблицы 6

8	Ошибки при подборе комплектующих системы	Комплек- тующие	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поведение системы</li> <li>2. Отличие теоретических данных от полученных на практике</li> <li>3. Ошибки в расчетах параметров системы</li> <li>4. Ошибки или невозможность сочетания комплектующих разных марок и производителей</li> <li>5. Изменение параметров единичных элементов при работе системы</li> </ol>	Не выполнение требования ТЗ, срыв сроков проекта, срыв проекта, штрафные санкции	При подборе комплектующих системы могут быть допущены ошибки в подборе
9	Отклонения КД от ЕСКД	Изобрете- ние	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие формализованных стадий при разработке</li> <li>2. Ошибки в спецификациях</li> <li>3. Человеческий фактор</li> <li>4. Отклонения в графическом оформлении КД</li> <li>5. Отсутствие должного контроля</li> <li>6. Устарелое ПО</li> </ol>	Исправление ошибок, срыв сроков проекта, штрафные санкции	При формировании пакета КД были допущены следующие факторы, которые повлияли на качество и правильность документации
10	Низкий уровень оптимизации ПО и железа	Програм- ное обеспе- чение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ПО разрабатывалось отдельно от системы</li> <li>2. Программист плохо разбирается в тонкостях подобных систем</li> <li>3. Отсутствие тестирования ПО на системе на ранних стадиях формирования.</li> <li>4. Реализованы разные алгоритмы в комплектующих системы и ПО</li> </ol>	Доработка, срыв сроков проекта, штрафные санкции	При написании ПО не производилось тестирования на макетной системе в следствии этого и других перечисленных причин наблюдается низкий уровень оптимизации ПО и железа

Для определения воздействия и вероятности идентифицированных причин зачастую используют метод экспертных оценок.

Экспертный метод основывается на знаниях и опыте экспертов — высококвалифицированных специалистов в рассматриваемой предметной области. Данный метод предполагает сбор и анализ оценок вероятности и воздействия, которые сделаны различными сотрудниками лаборатории от инженеров, которые непосредственно занимаются «железной начинкой» системы, до докторов наук и руководителя проекта. Оценки базируются на учете всех факторов, а также на статистических данных. На основании полученных оценок вероятности и воздействия путем обычного перемножения получаем важность. Применение метода экспертных оценок значительно осложняется в том случае, если количество причин для оценки мало.

Данная информация содержит в себе следующее:

1. вероятность возникновения причин несоответствий;
2. последствия от возникновения негативной ситуации;
3. уровень воздействия причины;
4. варианты мероприятий по уменьшению влияния негативных ситуаций и содержание мер по их реализации.

Опрос экспертов может проводиться в форме очного или заочного анкетирования. Такой обширное представительство должно обеспечить рассмотрение проблемы наиболее широко и получить наиболее объективную и беспристрастную картину, изображенную на рисунке 15.

Бальная оценка, данная j-м экспертом i-му ПК																															
Наименование риска	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			Sum (Δij)
	Возд.	Вер.	Важн.																												
Эксперт 1	0,6	0,4	0,24	0,3	0,4	0,12	1	0,6	0,60	0,5	0,5	0,25	0,8	0,5	0,40	1	0,5	0,50	0,8	0,1	0,08	0,9	0,6	0,54	0,4	0,7	0,28	0,7	0,5	0,35	0,34
Эксперт 2	0,3	0,4	0,12	0,5	0,4	0,20	0,95	0,25	0,24	0,7	0,6	0,42	0,9	0,2	0,18	0,9	0,3	0,27	1	0,15	0,15	0,8	0,4	0,32	0,6	0,6	0,36	0,85	0,6	0,51	0,28
Эксперт 3	0,5	0,4	0,20	0,4	0,3	0,12	0,8	0,55	0,44	0,5	0,7	0,35	0,8	0,6	0,48	0,75	0,5	0,38	0,6	0,3	0,18	1	0,55	0,55	0,4	0,6	0,24	0,65	0,5	0,33	0,33
Эксперт 4	0,7	0,3	0,21	0,6	0,3	0,18	1	0,65	0,65	0,4	0,7	0,28	0,8	0,5	0,40	0,9	0,6	0,54	0,4	0,3	0,12	0,9	0,5	0,45	0,4	0,6	0,24	0,7	0,7	0,49	0,36
Эксперт 5	0,8	0,2	0,16	0,6	0,3	0,18	0,9	0,5	0,45	0,7	0,5	0,35	0,7	0,6	0,42	0,8	0,6	0,48	0,6	0,4	0,24	0,8	0,65	0,52	0,5	0,6	0,30	0,65	0,6	0,39	0,35
Эксперт 6	0,7	0,4	0,28	0,6	0,4	0,24	0,8	0,7	0,56	0,4	0,5	0,20	0,6	0,8	0,48	0,9	0,4	0,36	0,5	0,3	0,15	0,9	0,5	0,45	0,4	0,4	0,16	0,8	0,4	0,32	0,32
Эксперт 7	0,8	0,2	0,16	0,6	0,25	0,15	0,8	0,6	0,48	0,6	0,6	0,36	0,8	0,4	0,32	0,9	0,6	0,54	0,4	0,3	0,12	0,8	0,5	0,40	0,4	0,6	0,24	0,7	0,4	0,28	0,31
Эксперт 8	0,55	0,4	0,22	0,6	0,3	0,18	0,8	0,7	0,56	0,4	0,6	0,24	0,8	0,5	0,40	0,6	0,6	0,36	0,4	0,4	0,16	0,7	0,7	0,49	0,5	0,5	0,25	0,6	0,5	0,30	0,32
Эксперт 9	0,7	0,5	0,35	0,5	0,4	0,20	0,9	0,7	0,63	0,5	0,5	0,25	0,7	0,6	0,42	0,9	0,5	0,45	0,6	0,2	0,12	1	0,5	0,50	0,4	0,6	0,24	0,8	0,4	0,32	0,35
Эксперт 10	0,7	0,4	0,28	0,6	0,2	0,12	0,9	0,6	0,54	0,6	0,5	0,30	0,9	0,4	0,36	0,8	0,5	0,40	0,5	0,3	0,15	0,8	0,6	0,48	0,4	0,5	0,20	0,7	0,5	0,35	0,32

Рисунок 15 - Таблица оценок экспертов

На рисунке 15 можно наблюдать оценки воздействия и вероятности для всех десяти экспертов, а также рассчитанные значения важности рискованных ситуаций. Для каждого из экспертов определено среднее значение оценок важности по всем рискованным ситуациям. Данное значение характеризует с какой долей оптимизма или пессимизма эксперт смотрит на рискованные ситуации именно на данном этапе. Наибольшее среднее значение важности по всем видам причин данного этапа имеет эксперт под номером 4, значение которого равняется 0,36. Это говорит о том, что данный эксперт в целом наиболее высоко оценивает важность рискованных ситуаций на данном этапе, чем другие эксперты. А вот наименьшее среднее значение важности по всем видам причин этапа наблюдается у эксперта 2. Среднее значение важности, которого равняется 0,28.

При использовании экспертных методов мнения экспертов часто не совпадают, поэтому необходимо количественно оценивать меру согласованности мнений экспертов и определять причины несоответствия суждений. Для определения согласованности мнений экспертов переведем таблицу с процентными оценками важности, изображенную на рисунке 15, в таблицу с ранговой оценкой. На рисунке 16 изображена таблица важности рискованных ситуаций, выраженная в ранговом виде. Наибольшей важности рискованной ситуации присваивается ранг 7, наименьшей 1. Данную манипуляцию проведем для всех 10 экспертов.

Наименование риска	Бальная оценка, данная j-м экспертом i-му ПК									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Низкое быстродействие ПО	Высокие системные требования ПО	Ошибки в проектировании и конструировании	Неадекватное поведение мат. модели	Логистические и программные ошибки ПО	Отсутствие комплектующих на рынке	Срыв тендера	Ошибки при подборе комплектующих системы	Отклонения КД от ЕСКД	Низкий уровень оптимизации
	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг
Эксперт 1	3	2	10	4	7	8	1	9	5	6
Эксперт 2	1	4	5	9	3	6	2	7	8	10
Эксперт 3	3	1	8	6	9	7	2	10	4	5
Эксперт 4	3	2	10	5	6	9	1	7	4	8
Эксперт 5	1	2	8	5	7	9	3	10	4	6
Эксперт 6	5	4	10	3	9	7	1	8	2	6
Эксперт 7	3	2	9	7	6	10	1	8	4	5
Эксперт 8	3	2	10	4	8	7	1	9	5	6
Эксперт 9	6	2	10	4	7	8	1	9	3	5
Эксперт 10	4	1	10	5	7	8	2	9	3	6

Рисунок 16 - Ранговая таблица оценок экспертов

Мера согласованности мнений экспертов определяется на основе статистических данных всей группы экспертов. Для оценки меры согласованности мнений экспертов используется коэффициент конкордации (согласия). Определим согласованность мнений экспертов по коэффициенту конкордации. Произведем необходимые расчеты. Величину полученного коэффициента конкордации оценить с помощью критерия Пирсона  $\chi^2$  приняв уровень значимости  $\alpha = 5\%$ . Результаты расчетов представлены на рисунке 17.

Бальная оценка, данная i-м экспертом i-му ПК										
Наименование риска	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Низкое быстродействие ПО	Высокие системные требования ПО	Ошибки в проектировании и конструировании	Неадекватное поведение мат. модели	Логистические и программные ошибки ПО	Отсутствие комплектующих на рынке	Срыв тендера	Ошибки при подборе комплектующих системы	Отклонения КД от ЕСКД	Низкий уровень оптимизации
	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг
Эксперт 1	3	2	10	4	7	8	1	9	5	6
Эксперт 2	1	4	5	9	3	6	2	7	8	10
Эксперт 3	3	1	8	6	9	7	2	10	4	5
Эксперт 4	3	2	10	5	6	9	1	7	4	8
Эксперт 5	1	2	8	5	7	9	3	10	4	6
Эксперт 6	5	4	10	3	9	7	1	8	2	6
Эксперт 7	3	2	9	7	6	10	1	8	4	5
Эксперт 8	3	2	10	4	8	7	1	9	5	6
Эксперт 9	6	2	10	4	7	8	1	9	3	5
Эксперт 10	4	1	10	5	7	8	2	9	3	6
станд отклон	1,549193338	1,032795559	1,632993162	1,751190072	1,728840331	1,197219	0,707106781	1,0749677	1,619327707	1,567021236
Q <sub>ij</sub>	32	22	90	52	69	79	15	86	42	63
R(S <sub>i</sub> )	3	2	10	5	7	8	1	9	4	6
Q <sub>ср</sub>	55									
(sum Q <sub>ij</sub> - Q <sub>ср</sub> ) <sup>2</sup>	529	1089	1225	9	196	576	1600	961	169	64
W	0,777939394									
$\chi^2_{расч}$	70,01454545									
$\chi^2_{табл}$	16,92									

Рисунок 17 - Таблица расчета

Как видно на рисунке 17 были рассчитаны значения стандартного отклонения и суммарный вес рангов для каждого из видов причин. Для наибольшего суммарного значения ранга рискованной ситуации было присвоено значение 10, а для минимального соответственно 1. Наибольший ранг был присвоен причине ошибки при конструировании и проектировании, а наименьший – срыв тендера. Получены значения коэффициента конкордации W, которое равняется 0,78. Это говорит нам о том, что наблюдается сильная согласованность мнений экспертов. Обычно считается, что согласованность вполне достаточна, если  $W \geq 0,6$ . В данном случае это условие выполняется.

Вторым шагом проверки согласованности экспертов проверяется на основании коэффициента Пирсона. На основании данного коэффициента можно принимать итоговое решение о приемлемости полученных результатов с помощью экспертного метода.

Расчитанную величину коэффициента конкордации взвешиваем с помощью критерия Пирсона ( $\chi^2$ ) с уровнем значимости 0,05. Расчетное значение критерия Пирсона  $\chi^2$  оказалось больше табличного. В случае получения расчетной величины  $\chi^2_{\text{расч}}$  больше табличной  $\chi^2_{\text{табл}}$  (с избранным уровнем значимости) мнения экспертов окончательно признаются согласованными. В данном случае, как видно на рисунке 18, расчетное и табличное значения равны соответственно 70,01 и 16,92.

Следующим нашим шагом будет определение согласованности мнений экспертов в отношении важности каждой рискованной ситуации.

Бальная оценка, данная j-м экспертом i-му ПК										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наименование риска	Низкое быстроедействие ПО	Высокие системные требования ПО	Ошибки в проектировании и конструировании	Неадекватное поведение мат. модели	Логистические и программные ошибки ПО	Отсутствие комплектующих на рынке	Срыв тендера	Ошибки при подборе комплектующих системы	Отклонения КД от ЕСКД	Низкий уровень оптимизации
	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг	Ранг
Эксперт 1	3	2	10	4	7	8	1	9	5	6
Эксперт 2	1	4	5	9	3	6	2	7	8	10
Эксперт 3	3	1	8	6	9	7	2	10	4	5
Эксперт 4	3	2	10	5	6	9	1	7	4	8
Эксперт 5	1	2	8	5	7	9	3	10	4	6
Эксперт 6	5	4	10	3	9	7	1	8	2	6
Эксперт 7	3	2	9	7	6	10	1	8	4	5
Эксперт 8	3	2	10	4	8	7	1	9	5	6
Эксперт 9	6	2	10	4	7	8	1	9	3	5
Эксперт 10	4	1	10	5	7	8	2	9	3	6
станд отклон	1,549193338	1,032795559	1,632993162	1,751190072	1,728840331	1,197219	0,707106781	1,0749677	1,619327707	1,567021236
Q <sub>ij</sub>	32	22	90	52	69	79	15	86	42	63
R(S <sub>i</sub> )	3	2	10	5	7	8	1	9	4	6
Q <sub>ср</sub>	55									
(sumQ <sub>ij</sub> -Q <sub>ср</sub> ) <sup>2</sup>	529	1089	1225	9	196	576	1600	961	169	64
W	0,777939394									
$\chi^2_{\text{расч}}$	70,01454545									
$\chi^2_{\text{табл}}$	16,92									
$\bar{Q}_i$	3,2	2,2	9	5,2	6,9	7,9	1,5	8,6	4,2	6,3
$\sigma_i$	1,549193338	1,032795559	1,632993162	1,751190072	1,728840331	1,197219	0,707106781	1,0749677	1,619327707	1,567021236
vi, %	48,41229183	46,94525268	18,14436847	33,67673215	25,05565697	15,15467088	47,14045208	12,49962442	38,55542159	24,87335296

Рисунок 18 - Таблица расчета

Согласованность мнений экспертов в отношении важности каждого свойства оценивают по коэффициенту вариации мнений экспертов по каждому

$i$ -му показателю качества. Чем больше значение  $v_i$ , тем меньше согласованность мнений экспертов в отношении важности  $i$ -го показателя. В нашем случае имеется разброс значений от 12,5 до 48,2 процентов. Это говорит нам о том, что наибольшие разногласия при оценки рисков ситуаций у экспертов вызвали причины под номерами 1, 2, 7 и 9 – «Низкое быстродействие программного обеспечения», «Высокие системные требования ПО», «Ошибки в проектировании и конструировании» и «Отклонение КД от ЕСКД». Для данных рисков ситуаций согласованность мнений экспертов признается низкой и равна соответственно 48,2%, 46,94%, 47,14% и 38,5%. В целом хочется отметить, что наблюдается на достаточном уровне согласованности экспертов. Стоит отметить, что согласованность мнений экспертов разделилась по следующим группам. Для рисков ситуаций под номерами 4 и 5 – «Неадекватное поведение математическом модели» и «Логистические и программные ошибки ПО», значения согласованности наблюдаются на уровне ниже среднего. Значения согласованности мнений экспертов соответственно равны 33,68% и 25,05 %. Для причин под номерами 3, 6 и 10 – «Ошибки в проектировании и конструировании», «Отсутствие комплектующих на рынке» и «Низкий уровень оптимизации», значения согласованности наблюдаются на среднем уровне. Значения согласованности мнений экспертов соответственно равны 18,14%, 15,15 % и 24,87%. А вот наибольшая согласованность экспертов наблюдается у рисков ситуации под номером 8 – «Ошибки при подборе комплектующих системы». Значение согласованности мнений экспертов соответственно равно 12,5%. Это говорит нам о том, что согласованность для данных причин находится на уровне выше среднего, также можно констатировать, что данный причин практически приближен к высокой согласованности мнений экспертов.

В целом наблюдается достаточная согласованность мнений экспертов. Это прежде всего выражено тем, что эксперты имеют общую картину проблемных ситуаций данного этапа. Также стоит отметить, что имеются и некоторые разногласия по ряду рисков ситуаций, но это можно считать и

положительной стороной. Так как каждый эксперт выставлял оценки исходя из собственных представлений, отсутствует влияния извне, в том числе навязанного чужого общего мнения руководства лаборатории. Это обстоятельство делает данные оценки еще ценнее для последующего анализа и принятия решений на их основании.

Для выявления экспертов, ранговые оценки которых в большей степени отличаются от суммарных оценок произведем следующие действия.

№ Эксперта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	сумма
Эксперт 1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Эксперт 2	2	2	5	4	4	2	1	2	4	4	30
Эксперт 3	0	1	2	1	2	1	1	1	0	1	10
Эксперт 4	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	6
Эксперт 5	2	0	2	0	0	1	2	1	0	0	8
Эксперт 6	2	2	0	2	2	1	0	1	2	0	12
Эксперт 7	0	0	1	2	1	2	0	1	0	1	8
Эксперт 8	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	4
Эксперт 9	3	0	0	1	0	0	0	0	1	1	6
Эксперт 10	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4

Рисунок 19 - Таблица рангов

Сформирована новая таблица на основании отклонений оценок рангов. Как видно из рисунка 19 наибольшее суммарное значение наблюдается у 2-го эксперта и равняется 30. У других экспертов это значение не превышает и 12. Это достаточно большое число, которое свидетельствует о наибольшем отклонении ранговых оценок  $j$ -го эксперта от оценок остальных экспертов. Поэтому его оценки исключают и находят суммарные конечные оценки для оставшихся экспертов.

Итоговые оценки										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	0,23	0,17	0,55	0,29	0,41	0,45	0,15	0,49	0,24	0,35

Рисунок 20 - Итоговая оценка важности

Для использования метода матрица вероятности и воздействия, переведем полученные значения из рангов обратно в процентные выражения воздействия и вероятности. Данная таблица представлена на рисунке 20.

В таблице наглядно видно, что наиболее критическими признаются причины под номерами 3, 5, 6 и 8. Для данных видов рисков ситуаций сформируем мероприятия по их предотвращению, представленные в таблице 7.

Таблица 7 - Мероприятия по предотвращения причин несоответствий проекта

Название	Источник несоответствий	Последствия	Метод	Заключение
Ошибки в проектировании и конструировании	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибки в кинематической схеме системы</li> <li>2. Ошибки в усл. эксплуатации</li> <li>3. Компоновка</li> <li>4. Вес изделия</li> <li>5. Конструирование общего вида</li> <li>6. Ошибки в рабочих чертежах деталей</li> <li>7. При расчете параметров</li> </ol>	срыв сроков проекта, штрафные санкции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение автоматизированных программных средств САПР 3D PMT.</li> <li>2. Мониторинг процесса – контрольные точки и показатели качества.</li> <li>3. Разработка документации согласно методологии ЕСКД, строго по каждому пункту.</li> <li>4. Математическое моделирование конструкции изделия.</li> <li>5. Компьютерное тестирование образца.</li> <li>6. Компоновка реальной системы производить только после компьютерного моделирования.</li> <li>7. Применение программ компьютерного моделирования.</li> </ol>	Данные методы не требуют больших денежных затрат, направлены в основном на конкретные мероприятия по совершенствованию процесса проектирования и конструировании системы. Это прежде всего мониторинг процесса, ведение работы согласно методологии ЕСКД. Предложено внедрение передовых информационных технологий. Это прежде всего последняя разработка лаборатории САПР 3D PMT, а также программное обеспечение для компьютерного моделирования.
Ошибки при подборе комплектующих системы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отличие теоретических данных от практических</li> <li>2. Ошибки в расчетах параметров</li> <li>3. Невозможность сочетания комплектующих разных марок</li> <li>4. Отклонения параметров</li> </ol>	Не выполнение требования ТЗ, срыв сроков проекта, штрафные санкции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическое моделирование конструкции изделия.</li> <li>2. Применение методов полного факторного эксперимента.</li> <li>3. Компьютерное тестирование образца.</li> <li>4. Компоновка реальной системы производить только после компьютерного моделирования.</li> <li>5. Применение программ компьютерного моделирования.</li> </ol>	Предложено внедрение передовых информационных технологий. Это прежде всего последняя разработка лаборатории САПР 3D PMT, а также программное обеспечение для компьютерного моделирования. Тестирование математической и компьютерной моделей на соответствие стандартам, ТЗ и нормативным актам, сочетание отдельных комплектующих в системе.

Продолжение таблицы 7

<p>Отсутствие комплектующих на рынке</p>	<p>1. Специфические требования параметров системы 2. Комплектующие с завышенными техническими характеристиками 3. Ограничен доступ к некоторым новым иностранным комплектующим</p>	<p>Внесение коррективов в документацию и НИР, срыв сроков проекта, срыв проекта, штрафные санкции</p>	<p>1. Доработка имеющихся комплектующих до необходимых режимов и параметров (изменение величины фокального пятна и тд). 2. Предварительный анализ возможности успешного проведения тендера. 3. Заказ комплектующих (запрещенные из-за санкций) через третьи дружественные страны (Белоруссия, Китай и тд.). 4. Проработка данного вопроса в ТЗ.</p>	<p>В целом предложенные мероприятия не требуют финансовых влияний. Меры направлены на устранение возникновения рисков ситуаций или минимизация их последствий на этап и проект в целом. Данные мероприятия целесообразно использовать на данном этапе.</p>
<p>Логистические и программные ошибки ПО</p>	<p>1. Ошибки в логистическом алгоритме ПО. 2. Низкий уровень оптимизации программного кода 3. Ошибки сценариев. 4. Компиляции 5. Ошибки среды выполнения. 6. Нарушение правил доступа. 7. Аппаратный интерфейс.</p>	<p>Доработка или корректировка ПО срыв сроков проекта, штрафные санкции</p>	<p>1. Сотрудничество с другими кафедрами и лабораториями ВУЗа для тестирования ПО. 2. Корректировка архитектуры. 3. Реализация более современного программного ядра. 4. Выбор языка программирования с обоснованием за и против. 5. Изменение аппаратного интерфейса. 6. Мониторинг процесса. 7. Корректировка логического аппарата.</p>	<p>В целом предложенные мероприятия не требуют финансовых влияний. Меры направлены на устранение возникновения рисков ситуаций или минимизация их последствий на этап и проект в целом. Данные мероприятия целесообразно использовать на данном этапе.</p>

В целом хочется отметить, что в данном разделе подробно расписан реализованный процесс управления качеством для этапа «Проектирования (ОКР)». Это включает в себя установление целей и области применения данного процесса, идентификация рисков, анализ риска, сравнительная оценка риска и обработка риска. Для критических рисков ситуаций (красный свет в матрице) разработаны мероприятия по их устранению.

Реализация предложенных мероприятий на практике позволит исключить возникновения критической рисков ситуации или хотя бы минимизировать ее влияние. Все предложенные мероприятия не требуют серьезных затрат, серьезной специальной подготовки и направлены исключительно на решение узких сугубо конкретных ситуаций. Выполнение предписанных мероприятий является залогом качественного выполнения этапа опытно-конструкторских работ проекта, а также успешной реализации проекта в целом.

В данном разделе предложены варианты наиболее вероятных причин, которые могут возникнуть в ходе реализации этапа «Проектирование (ОКР)». Для этапа выделены 4 вида наиболее критических причин – это «Ошибки в проектировании и конструировании», «Ошибки при подборе комплектующих системы», «Отсутствие комплектующих на рынке» и «Логистические и программные ошибки ПО». Предложенные мероприятия позволят исключить их возникновения или в крайнем случае снизить степень влияния на этап или проект в целом.

## 2.5 Мероприятия по внедрению процессного подхода

Резюмируя общую картину проблем научно-исследовательской лаборатории необходимо отметить следующие нюансы. Как видно из графиков, что наиболее проблемными этапами проекта являются проектирование и разработка, а также повлекшие за собой в следствии этого дополнительные издержки, удорожание себестоимости и штрафные санкции.

В связи с этим разработаны меры по совершенствованию проектной деятельности лаборатории, повышению качества работ, сокращения сроков проекта:

7. Смена подхода к управлению.
8. Регламент основного процесса (приложение А):
  - описанные бизнес-процессы;
  - определены входы и выходы подпроцессов, ресурсы и управляющие воздействия;
  - показатели качества и контрольные точки;
  - матрица ответственности.
9. Организация и проведение менеджмента риска.
10. Регламент «Управление проектными рисками лаборатории» (приложение Б)
11. Моделирование процессов методом Монте-Карло
12. Автоматизация подпроцессов этапа «Разработка». Внедрение программного обеспечения САПР 3D PMT, T-Flex с оболочкой конструктор. Согласно требованиям процессного подхода.

### 3 Математическое моделирование процессов

#### 3.1 Моделирование методом Монте-Карло

Метод Монте-Карло — общее название группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций стохастического (случайного) процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи. Метод Монте-Карло относится к имитационному моделированию, в котором при расчете какой-либо системы воспроизводится и исследуется поведение всех ее компонентов [2]. В качестве более развернутого определения можно сформулировать следующее. Метод Монте-Карло — это группа методов вычислительной математики, основанных на представлении искомых величин в виде параметров некоторых случайных процессов, численном моделировании реализаций случайных процессов и оценивании параметров (т. е. искомых величин) по реализациям случайных процессов методами математической статистики. Таким образом, «три кита» в основании методов Монте-Карло — это теория вероятностей, теория случайных процессов и математическая статистика.

Имитационное моделирование представляет собой серию численных экспериментов, призванных получить эмпирические оценки степени влияния различных факторов (исходных величин) на некоторые зависящие от них результаты (показатели).

В общем случае, проведение имитационного моделирования методом Монте-Карло можно разбить на следующие этапы.

1. Установить взаимосвязи между исходными и выходными показателями в виде математического уравнения или неравенства.

2. Задать законы распределения вероятностей для ключевых параметров модели.

3. Провести компьютерную имитацию значений ключевых параметров модели. Собственно, Монте-Карло симуляцию, т.е. многократно повторяющиеся расчеты (обычно 1000 или 10 000 раз) искомых данных с

использованием сгенерированных случайным образом (с учетом вида математического распределения) переменных данных.

4. Рассчитать основные характеристики распределений исходных и выходных показателей.

5. Провести анализ полученных результатов и принять решение.

Применение метода Монте-Карло:

– при моделировании сложных операций, где есть взаимодействующие факторы;

– при проверке простых аналитических моделей;

– когда к построенной аналитической модели хотим внести поправки и доработки.

Достоинства метода Монте-Карло - модели не требуют допущений и упрощений. Недостатком же является громоздкость и трудоемкость.

### 3.2. Математическое моделирование проектной деятельности лаборатории

К сожалению, в настоящее время, деятельность лишь немногих проектов заканчивается успехом. Согласно данным статистики США об успешности проектов: «31,1% проектов будет отменено. Дополнительно к этому 52,7% проектов будет стоить 189% от своего первоначального бюджета... и лишь 16,2% проектов закончатся в плановый срок, в бюджет, и продукты проекта будут соответствовать требованиям к ним» [3]. Неудачи проектов достаточно негативно отражаются на предприятии, его реализующем. Тот факт, что почти все проекты начинаются с полной уверенности в их успешной реализации, и большинство из них разработали хорошие бизнес-планы и достаточные бюджеты, не влияет на их завершение, поскольку оно часто откладывается на неопределенный, порой достаточно длительный срок, а затраты оказываются намного выше запланированных. Часто одна из причин проектных неудач - отсутствие системы управления рисками. Планы разрабатываются, исходя из идеального течения проекта, при этом во внимание не берутся какие-либо

исключительные ситуации, которые могут возникнуть в ходе реализации проекта.

Для реализации метода имитационного проектирования Монте-Карло и оптимизации его под проектную деятельность, а в частности для анализа сроков проекта, разработана соответствующая методология. Данная методология состоит из следующих элементов:

1. Установление сроков этапов и проекта в целом с помощью различных методов планирования. Срок выполнения устанавливается согласно внутреннему распорядку подразделения, нормативным документам на НИОКР и техническому заданию на проект.

2. Анализ предыдущих проектов и сроков их выполнения. Рассматриваются плановые показатели и фактические.

3. Диапазон возможных отклонений в сроках этапов проекта устанавливаются на основании принципов проектного менеджмента PMBoK, технического задания, и специфики деятельности.

4. Составление уравнения для данной ситуации в виде:  $y=a*x_1+b*x_2+c*x_3$ . Количество переменных определяется в строгом соответствии с количеством этапов проекта.

5. Генерация случайной величины для каждой переменной. Выбор вида и формы распределения.

6. Для анализа распределения каждой переменной строится график распределения случайной величины. На основании полученных результатов делается вывод о наиболее вероятном сроке выполнения этапа проекта.

7. Составление общей таблицы данных.

8. Проведение имитационного моделирования.

9. Анализ полученных данных.

10. На основании анализа полученных результатов делается заключение о эффективности и качестве деятельности по управлению проектом, а также точности планирования и определения сроков отдельных этапов и проекта в целом.

Применим данный метод для проекта №1. Для этого построим математическую имитационную модель проекта в программе Excel, которая входит в пакет MS Office. Определимся с переменными для формирования управления. Проект состоит из 6 основных этапов. Рассмотрим их поподробней. Данные проекта были представлены выше в таблице. Начнем с того, что сам процесс планирования характеризуется следующими составляющими: прогнозированием и неопределенностью. Поскольку точные данные отсутствуют, нельзя выполнить простые расчеты для ответа на вопрос, сможем ли мы добиться требуемых сроков проекта. Есть методы, позволяющие при определенных условиях найти интервал значений результирующего параметра по диапазонам значений исходных данных, но для большинства проблем из реальной жизни такие условия, как правило, не существуют. Как только мы начинаем суммировать и умножать разные типы распределений, задача обычно превращается в то, что математики называют неразрешимой или не имеющей решения обычными математическими методами проблемой. Поэтому взамен мы пользуемся методом прямого подбора возможных вариантов, ставшим возможным благодаря появлению компьютеров. Из имеющихся интервалов мы выбираем наугад множество (тысячи) точных значений исходных параметров и рассчитываем множество точных значений искомого показателя.

Моделирование методом Монте-Карло – превосходный способ решения подобных проблем. Необходимо лишь сформировать математическую зависимость, определить значения факторов для конкретного этапа проекта. Затем с помощью моделирования случайной величины зафиксировать значения выходной величины (сроки проекта). Результаты моделирования делятся на соответствующие группы, согласно исходным параметрам анализа.

На основании результатов анализа предыдущих проектов и общих принципов и рекомендаций по управлению проектной деятельностью, которые представлены в PMBoK сформируем максимальные отклонения проекта. Зачастую считается, чтобы проект был выполнен на высоком уровне по

показателям качества и эффективности, а также не требовал огромных переделок, фактические сроки реализации проекта не должны быть меньше чем 40-60% процентов от плана и ТЗ. Теперь рассмотрим ситуацию, при которой наблюдается превышение срока проекта. Для данной ситуации характерна следующая картина. Во избежание огромных штрафов и разрыва проекта принято считать, что фактический срок реализации проекта должен не превышать план больше, чем 50 процентов. Этот критерий позволяет руководителям проекта избежать больших штрафов и разрыва проекта в одностороннем порядке, то есть отделаться незначительными штрафными санкциями. Конечно, тут стоит отметить, что это условие выполняется при отсутствии срывов сроков на других этапах. На основании этого составим соответствующую таблицу №8.

Таблица 8 – Диапазон сроков этапов проекта

№	Название	Возможный диапазон сроков проекта
		Месяц(ев)
1	Оценка возможности	0,2-0,8
2	Планирование	0,4-1,6
3	Разработка	4-12
4	Проектирование	3-10,5
5	Изготовление опытного образца	3-9
6	Оформление проекта согласно НД	1-4

Затем, когда границы интервалов определены перейдем к процессу моделирования случайной величины. Для этого в программе Excel создадим таблицу с нормальным распределением с количеством 100.

Форма распределения случайной величины для проектной деятельности – нормальное распределение. Убедимся в этом на практике. С помощью команды «=НОРМРАСП(R2;0;0,05;ЛОЖЬ)» создадим таблицу данных, которая изображена на рисунке 21.

x	нормальное
-0,65	1,59977E-36
-0,64	2,11123E-35
-0,63	2,67697E-34
-0,62	3,26122E-33
-0,61	3,8172E-32
-0,6	4,29277E-31
-0,59	4,63829E-30
-0,58	4,81512E-29
-0,57	4,80269E-28
-0,56	4,60246E-27
-0,55	4,23764E-26
-0,54	3,74874E-25
-0,53	3,18622E-24
-0,52	2,60192E-23
-0,51	2,04146E-22
-0,5	1,53892E-21
-0,49	1,1146E-20
-0,48	7,75622E-20
-0,47	5,18573E-19
-0,46	3,33118E-18
-0,45	2,05595E-17
-0,44	1,21915E-16

Рисунок 21 - Таблица данных

Диапазон значений данной таблицы от -0,65 до 0,85. Построим данную зависимость. Как видно из рисунка 22 форма распределения случайной величины имеет вид нормального распределения.



Рисунок 22. Вид распределения

Теперь можно приступать к рассмотрению каждого этапа в отдельности. Приведем результаты для всех 6 этапов проекта, но остановимся подробно на четырех. Связан такой выбор с тем, что содержание и специфика некоторых этапов схожа, поэтому описание всех не является целесообразным. В ходе анализа будут рассмотрены этапы «Оценки возможности выполнения проекта», «Планирования», «Разработка».

## Этап 1.

Начнем с оценки первого этапа проекта. Для этого выберем набор интервалов, которые делятся следующим образом: меньше 0,2, от 0,2 до 0,3, от 0,3 до 0,4, от 0,4 до 0,5, от 0,5 до 0,6, от 0,6 до 0,7, от 0,7 до 0,8, от 0,8 и больше. Рассчитаем среднее арифметическое значение и стандартное отклонение выборки. Зная эти значения можем приступить к моделированию случайной величины. Таблица значений случайной величины представлена на рисунке 23.

Для формирования таблицы случайной величины необходимо рассчитать, стандартное отклонение и среднее арифметическое значение.

Таблица 9. Значения параметров распределения

Наименование величины	Значение
Среднеарифметическое значение	1
Стандартное отклонение	0,432049

Случайная величина
0,1
0,5
0,9
0,7
0,4
0,7
0,6
0,5
0,6
0,6
0,4
0,6
0,8
0,5
0,3
0,1
0,5
0,3
0,4
0,7
0,2
0,3

Рисунок 23 - Таблица данных

На рисунке 23 изображен кусочек таблицы случайных величин. Всего было сгенерировано 100 различных чисел, которые удовлетворяют нашему условию. Затем разобьем полученные значения на интервалы. Данные интервалы сформированы на основании родства и влияния на итоги этапа и проекта в целом. Теперь посмотрим распределение этой величины с помощью гистограммы, которая представлена на рисунке 24.



Рисунок 24 - Распределение случайной величины

На рисунке можно наблюдать картину распределения величины (срока этапа №1) при моделировании. Как видно из рисунка 24 наибольшее количество попаданий наблюдается для интервала 0,4-0,5. Это говорит нам о том, что данный срок является наиболее вероятным для данного этапа и его вероятность составляет 19%. Это является неплохим результатом. Ведь данный интервал является наиболее идеальным для данного этапа, так как срок этапа в плане проекта - полмесяца. Вторым и третьим вариантами для данного этапа являются следующие сроки – 0,3-0,4 и 0,5-0,6. Данные интервалы показали неплохие показатели вероятности. Их вероятность равняется 14%. Что тоже является положительным результатом. Именно эти три интервала наиболее благоприятны для успешной реализации этапа и проекта в целом. Теперь рассмотрим негативные варианты. Стоит отметить их все же меньшинство. Наибольшие тяжкие последствия для проекта являются варианты меньше 0,2 месяца, и больше, чем 0,8. Эти два варианта будут причинами огромных издержек, серьезных штрафных санкций и в потенциале основной причиной разрыва проекта в одностороннем порядке со стороны заказчика. Эти два варианта необходимо полностью исключить или хотя свести на минимум вероятность их возникновения. В данных условиях, без внедрения новых

технологий управления и совершенствования деятельности, их вероятность составляет 11% для варианта меньше 0,2 и 7% для больше, чем 0,8. В сумме два этих крайне неблагоприятных варианта дают нам 18 процентов.

Также стоит заметить, что для успешного и безубыточного выполнения этапа и проекта в целом выполнение проекта тоже не желательно возникновения вариантов, таких как 0,2-0,3 и 0,7-0,8. Первый хоть и попадает в границу 40-60 процентов от установленного плана, но все же находится на самой грани этого общепринятого правила, тем самым можно констатировать, что качество такого этапа и его содержание скорее всего будет оставлять желать лучшего. Что касается варианта 0,7-0,8, то данный вариант имеет серьезное отклонение от сроков плана проекта – от 0,2 до 0,3 месяца, что в свою очередь является приблизительно 50 % от установленного. Зачастую такие отклонения являются следствием дополнительных издержек, штрафных санкций, ухудшают отношение с заказчиком, делают его менее гибким, портят репутацию исполнителя проекта. Два данных варианта имеют вероятность возникновения, равную 12 и 11 соответственно. Суммарная вероятность равна 23%, что является достаточно значимой величиной, на которую стоит обратить внимание при итоговом анализе проекта. Последний вариант, срок этапа проекта 0,6-0,7 месяцев, можно отнести к негативным. Данный сценарий не вызовет серьезных последствий для проекта в целом, при условии, что оставшиеся этапы будут сданы точно в срок.

В целом же хочется отметить, что 47 процентов распределения сроков реализации проекта укладываются в благоприятный сценарий течения проекта. Это говорит о том, что вероятность проведения проекта качественно и в срок составляет 47 процентов, что немного меньше, чем половина. Негативный сценарий, который не допустим, имеет вероятность 41 процент. Это является высокой вероятностью для принятия решения о разработке мероприятий по совершенствованию проектной деятельности научно-исследовательской лаборатории. Хотя многие и недооценивают важность этапа оценки возможности разработки в силу его формальности для некоторых проектов. Но

это далеко не так. Данный этап крайне важен. Именно на нем на команду проекта возлагается ответственность выполнить проект вовремя. Поэтому только огромная аналитическая работа может дать толк. Ведь всем известно о правиле 10-х затрат на каждой из стадий жизненного цикла продукции. Поэтому крайне важно разработать мероприятия для качественной и эффективной организации работ данного этапа. Данные меры должны быть направлены на повышение эффективности проектной деятельности, внедрение новых методов управления, регламентации процесса, анализ рисков, внедрение автоматизированных систем проектирования и управления. Реализация данных мер должна снизить данную вероятность на допустимый приемлемый уровень, при котором проекту ничего не угрожает. Это порядка 3-15 процентов от общей вероятности распределения.

#### Этап 2.

Для оценки второго этапа проекта необходимо выбрать набор интервалов, которые распределились следующим образом: меньше 0,4, от 0,4 до 0,6, от 0,6 до 0,8, от 0,8 до 1, от 1 до 1,2, от 1,2 до 1,4, от 1,4 до 1,6 и от 1,6 и больше. Рассчитаем среднее арифметическое значение и стандартное отклонение выборки. Значения представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Значения параметров распределения

Наименование величины	Значение
Среднеарифметическое значение	1
Стандартное отклонение	0,432049

Зная эти значения можем приступить к моделированию случайной величины. Таблица с случайной величиной представлена на рисунке 25.

Сроки проекта
1,553693559
1,103179582
1,033556149
0,605879328
1,289417528
0,804322047
1,091690833
1,611645669
1,51613805
0,931799894
1,520768671
0,224439545
0,627251623
1,530354669
0,943308974
1,914473076
0,870218865
0,589470159
0,681429357
1,747868649
1,203568199
0,84531548
1,243987339

Рисунок 25 - Таблица данных

На рисунке 25 изображен кусочек таблицы случайных величин. Всего было сгенерировано 100 различных чисел, которые удовлетворяют нашему условию. Затем разобьем полученные значения на интервалы. Данные интервалы сформированы на основании родства и влияния на итоги этапа и проекта в целом. Теперь посмотрим распределение этой величины с помощью гистограммы, которая представлена на рисунке 26.



Рисунок 26 - Распределение случайной величины

На рисунке 26 можно наблюдать картину распределения величины (срока этапа №2) при моделировании методом Монте-Карло. Как видно из рисунка 6 наибольшее количество попаданий наблюдается для интервала 0,8-1. Это говорит нам о том, что данный срок является наиболее вероятным для данного этапа и его вероятность составляет 20%. Это является неплохим результатом. Данный срок проекта является наиболее желаемым для всех заинтересованных сторон проекта (руководитель проекта, заказчик), так как срок этапа в плане проекта - месяц. Вторым и третьим вариантами для данного этапа являются следующие сроки – 0,6-0,8 и 1,2-1,4. Данные интервалы показали высокие показатели вероятности. Их вероятности равняются 17%. Вариант 0,6-0,8 можно охарактеризовать, как положительный, так как данный срок подразумевает выполнение проекта согласно плану проекта. Данный срок гарантирует выполнение этапа точно в срок, имея при этом бонус, в лице небольшого задела, на случай, если в ходе реализации проекта на других этапах будут наблюдаться небольшие отклонения сроков. Но стоит, отметить, главное, что выполнение этапа чуть раньше установленного срока окажет пагубного влияния на качество работ этапа в целом. Это говорит о том, что работа должна соответствовать установленным требованиям ТЗ и плана работ. А вот для варианта 1,2-1,4, собственно, как и для варианта 0,6-0,8, наблюдается уже немного другая картина. Он имеет уже негативную окраску, но стоит отметить не несет такой опасности, как критические сроки проекта. Этот интервал можно отнести к негативному сценарию развития событий, но который не вызовет серьезных последствий для проекта в целом, при условии, что оставшиеся этапы будут сданы точно в срок.

Наибольшие тяжкие последствия для проекта являются варианты меньше 0,4 месяца, и больше, чем 1,6. Эти два варианта будут причинами огромных издержек, серьезных штрафных санкций и в потенциале основной причиной разрыва проекта в одностороннем порядке со стороны заказчика. Эти два варианта необходимо полностью исключить или хотя свести на минимум вероятность их возникновения. В данных условиях, без внедрения новых

технологий управления и совершенствования деятельности, их вероятность составляет 9% для варианта меньше 0,4 и 6% для больше, чем 1,6. В сумме два этих крайне неблагоприятных варианта дают нам 15 процентов

Также стоит заметить, что для успешного и безубыточного выполнения этапа и проекта в целом выполнение проекта тоже не желательно возникновения вариантов, таких как 0,4-0,6 и 1,4-1,6. Первый хоть и попадает в границу 40-60 процентов от установленного плана, но все же находится на самой грани этого общепринятого правила, тем самым можно констатировать, что качество такого этапа и его содержание скорее всего будет оставлять желать лучшего. Что касается варианта 1,4-1,6, то данный вариант имеет серьезное отклонение от сроков плана проекта – от 0,4 до 0,6 месяца, что в свою очередь является приблизительно 50 % от установленного. Зачастую такие отклонения являются следствием дополнительных издержек, штрафных санкций, ухудшают отношение с заказчиком, делают его менее гибким, портят репутацию исполнителя проекта. Два данных варианта имеют вероятность возникновения, равную 11 и 7 соответственно. Суммарная вероятность равна 18%, что является достаточно значимой величиной, на которую стоит обратить внимание при итоговом анализе проекта.

Теперь разобьем, полученные интервалы на группы, согласно влиянию на итоговый результат этапа и проекта в целом. Первой группой называется «Положительный сценарий». Данная группа включает в себя следующие интервалы: 0,6-0,8, 0,8-1 и 1-1,2. Суммарная вероятность для данной группы 50%. Это говорит о том, что вероятность проведения проекта качественно и требуемый срок составляет 50 процентов, что является ровно половиной. Второй группой является «Удовлетворительный сценарий». Данная группа включает в себя один интервал – от 1,2 до 1,4. Вероятность которого, как было сказано выше, 17 процентов. Третья группа является самой негативной для результатов проекта, которая ставит выполнение проекта под сомнение, вплоть до разрыва контракта в одностороннем порядке. В данную группу входят следующие сроки проекта: меньше 0,4, от 0,4 до 0,6, от 1,4 до 1,6 и 1,6 и

больше. Суммарная вероятность для данной группы 33%. Негативный сценарий, который не допустим, наблюдаются в 33-х случаях из 100. Это говорит о том, что данный этап характеризуется короткими сроками и направлен на планирование деятельности в рамках проекта. То есть его суть кроется именно в содержательном, чем временном выражении. Значит критерием для оценки данной деятельности являются сроки предыдущих проектов, поэтому важно разработать мероприятия по совершенствованию именно качества деятельности. Данные меры должны быть направлены на повышение эффективности планирования за счет анализа предыдущих проектов, применения методов математической статистики и моделирование Монте-Карло. Реализация данных мер должна снизить данную вероятность на допустимый приемлемый уровень, при котором проекту ничего не угрожает. Это порядка 3-15 процентов от общей вероятности распределения.

### Этап 3

Для оценки второго этапа проекта необходимо выбрать набор интервалов на основании статистики предыдущих проектов, которые распределились следующим образом: меньше 4, от 4 до 6, от 6 до 8, от 8 до 10, от 10 до 12, и от 12 и больше. Рассчитаем среднее арифметическое значение и стандартное отклонение выборки (таблица 11).

Таблица 11 - Значения параметров распределения

Наименование величины	Значение
Среднеарифметическое значение	8
Стандартное отклонение	3,162278

Зная эти значения можем приступить к моделированию случайной величины. Таблица с случайной величиной представлена на рисунке 27.

Сроки проекта
13,14575404
4,769920552
8,344871133
8,700050553
5,041782728
10,65911518
6,130298488
4,109511915
7,607038405
8,246929505
0,719846233
9,27588977
3,575822538
11,14674511
16,23566437
5,799666276
10,60060616
9,463945657
8,648468741
10,77572914
11,77905076
3,772199403
9,348670415

Рисунок 27 - Таблица данных

На рисунке 27 изображен кусочек таблицы случайных величин. Всего было сгенерировано 100 различных чисел, которые удовлетворяют нашему условию. Затем разобьем полученные значения на интервалы. Данные интервалы сформированы на основании родства и влияния на итоги этапа и проекта в целом. Теперь посмотрим распределение этой величины с помощью гистограммы, которая представлена на рисунке 28.

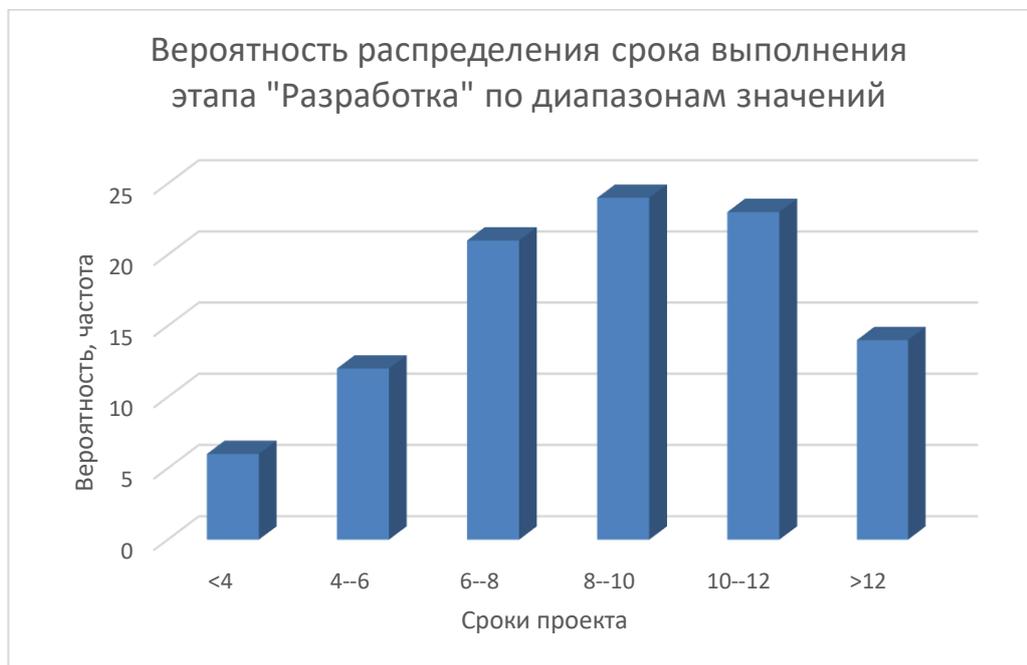


Рисунок 28 - Распределение случайной величины

На рисунке можно наблюдать картину распределения величины (срока этапа №3) при моделировании методом Монте-Карло. Форма распределения сроков проекта подчиняется нормальному закону распределения, что наглядно

видно из рисунка 28. Данное распределение имеет смещение влево. Это говорит нам о том, что данный этап является одним из основополагающих, именно в ходе данного этапа формируется разработка, создается интеллектуальная собственность и математическая модель системы. Именно содержание данного этапа определяет дальнейшую судьбу проекта и разработки. Поэтому выполнение такого большего объема работ редко можно завершить заранее, при этом, сдать этап и перейти к следующему, не беря даже во внимание качество работ проекта. Данными обстоятельствами и объясняется сдвиг распределения вправо. Рассмотрим теперь каждый потенциальный срок этапа в отдельности.

Как видно из рисунка наибольшее количество попаданий наблюдается для интервала 8-10. Это говорит нам о том, что данный срок является наиболее вероятным для данного этапа и его вероятность составляет 24%. Это является неплохим результатом. Данный срок проекта является наиболее желаемым для всех заинтересованных сторон проекта (руководитель проекта, заказчик), так как срок этапа в плане проекта – 10 месяцев. Вторым и третьим вариантами для данного этапа являются следующие сроки – 6-8 и 10-12. Данные интервалы показали высокие показатели вероятности. Их вероятности равняются 21% и 23% соответственно. Вариант 6-8 можно охарактеризовать, как положительный, так как данный срок подразумевает выполнение проекта согласно плану проекта. Данный срок гарантирует выполнение этапа точно в срок, имея при этом бонус, в лице небольшого задела, на случай, если в ходе реализации проекта на других этапах будут наблюдаться небольшие отклонения сроков. Но стоит, отметить, главное, что выполнение этапа чуть раньше установленного срока не окажет пагубного влияния на качество работ этапа в целом. Это говорит о том, что работа должна соответствовать установленным требованиям ТЗ и плана работ. А вот для варианта 10-12 наблюдается уже немного другая картина. Он имеет уже негативную окраску, но стоит отметить не несет такой опасности, как критические сроки проекта. Этот интервал можно отнести к негативному сценарию развития событий, но который не вызовет серьезных

последствий для проекта в целом, при условии, что оставшиеся этапы будут сданы точно в срок.

Наибольшие тяжкие последствия для проекта являются варианты меньше 4 месяца, и больше, чем 12. Эти два варианта будут причинами огромных издержек, серьезных штрафных санкций и в потенциале основной причиной разрыва проекта в одностороннем порядке со стороны заказчика. Эти два варианта необходимо полностью исключить или хотя свести на минимум вероятность их возникновения. В данных условиях, без внедрения новых технологий управления и совершенствования деятельности, их вероятность составляет 6% для варианта меньше 4 и 14% для больше, чем 12. В сумме два этих крайне неблагоприятных варианта дают нам 20 процентов

Также стоит отметить, что для успешного и безубыточного выполнения этапа и проекта в целом не желательно возникновение варианта, срок которого равен 4-6 месяцев. Он хоть и попадает в границу 40-60 процентов от установленного плана, но все же находится на самой грани этого общепринятого правила, тем самым можно констатировать, что качество такого этапа и его содержание скорее всего будет оставлять желать лучшего. Зачастую такие отклонения являются следствием дополнительных издержек, штрафных санкций, ухудшают отношение с заказчиком, делают его менее гибким, портят репутацию исполнителя проекта. Два данных варианта имеют достаточно высокую вероятность возникновения, равную 23%. Данная вероятность является достаточно величиной, на которую стоит обратить внимание при итоговом анализе проекта.

Теперь разобьем, полученные интервалы на группы, согласно влиянию на итоговый результат этапа и проекта в целом. Первой группой называется «Положительный сценарий». Данная группа включает в себя следующие интервалы: 6-8, 8-10. Суммарная вероятность для данной группы 45%. Это говорит о том, что вероятность проведения проекта качественно и требуемый срок составляет 44 процентов, что является чуть меньше половины. Второй группой является «Удовлетворительный сценарий». Данная группа включает в

себя один интервал – от 10 до 12. Вероятность которого, как было сказано выше, 23 процентов. Третья группа является самой негативной для результатов проекта, которая ставит выполнение проекта под сомнение, вплоть до разрыва контракта в одностороннем порядке. В данную группу входят следующие сроки проекта: меньше 4, от 4 до 6, и 1,2 и больше. Суммарная вероятность для данной группы 32%. Негативный сценарий, который не допустим, наблюдаются в 32-х случаях из 100. Это является высокой вероятностью для принятия решения о разработке мероприятий по совершенствованию научно-исследовательской деятельности лаборатории. Данный этап крайне важен. Именно данный этап формирует основную идею проекта, ее реализацию (модель) и интеллектуальную собственность. Ведь всем известно о правиле 10-х затрат на каждой из стадий жизненного цикла продукции. Поэтому крайне важно разработать мероприятия для качественной и эффективной организации работ данного этапа. Данные меры должны быть направлены на повышение эффективности проектной деятельности, внедрение новых методов управления, регламентации деятельности, анализ рисков, внедрение автоматизированных систем проектирования и управления. Реализация данных мер должна снизить данную вероятность на допустимый приемлемый уровень, при котором проекту ничего не угрожает. Это порядка 3-15 процентов от общей вероятности распределения.

#### Этап 4

Для оценки четвертого этапа проекта необходимо выбрать набор интервалов, на основании статистики предыдущих проектов, которые распределились следующим образом: меньше 3, от 3 до 4,5, от 4,5 до 6, от 6 до 7,5, от 7,5 до 9, 9-10,5 и от 10,5 и больше. Рассчитаем среднее арифметическое значение и стандартное отклонение выборки (таблица 12).

Таблица 12 - Значения параметров распределения

Наименование величины	Значение
Среднеарифметическое значение	6,75
Стандартное отклонение	2,806243

Зная эти значения можем приступить к моделированию случайной величины. Таблица с случайной величиной представлена на рисунке 29.

Сроки проекта
8,889819289
4,788661581
2,674992884
2,883546921
8,157147197
8,140403925
7,274223275
4,837077523
5,432633616
9,895124004
7,72533738
13,33043185
3,598522785
7,238733831
6,619980083
4,267947687
7,723170243
8,977399635
8,544627658
9,965000648
4,917567285
8,676554526
9,306416938

Рисунок 29 - Таблица данных

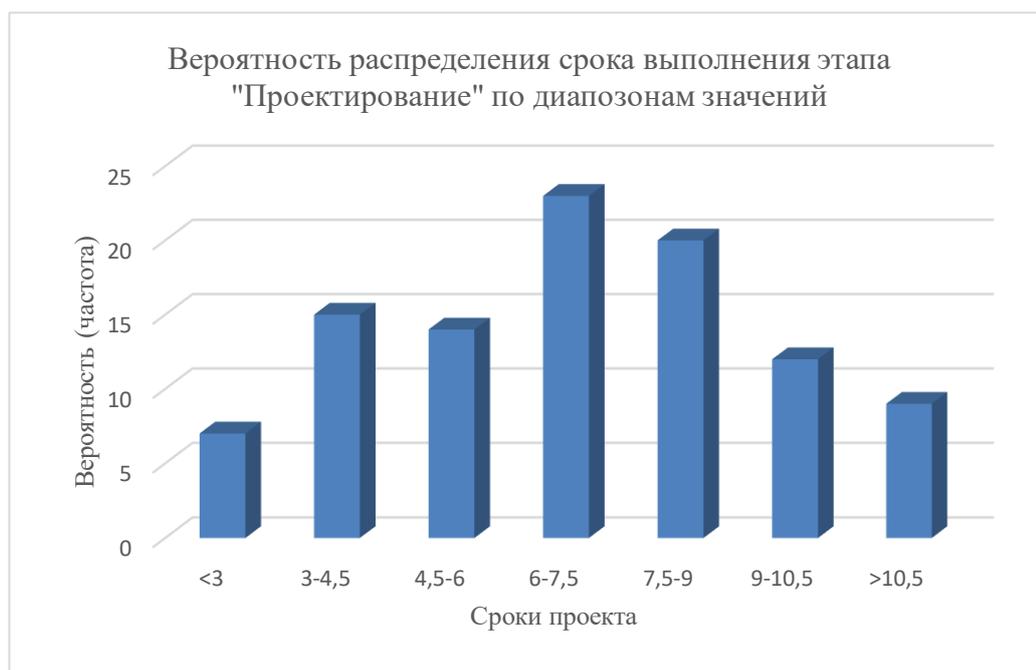


Рисунок 30 - Распределение случайной величины

Как видно из рисунка 30 наибольшее количество попаданий наблюдается для интервала 6-7,5. Для данного этапа вероятность равняется 23%. Это говорит о том, что данный срок проекта является оптимальным, так как срок этапа в плане проекта – 7 месяцев. Затем за ним следует – 7,5-9. Он

характеризуется вероятностью 20%. Вариант 7,5-9 является отрицательным, так как это существенное превышение сроков проекта, который будет иметь серьезные последствия. Разобьем полученные результаты на группы и получим следующую картину. К группе «удовлетворительные сроки проекта» можно отнести три возможных сценария – 4,5-6, 6-7,5 и 7,5-9. Суммарная вероятность которых равняется 57%. К негативному сценарию можно отнести все оставшиеся 4 варианта. Суммарный показатель, который равен 43%. Это говорит о том, что, как и в предыдущем этапе необходимо совершенствование проектной деятельности. Исходя из рода и содержания этапа, меры, предложенные для предыдущего этапа, идеально подходят и к данной деятельности.

#### Этап 5

Для оценки пятого этапа проекта необходимо выбрать набор интервалов, на основании статистики предыдущих проектов. Возможные сроки реализации проекта распределились следующим образом: меньше 3, от 3 до 4,5, от 4,5 до 6, от 6 до 7,5, от 7,5 до 9, и от 9 и больше. Рассчитаем среднее арифметическое значение и стандартное отклонение выборки (таблица 13).

Таблица 13 - Значения параметров распределения

Наименование величины	Значение
Среднеарифметическое значение	6
Стандартное отклонение	2,371708

Зная эти значения можем приступить к моделированию случайной величины. Таблица с случайной величиной представлена на рисунке 31.

Сроки проекта
3,123323618
5,611082181
9,219013138
3,177407131
12,3693171
7,964181505
3,65654987
3,127052689
2,740999957
9,225053768
8,906654051
4,163817581
1,481315501
10,71141548
4,698536345
8,562384337
8,278383068
8,191307598
7,242227065
6,346492135
7,006281687
6,002391941
2,460035992

Рисунок 31 - Таблица данных



Рисунок 32 - Распределение случайной величины

На рисунке 32 можно наблюдать картину распределения величины (срока этапа №5) при моделировании методом Монте-Карло. Форма распределения сроков проекта подчиняется нормальному закону распределения, что наглядно видно из рисунка 32. Данное распределение имеет смещение влево. Это говорит нам о том, что данный этап является одним из основополагающих, именно в ходе данного этапа происходит сборка макета системы, оптимизация железной начинки и программного обеспечения, тестирование. Для данной деятельности характерно большое количество рисковых ситуаций. Анализируя проекты данной научно-исследовательской

лаборатории и другую общедоступную статистическую информацию о результатах проектной деятельности, можно прийти к выводу, что именно данный этап был задержан и не сдан в срок. Поэтому выполнение такого большего объема работ редко можно завершить заранее, при этом, сдать этап и перейти к следующему, не беря даже во внимание качество работ проекта. Данными обстоятельствами и объясняется сдвиг распределения вправо. Рассмотрим теперь каждый потенциальный срок этапа в отдельности.

Как видно из рисунка наибольшее количество попаданий наблюдается для интервала 6-7,5. Вероятность для данного этапа составляет 23%. Это говорит нам о том, что в большинстве сценариев развития данного этапа будут наблюдаться небольшое отклонение, которое не превысит полтора месяца. Данный сценарий для проекта носит удовлетворительный характер. В случае его возникновения проект удастся избежать огромных денежных потерь и штрафных санкций. Но негативные стороны все есть. Это прежде всего штрафы средних или малых размеров, дополнительные издержки материальных ресурсов, потеря части имиджа. Вторым и третьим вариантами для данного этапа являются следующие сроки – 4,5-6 и 7,5-9. Данные интервалы показали высокие показатели вероятности. Их вероятности равняются 20% и 18% соответственно. Вариант 4,5-6 можно охарактеризовать, как положительный, так как данный срок подразумевает выполнение проекта согласно плану проекта. Данный срок гарантирует выполнение этапа точно в срок, имея при этом бонус, в лице небольшого задела, на случай, если в ходе реализации проекта на других этапах будут наблюдаться небольшие отклонения сроков. Но стоит, отметить, главное, что выполнение этапа чуть раньше установленного срока не окажет пагубного влияния на качество работ этапа в целом. Это говорит о том, что работа должна соответствовать установленным требованиям ТЗ и плана работ. А вот для варианта 7,5-9 наблюдается уже немного другая картина. Этот интервал относится к негативному сценарию развития событий, который вызовет серьезные последствия для сдачи этапа.

Наибольшие тяжкие последствия для проекта являются варианты меньше 3 месяца, и больше, чем 9. Эти два варианта будут причинами огромных издержек, серьезных штрафных санкций и в потенциале основной причиной разрыва проекта в одностороннем порядке со стороны заказчика. Эти два варианта необходимо полностью исключить или хотя свести на минимум вероятность их возникновения. В данных условиях, без внедрения новых технологий управления и совершенствования деятельности, их вероятность составляет 11% для варианта меньше 3 и 10% для больше, чем 9. В сумме два этих крайне неблагоприятных варианта дают нам 21 процентов

Теперь разобьем, полученные интервалы на группы, согласно влиянию на итоговый результат этапа и проекта в целом. Первой группой называется «Удовлетворительный сценарий». Данная группа включает в себя следующие интервалы: 4,5-6, 6-7,5. Суммарная вероятность для данной группы 43%. Это говорит о том, что вероятность проведения проекта качественно и установленный составляет 43 процентов, что является чуть меньше половины. Второй группой является «Негативный сценарий». Данная группа включает в себя один интервал – от 7,5 до 9. Вероятность которого, как было сказано выше, 18 процентов. Третья группа является критической для результатов проекта, которая ставит само выполнение проекта под сомнение, вплоть до разрыва контракта в одностороннем порядке. В данную группу входят следующие сроки проекта: меньше 3, от 3 до 4,5, и 9 и больше. Суммарная вероятность для данной группы 39%. Негативный сценарий, который не допустим, наблюдаются в 39-х случаях из 100. Это является высокой вероятностью для принятия решения о разработке мероприятий по совершенствованию научно-исследовательской деятельности лаборатории. Данный этап крайне важен. Ведь на данном этапе формируют работоспособный макет системы, оптимизируют железо и ПО, тестируют и на основании проделанной работы создается итоговый опытный образец. Данные меры должны быть направлены на повышение эффективности проектной деятельности, внедрение новых методов управления, регламентации деятельности, анализ рисков, внедрение

автоматизированных систем проектирования и управления, управление рисками данного этапа. Реализация данных мер должна снизить данную вероятность на допустимый приемлемый уровень, при котором проекту ничего не угрожает.

#### 6 этап

Для оценки второго этапа проекта необходимо выбрать набор интервалов на основании статистики предыдущих проектов, которые распределились следующим образом: меньше 1, от 1 до 2, от 2 до 3, от 3 до 4, и от 4 и больше. Рассчитаем среднее арифметическое значение и стандартное отклонение выборки. Данные значения представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Значения параметров распределения

Наименование величины	Значение
Среднеарифметическое значение	2,5
Стандартное отклонение	1,290994

Зная эти значения можем приступить к моделированию случайной величины. Таблица с случайной величиной представлена на рисунке 32.

Сроки проекта
4,133316272
2,40860789
2,42567053
0,377138198
1,272122711
0,718096117
5,58307257
3,879071781
2,262029684
3,18749564
5,275190528
2,474080284
1,530533813
4,648715185
1,183499709
2,958323224
1,53990595
1,136983777
1,624376325
2,681367112
2,853710999
4,081104807
2,999660903

Рисунок 33 - Таблица данных



Рисунок 34 - Распределение случайной величины

Как видно из рисунка 34 наибольшее количество попаданий наблюдается для интервала 2-3. Для данного этапа вероятность равняется 30%. Это говорит, данный срок проекта является оптимальным, так как срок этапа в плане проекта – 2,5 месяцев. Затем за ним следует – 3-4. Он характеризуется вероятностью 21%. Вариант 3-4 является отрицательным, так как это существенное превышение сроков проекта, который будет иметь серьезные последствия. Разобьем полученные результаты на группу и получим следующую картину. К группе удовлетворительные сроки проекта можно отнести два этапа – 2-3. Суммарная вероятность которых равняется 30%. К негативному сценарию можно отнести все оставшиеся 4 варианта. Суммарный показатель, который равен 70%. Это говорит о том, что, как и в предыдущем этапе необходимо совершенствование проектной деятельности.

Теперь перейдем на более сложный уровень – моделирование всего проекта одновременно. Моделирование всего проекта сложная задача. Сложность прежде выражена тем, что в проект входит 6 элементов, которые могут принимать любые значения от нуля и больше. Это говорит о том, что данная система имеет достаточное количество степеней свободы, тем самым увеличивая сложность моделирования и прогнозирования поведения системы (проекта). Для достижения высокой точности моделирования, оценки и анализа

результатов произведем огромное количество сценариев – 10000. Благо современные технологии, мощность персонального компьютера и возможности Excel позволяют это сделать.

Для моделирования данного проекта нам понадобятся информация, которая была рассчитана и описана при анализе каждого этапа в отдельности. Это прежде всего стандартное отклонение, среднее арифметическое значение, 90 процентный доверительный интервал и т.д.

Составим соответствующую таблицу и промоделируем срока проекта для каждого из этапов, рассчитав при этом общий срок проекта. На рисунке 35 изображена часть таблицы, состоящей из 10000 сценариев.

	Сценарий	Сроки этапов проекта						Итого сроки проекта
		Оценка возможности	Планирование	Разработка	Проектирование	Изготовление опытного образца	Оформление НД	
	90% интервал	от 0,2 до 0,8	от 0,4 до 1,6	от 4 до 12	от 3 до 10,5	от 3 до 9	от 1 до 4	
Ср.знач.	Номер	0,5	1	8	6,75	6	2,5	
Ст.отклон.		0,21602469	0,432049	3,162278	2,806243	2,371708	1,290994	Неделя
	1	0,47	1,20	10,68	1,84	8,92	1,00	24,12
	2	0,77	1,89	5,89	8,71	8,37	4,14	29,78
	3	0,44	1,46	7,74	9,97	2,34	0,28	22,24
	4	0,58	0,81	9,40	8,18	5,84	4,14	28,95
	5	0,28	0,89	7,53	6,53	4,17	4,55	23,97
	6	0,88	1,94	7,66	10,33	6,14	0,86	27,80
	7	0,44	1,44	1,52	6,98	4,77	2,41	17,57
	8	0,11	1,54	5,71	10,01	8,50	2,09	27,95
	9	0,51	1,53	11,47	9,31	2,08	1,08	25,98
	10	0,29	1,04	8,89	8,76	5,57	2,51	27,06
	11	0,66	1,60	10,99	6,91	7,89	3,67	31,73
	12	0,67	0,61	3,01	8,83	2,43	3,10	18,64
	13	0,49	1,15	11,41	4,69	5,75	1,20	24,70

Рисунок 35 - Моделирование сроков проекта

С помощью разработанного алгоритма в автоматическом режиме оценим результаты моделирования. Как видно из рисунка 35, при анализе выделено 4 основные состояния проекта:

- проект завершен слишком рано - временные рамки (1 до 23);
- проект завершен досрочно – временные рамки [23 до 27);
- проект сдан в срок – временные рамки [23 до 27);
- срыв сроков проекта - временные рамки [27 до 35);
- срыв проекта - временные рамки от 35.

Данные состояния выделены на основании общепринятых правил проектного менеджмента РМВОК, передовых методик распределения

временных ресурсов проекта (процентное соотношение), а также анализа предыдущих проектов лаборатории.

Данная таблица, изображенная на рисунке 36, включает в себя информацию о результатах моделирования для каждого из этапов проекта, итоговый срок проекта и результаты оценки анализа проекта.

	Сценарий	Сроки этапов проекта						Итого сроки проекта	Результаты проекта
		Оценка возможности	Планирование	Разработка	Проектирование	Изготовление опытного образца	Оформление НД		
	90% интервал	от 0,2 до 0,8	от 0,4 до 1,6	от 4 до 12	от 3 до 10,5	от 3 до 9	от 1 до 4		
Ср.знач.	Номер	0,5	1	8	6,75	6	2,5		
Ст.отклон.		0,21602469	0,432049	3,162278	2,806243	2,371708	1,290994	Неделя	Заключение
	1	0,47	1,20	10,68	1,84	8,92	1,00	24,12	Проект сдан точно в срок
	2	0,77	1,89	5,89	8,71	8,37	4,14	29,78	Срыв сроков проекта
	3	0,44	1,46	7,74	9,97	2,34	0,28	22,24	Проект завершен досрочно
	4	0,58	0,81	9,40	8,18	5,84	4,14	28,95	Срыв сроков проекта
	5	0,28	0,89	7,53	6,53	4,17	4,55	23,97	Проект сдан точно в срок
	6	0,88	1,94	7,66	10,33	6,14	0,86	27,80	Срыв сроков проекта
	7	0,44	1,44	1,52	6,98	4,77	2,41	17,57	Проект завершен досрочно
	8	0,11	1,54	5,71	10,01	8,50	2,09	27,95	Срыв сроков проекта
	9	0,51	1,53	11,47	9,31	2,08	1,08	25,98	Проект сдан точно в срок
	10	0,29	1,04	8,89	8,76	5,57	2,51	27,06	Срыв сроков проекта
	11	0,66	1,60	10,99	6,91	7,89	3,67	31,73	Срыв сроков проекта
	12	0,67	0,61	3,01	8,83	2,43	3,10	18,64	Проект завершен досрочно
	13	0,49	1,15	11,41	4,69	5,75	1,20	24,70	Проект сдан точно в срок

Рисунок 36 -Результаты моделирования сроков проекта

Получив, результаты сроков проекта, можно переходить к формированию заключения по каждому из сценариев. Итоговую таблицу моделирования и анализа результатов можно наблюдать на рисунке 37.

	Сценарий	Сроки этапов проекта						Итого сроки проекта	Результаты проекта	Все этапы завершились вовремя
		Оценка возможности	Планирование	Разработка	Проектирование	Изготовление опытного образца	Оформление НД			
	90% интервал	от 0,2 до 0,8	от 0,4 до 1,6	от 4 до 12	от 3 до 10,5	от 3 до 9	от 1 до 4			
Ср.знач.	Номер	0,5	1	8	6,75	6	2,5			
Ст.отклон.		0,21602469	0,432049	3,162278	2,806243	2,371708	1,290994	Неделя	Заключение	Заключение
	1	0,47	1,20	10,68	1,84	8,92	1,00	24,12	Проект сдан точно в срок	Имеет место отклонение этапа
	2	0,77	1,89	5,89	8,71	8,37	4,14	29,78	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	3	0,44	1,46	7,74	9,97	2,34	0,28	22,24	Проект завершен досрочно	Имеет место отклонение этапа
	4	0,58	0,81	9,40	8,18	5,84	4,14	28,95	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	5	0,28	0,89	7,53	6,53	4,17	4,55	23,97	Проект сдан точно в срок	Имеет место отклонение этапа
	6	0,88	1,94	7,66	10,33	6,14	0,86	27,80	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	7	0,44	1,44	1,52	6,98	4,77	2,41	17,57	Проект завершен досрочно	Имеет место отклонение этапа
	8	0,11	1,54	5,71	10,01	8,50	2,09	27,95	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	9	0,51	1,53	11,47	9,31	2,08	1,08	25,98	Проект сдан точно в срок	Имеет место отклонение этапа
	10	0,29	1,04	8,89	8,76	5,57	2,51	27,06	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	11	0,66	1,60	10,99	6,91	7,89	3,67	31,73	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	12	0,67	0,61	3,01	8,83	2,43	3,10	18,64	Проект завершен досрочно	Имеет место отклонение этапа
	13	0,49	1,15	11,41	4,69	5,75	1,20	24,70	Проект сдан точно в срок	Имеет место отклонение этапа
	14	0,41	0,67	9,87	6,62	7,10	2,40	27,07	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	15	0,29	1,21	13,49	6,77	10,48	1,45	33,69	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	16	0,92	1,24	7,70	6,05	6,59	2,65	25,15	Проект сдан точно в срок	Имеет место отклонение этапа
	17	0,36	0,55	8,25	6,84	6,33	2,36	24,68	Проект сдан точно в срок	Имеет место отклонение этапа
	9995,00	0,43	1,56	10,69	6,91	6,88	4,58	31,04	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	9996,00	0,64	0,39	1,06	7,77	6,45	4,22	20,53	Проект завершен досрочно	Имеет место отклонение этапа
	9997,00	0,27	1,36	2,95	8,14	5,13	4,83	22,68	Проект завершен досрочно	Имеет место отклонение этапа
	9998,00	0,39	1,49	6,59	9,52	5,07	3,90	26,96	Проект сдан точно в срок	Имеет место отклонение этапа
	9999,00	1,07	1,57	9,63	6,67	8,20	2,02	29,15	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа
	10000,00	0,36	0,10	9,11	7,54	7,09	4,63	28,84	Срыв сроков проекта	Имеет место отклонение этапа

Рисунок 37 - Итоговая таблица результатов моделирования и анализа

Результаты анализа результатов моделирования представлены на рисунке 38.

Завершен слишком рано	Выполнен досрочно	Точно срок	Срыв сроков	Срыв проекта	ИТОГО
228	3319	3107	3092	254	10000
2,28	33,19	31,07	30,92	2,54	100

Рисунок 38 - Результаты моделирования

Первая строчка таблицы показывает количество попаданий сценариев проекта в данный интервал, вторая строчка процентную вероятность для данного события.

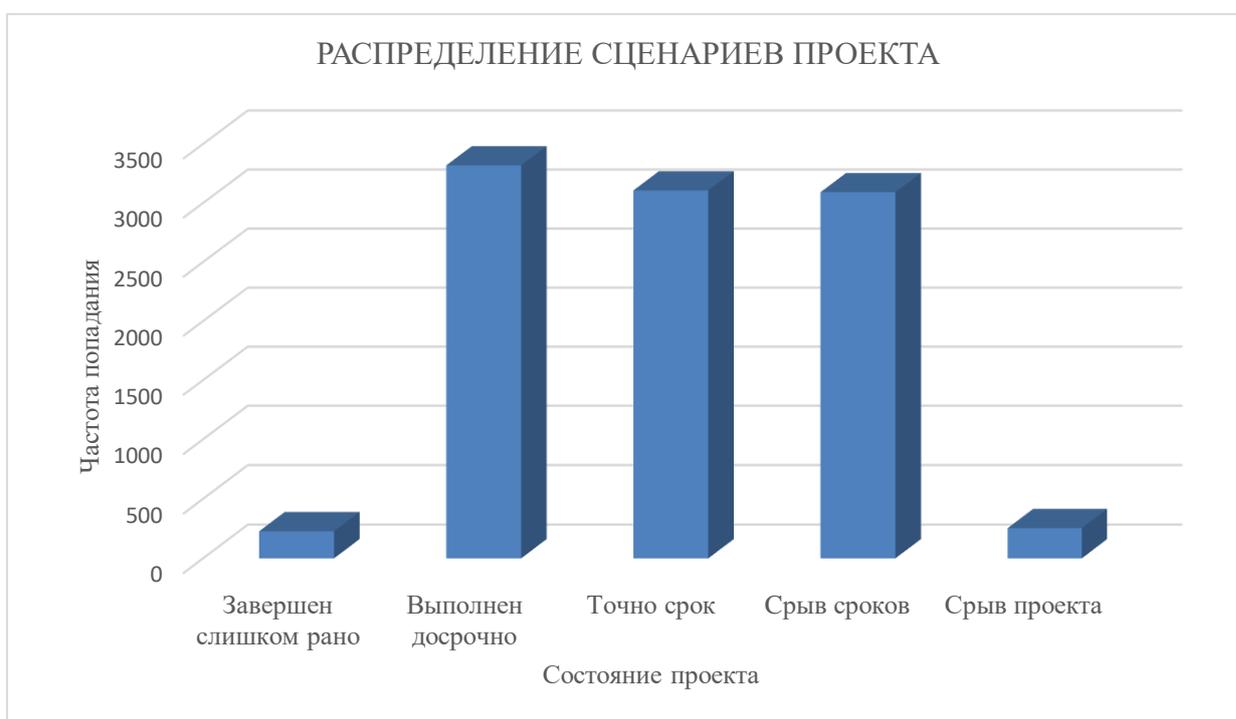


Рисунок 39. Гистограмма распределения

Как видно из рисунков 38-39 наибольшее количество сценариев удовлетворяют условию «Выполнен досрочно», значение вероятности для которого равняется 33,19%. За ним следует вариант «Выполнение проекта в срок», данный вариант является оптимальным для всех заинтересованных сторон проекта и его вероятность составляет 31,07%. Срыв же проекта наблюдается 30,92% случаях. Оставшиеся варианты «Завершено слишком рано» и «Срыв проекта» набрали незначительное количество попаданий и равняются 2,28% и 2,54% соответственно.

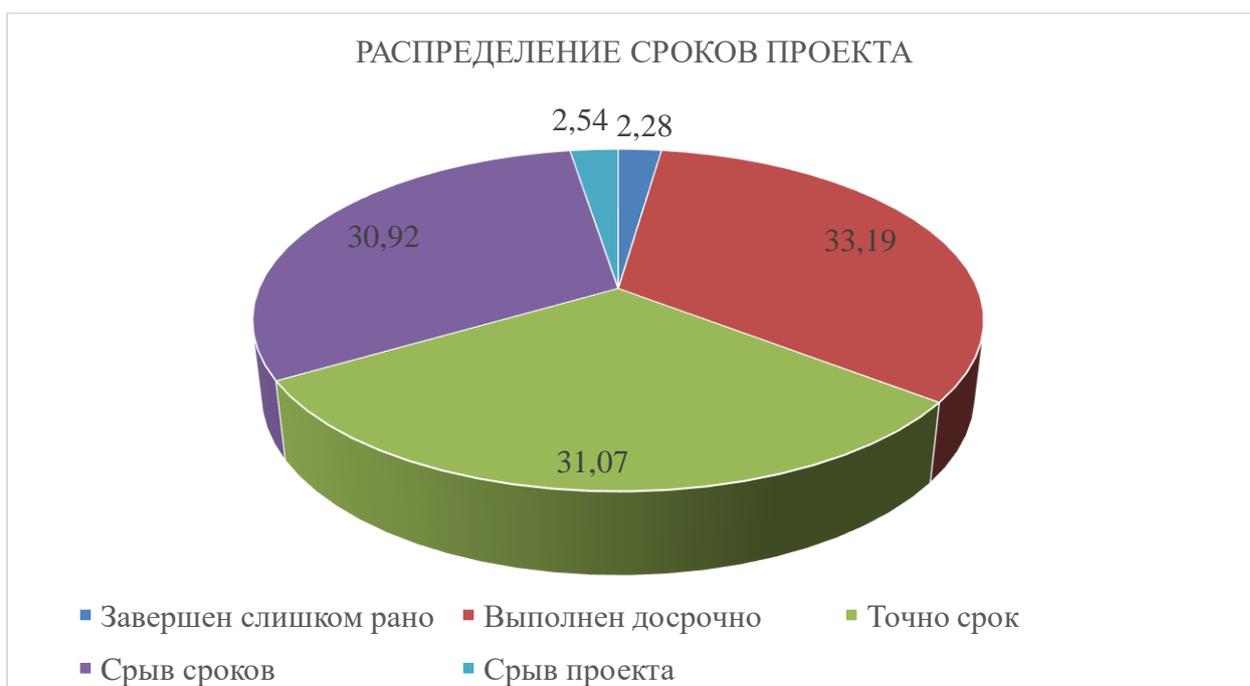


Рисунок 40. Диаграмма распределения

Но результаты, изображенные на рисунке 40, оценивают только итоговые результаты проекта. Это говорит о том, что данная модель позволяет «наверстывать» срывы проектов в ходе выполнения других этапов или наоборот делать небольшие резервы, для возможных отклонений в будущем. Зачастую, это не сказывается на результатах проекта, потому что заказчику интересна только конечная дата выполнения проекта в целом. Но не должно обольщать. Менеджеры проектов должны добиваться достижения идеального состояния проекта, где все этапы выполнены в срок. Именно это позволяет повысить эффективность деятельности. Ведь иногда и сами заказчики устанавливают собственные контрольные точки, по которым приходится отчитываться. Вот тогда и возникают причины дополнительных издержек, авралов на рабочих местах, сверхурочное пребывание персонала на рабочем месте, перегрузки, снижение эффективности деятельности и так далее, если делать все в последний момент. А возможные отклонения в сроках этапов в свою очередь станут причинами излишних издержек и штрафов.

Поэтому крайне важно рассмотреть вероятность идеального выполнения проекта. Под этим подразумевается такое выполнение проекта, которое

подразумевает полное отсутствие отклонений в сроках этапов проекта. Даже в самых незначительных или краткосрочных. Произведем анализ данных на наличие таких сценариев. На рисунках 41-42 можно наблюдать результаты анализа.

Проект выполнен без отклонений	Отклонения в этапе(ах)
111	9889

Рисунок 41. Результаты



Рисунок 42. Диаграмма распределения

Данные результаты впечатляют. Они говорят нам о том, что только 111 сценарий из 10000 удовлетворяет условию. Это подтверждает полученные результаты в ходе анализа предыдущих проектов лаборатории и общего функционирования лаборатории.

В целом хочется отметить, что данная модель с высоким уровнем точности характеризует проектную деятельность лаборатории. Данные результаты подтверждаются и результатами анализа предыдущих проектов лаборатории, как видно из диаграммы на рисунке 20, доли для двух последних вариантов крайне малы, этому есть объяснение. В ходе всей проектной

деятельности лаборатории не было случаев, когда проект был завершён слишком рано (ранее, чем за 60 % процентов от плана), а также разрыва хоз. договора заказчиком в одностороннем порядке в связи с невыполнением требований ТЗ. В основном главными недостатками при анализе проектов выявлены срывы сроков этапов или проекта. В следствии чего лаборатория терпела лишние издержки или серьезные штрафные санкции. Стоит отметить, что зачастую заказчик в итоге оставался доволен разработанной системой. Но сорванные сроки достаточно омрачали успешность данных проектов. На то были разные причины: это и рисковые ситуации, и отсутствие работы с ними, устаревшие методы управления лабораторией, отсутствие методологии проектирования и регламентов на процессы лаборатории, низкий уровень внедрения систем автоматизированного проектирования. Методы, реализованные в данной работе, решают имеющиеся проблемы и позволила вывести деятельность лаборатории на новый высокий уровень.

#### 4 Экономические выгоды от внедрения процессного подхода

В данный момент процесс внедрения процессного подхода в лаборатории завершено. Успешность НИР подтверждена цифрами и показателями в данном разделе. Внедрен процессный подход в лабораторию. Сформированы основные нормативные документы функционирования лабораторией – регламент научно-исследовательской лаборатории, регламент на основной процесс «Разработка новых рентгеновских систем», регламент «Управление рисками проектной деятельности». Организован и проведен менеджмент риска лаборатории, разработаны мероприятия по управлению рисками лаборатории, обозначены показатели качества процесса, проведен причинно-следственный анализ проектной деятельности на основе экспертной группы, применено математическое моделирование процессов Монте-Карло для управления сроками проектов, сформирована методология и алгоритм ведения данных проектов и работ научно-исследовательской лаборатории от идеи до стадии коммерциализации или передачи технического решения заказчику.

После внедрения процессного подхода в стенах лаборатории проведен один проект. Поэтому оценить эффективность реализации нового способа управления возможно уже сейчас, определены и зафиксированы основные параметры проектов, их успешность, количество контрактов и коммерциализуемых разработок

Поподробнее разберем данный проект. Данный проект успешно реализован. Тематика проекта: разработка интеллектуальной рентгеновской 3D микротомографической системы. Заказчик НИОКРа полностью удовлетворен результатами проекта. Проект сдан в срок, даже с небольшим опережением в 1 месяц, что говорит о том, что проект выполнен в идеальные сроки. На тестировании прибора система с первого раза отвечала заявленным в техническом задании и паспорте требованиям. Этот факт говорит о высоком качестве работ в рамки проекта, при этом можно особо выделить реализацию основных этапов «Разработки системы» и «Проектирование».

Таблица 15 - Сроки нового проекта №3

№	Название	Фактические значения	План и ТЗ	Срыв проекта
		месяц	месяц	месяц
1	Оценка возможности	0,5	0,5	0
2	Планирование	0,5	1	- 0,5
3	Разработка	4	3,5	- 0,5
4	Проектирование	4	4	0
5	Изготовление опытного образца	2	2	0
Всего		10	11	- 1



Рисунок 43 - Циклограмма сроков этапов проекта

Как видно из таблицы 15 данный проект состоял из 5 этапов. Первый этап был преодолен согласно плану и ТЗ точно в срок. На основе сравнительной циклограммы, изображённой на рисунке 43, можно сделать вывод, что второй и третий были выполнены даже раньше запланированного на полмесяца соответственно. И это очень даже хороший результат. Ведь основываясь на результатах анализа предыдущих проектов, видно, что наиболее проблемным этапом, в прошлых проектах, был как раз этап «Разработка». В данный момент реализуется этап «Проектирование» и есть все основания и предпосылки рассчитывать на то, что данная положительная динамика сохранится. Это говорит нам о том, что устранены предупреждения и

штрафы, которые были в прошлых проектах, тем самым удалось сэкономить ресурсы, снизить издержки, улучшить деловую репутацию и эффективность.

Так же хочется отметить, в ходе реализации текущего проекта для бесперебойного функционирования и планомерной организации работ научно-исследовательской лаборатории на стадии разработка опытного образца, что соответствует 20 % во временном выражении до окончания проекта, планируется реализация мероприятий для поиска нового проекта. Данные меры минимизируют риски по «простою» научно-исследовательской лаборатории. Ведь простой несет в себе ряд отрицательных моментов, таких как рост издержек, снижение материального благополучия не только самой научно-исследовательской лаборатории, но и ее сотрудников. Что грамотный управленец не имеет права допустить.

Основные экономико-финансовые эффекты от внедрения:

- сокращение сроков проектов в целом (ликвидация отклонений от сроков проектов, отсутствие штрафов со стороны заказчика, издержек, которые можно устранить);
- рост объемов привлеченных дополнительных средств в функционирование лаборатории;
- исчезновение случаев остановки проектов за счет разработанных мероприятий, алгоритмов, анализа и минимизации рисков;
- минимизация неоправданных закупок.

Выше представлены основные полученные экономико-финансовые эффекты от внедрения нового метода управления лабораторией. Внедрение процессного подхода к управлению также направлено на решение внутренних проблем функционирования научно-исследовательской лаборатории. В частности, внедрение процессного подхода в функционирование и управление научно-исследовательской лабораторией принесло следующие выгоды:

- прозрачность деятельности (для контролирующих органов и высшего руководства ВУЗа);

- повышение эффективности управления (за счет возможности объективного контроля требований к деятельности сотрудников);
- повышение эффективности работ за счет реализации системности и процессного подхода;
- повышение уровня внутренних коммуникаций;
- снижение рисков, связанных с уходом руководителя и сотрудников;
- управление рисковыми ситуациями;
- создание возможностей для аудита бизнес-процессов и «запуска» системы непрерывного совершенствования;
- создание предпосылок для последующей эффективной автоматизации бизнес-процессов;
- устранение дублирования функций сотрудниками;
- сотрудники, зная, что процессы контролируются, выполняют свою работу более добросовестно;
- наличие разработанной системы показателей;
- количество ошибок при реализации проекта снизилось на 50-90%;
- регламенты процессов представляют собой законную нормативную базу научно-исследовательской лаборатории для материального стимулирования и наказания сотрудников.

Опрос среди сотрудников лаборатории показал, что сотрудники довольны нововведениями и отмечают первые результаты этой работы в повседневной профессиональной деятельности. Это прежде всего:

- наличие документа, регламентирующего процесс разработки;
- повышение внутренних коммуникаций;
- регламентирована работа и ответственность каждого сотрудника;
- отсутствие простоев и перегруженных мест;
- наглядно и доступно донесены показатели качества работ;
- объективность оценки;
- проект функционирует как понятная и четкая система;
- системность работ.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ГМ51	Баус Станислав Сергеевич

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФМПК</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Управление качеством

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах, документацией лаборатории.
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	Определение потенциального потребителя результатов исследования, анализ конкурентных технических решений
2. Разработка устава научно-технического проекта	Устав проекта.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организации закупок	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета
4. Определение экономической, финансовой эффективности	Расчеты эффективности проекта

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Карта сегментирования рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. SWOT-анализ
4. Диаграмма Гантта
5. Диаграмма Исикавы

Дата выдачи задания по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Николаенко В.С.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ51	Баус Станислав Сергеевич		

## 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### Введение

Тема диссертационной работы – «Проектирование процессного подхода при проектировании работ научно-исследовательской лаборатории». Научно-производственная, научно-исследовательская практики, ставшие основой данной исследовательской работы, проходила в научно-исследовательской лаборатории «Систем технического зрения» национального исследовательского Томского государственного университета. По итогам работы, внедрен процессный подход при проектировании работ лаборатории, были написаны регламенты лаборатории «Разработка новых модификаций рентгеновских систем» и «Управления проектными рисками», организован и запущен процесс менеджмент риска, реализовано моделирование методом Монте-Карло при планировании и анализе сроков проекта. Целью данного раздела является определение перспективности и успешности НИР.

### 5.1. Предпроектный анализ

#### 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Целью данной работы является совершенствование научно-исследовательской деятельности, в частности проектной, международной лаборатории «Систем технического зрения» ТГУ. Каждый из разработанных мероприятий и документов являются уникальными и применимы только для данной лаборатории с учетом ее внутреннего распорядка, штата, специфики деятельности и внутренними документами ТГУ. Потенциальными потребителями результатов научно-исследовательской работы (НИР) в рамках магистерской диссертации являются внутренние потребители, то есть руководство и сотрудники научно-исследовательской лаборатории. Внешние потребители, заказывая научные изыскания и приобретая продукцию лаборатории, косвенно также являются потенциальными потребителями результатов исследования, так как внутреннее совершенствования

функционирования лаборатории и проектной деятельности ведет к повышению качества итоговой продукции. Заказчиками продукции являются: Роскосмос, АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева» г. Железногорск, АО НПФ «Микран» г. Томск, НПЦ «Полус» г. Томск.

Стоит отметить, что данный опыт может быть интересен другим научно-исследовательским лабораториям высших учебных заведений и проектным институтам, которые ставят перед собой задачи повышения качества общего менеджмента и проектной деятельности.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Таблица 16 - Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
Наглядность и открытость	0,04	96	100	0,96	0,0384
Наличие зон безответственности	0,06	98	100	0,98	0,058
Показатели результативности процессов, работ	0,07	89	100	0,89	0,0623
Реализация менеджмента рисков	0,08	97	100	0,97	0,0776
Управление сроками проекта	0,06	95	100	0,95	0,057
Регламентация процессов	0,08	100	100	1	0,08
Простота в использовании	0,03	75	100	0,75	0,0225
Объективность контроля	0,06	94	100	0,94	0,0564
По возможности внедрения авт. систем	0,04	86	100	0,86	0,0344
Отчетность	0,02	80	100	0,8	0,016
Точность оценки рисков	0,08	95	100	0,95	0,076

Продолжение таблицы 16

Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Низкие затраты на реализацию	0,06	80	100	0,8	0,048
Повышение имиджа лаборатории	0,05	85	100	0,85	0,0425
Привлечение проектов	0,07	75	100	0,75	0,0525
Повышение эффективности деятельности	0,1	96	100	0,96	0,096
Снижение затрат лаборатории, благодаря внедрению	0,1	97	100	0,97	0,097
Итого	1	1438	1600	14,38	0,9154

Так как  $K = 91,4\%$ , то данная научная разработка считается перспективной, следовательно, она является выгодной для инвестирования, а значит, имеет перспективы для дальнейшего улучшения. На основании таблицы можно сделать вывод, что самыми сильными сторонами разработки (больше 90%).

### 5.1.3 Диаграмма Исикава

Цели и результат при реализации данной деятельности представлены на рисунке 44.



Рисунок 44 - Диаграмма Исикава проекта

Рисунок 44 наглядно отображает основные методы совершенствования деятельности лаборатории, которые реализованы в рамках данного проекта. Диаграмма Исикава дает возможность наглядно оценить содержание проекта. Это прежде всего набор методов, которые будут реализованы, требуемое оборудование, материалы (информация), которые необходимы для проведения и внедрения проекта в лабораторию. На основе анализа диаграммы Исикава «Цели и результаты проекта» можно сделать вывод, что набор работ, которые предложены в календарном плане позволят реализовать данные мероприятия, которые будут иметь экономический «выхлоп», в виде повышения эффективности, ликвидация отклонений в сроках проекта, минимизация или исключения рискованных ситуаций. Все затраты представлены в разделе материальных затрат. Дополнительных затрат не предусмотрено.

#### 5.1.4 SWOT-анализ SWOT – представляет собой комплексный анализ

Таблица 17 - SWOT-анализ научно исследовательского проекта.

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1 наглядность и открытость; С2 качество управления; С3 снижение чел. фактора; С4 регламентация процессов; С5 объективность контроля; С6 метрики работ; С7 снижение затрат С8 эффективность работ;	Сл1 индивидуальный проект; Сл2 сложности при выборе состава экспертной группы по оценке; Сл3 жесткие рамки для всей деятельности; Сл4 новшество, может быть воспринято в штыки персоналом.
<b>Возможности</b> В1 устранение зон безответственности; В2 управление сроками проекта В3 менеджмент риска В4 Внедрение автоматизированных систем проектирования;	К принципам процессного подхода предлагается применить моделирование Монте-Карло и менеджмента риска на основе FMEA-анализа. Внедрение имеет комплексный характер. Реализация метода позволит достичь представленных улучшений деятельности, исключить дополнительные издержки, снизить себестоимость, повысить конкурентоспособность. Это положительно скажется на отдельных процессах, так и на лаборатории в целом.	Чтобы приблизить данный проект к типовому и использовать для других подразделений-лабораторий университета надо реализовать все документы и адаптировать их под специфику лаборатории. При высоком понимании работ, это достижимо. Для устранения же возможных негативных сторон необходимо должное внимание уделить работе по ознакомлению сотрудников с новым распорядком. Объяснить, что все новшества предназначены не для того, чтобы усложнить их работу, а на общее благо.

Продолжение таблицы 17

Угрозы	Все угрозы устранимы путем	После реализации метода для
У1 Изменение законодательных и нормативных актов; У2 Изменение или расширение профиля лаборатории; У3 Появление нового более совершенного метода управления.	внесения изменения в имеющиеся документы, адаптация их под новые реалии законодательной базы и деятельности лаборатории. Это адаптация не несет финансовых потерь, необходимы только временные ресурсы.	снижения уровня угроз и улучшения слабых сторон метода, необходимо провести анализ проведенной деятельности, по результату которой доработать недочеты и внести необходимые коррективы.

SWOT-анализ проекта представлен в таблице 17. Реализация данного метода управления и внедрение его в лабораторию подразумевает достижение сильных сторон данного проекта. Данные сильные стороны основаны на преимуществах процессного подхода перед другими подходами к управлению. Но как перед нами стоит задача не только внедрить процессный подход, но усовершенствовать деятельность, повысить эффективность и снизить издержки, поэтому необходимо сформировать комплексный проект. Процессный подход не затрагивает такие стороны деятельности лаборатории, как управление сроками проекта и возможные риски проектной деятельности. Следовательно, в рамках проекта процессный подход дополняется, такими методами, как Монте-Карло, запуск менеджмента риска, которые позволяют достичь высокой привлекательности проекта за счет достижения возможностей. В итоге данный проект, не только реализует сильные стороны процессного подхода, но и решит проблемы отклонения сроков проекта и возникновение рисков ситуаций. Мероприятия, требуемые для достижения поставленных задач отображены в календарном плане. Они не требуют дополнительных финансовых затрат и реализованы в рамках оклада инженера (студента).

#### 5.1.5 Метод коммерциализации научного проекта

Набор мероприятий проекта является эксклюзивным и разработан с учетом специфики проектной деятельности, проблем и возможностей лаборатории. В связи с этим результаты будут внедрены в лаборатории и результаты научно-исследовательской работы. Как сотрудник данной

лаборатории, который работает по срочному договору, данный труд оплачивается в рамках заработной платы.

## 5.2 Инициация проекта

### 5.2.1 Устав проекта

Устав проекта отображает цели проекта, потребности и критерии заказчика проекта, а также результат, который планируется достичь. Заинтересованные стороны проекта представлены в таблице 3. Заинтересованными сторонами проекта являются лица или организации, принимающие активное участие в проекте или интересы которых могут быть затронуты в процессе реализации и сдачи проекта.

Таблица 18 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Руководство лаборатории	1) Повышение имиджа лаборатории; 2) Конкурентоспособность методики; 3) Повышение эффективности; 4) Сокращение издержек.
Сотрудники лаборатории	1) Легкость освоения 2) Прозрачность оценки 3) Новшество не создаст дополнительную работу
Сотрудники лаборатории	1) Легкость освоения 2) Прозрачность оценки 3) Новшество не создаст дополнительную работу; 4) Показатели качества
Внешние заказчики проектной деятельности	1) Выполнение проектов точно срок 2) Качество НИОКР 3) Передовые технологии проектного менеджмента 4) Уменьшение проектной стоимости
Поставщики	1) Надежный заказчик. 2) Своевременная оплата.

Цели и результаты работы представлены в таблице 4.

Таблица 19 - Цели и результаты проекта

Начало проекта:	30.09.2015
Окончание проекта:	23.05.2017
Цели проекта:	Повышение эффективности и результативности деятельности организации с помощью внедрения разработанной методики проектирования научно-исследовательской деятельности

Продолжение таблицы 19

Ожидаемые результаты проекта:	1. Внедрение методологии: менеджмент риска, регламентация деятельности, показатели качества; управление сроками проекта методом Монте-Карло. 2. Разработка документов: регламент процесса, регламент менеджмента риска.
Критерии приемки результатов проекта:	1. Предоставление набора документов по проекту; 2. Внедрение в лабораторию. 3. Экономическая эффективность и сокращение издержек.
Требования к результату проекта:	1. Повышение эффективности проектной деятельности; 2. Управление сроками проекта (отсутствие срывов); 4. Сокращение издержек. 5. Апробация результатов

## 2. Организационная структура проекта

Роль исполнителя выполняет магистрант, а роль руководителей – Плотникова Инна Васильевна, руководитель от кафедры ФМПК. Рабочая группа по проекту и степень участия представлены в таблице 5.

Таблица 20 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Плотникова И.В., ТПУ, доцент кафедры ФМПК	Руководитель проекта	Выбор темы исследования. Проведение консультаций по возникающим вопросам. Утверждение документов. Курирование внедрения разработки.
2	Баус С.С., магистрант ТПУ	Исполнитель проекта	Поиск организации и выбор темы исследования. Изучение деятельности лаборатории. Анализ текущего состояния лаборатории и предыдущих проектов. Проектирование процессного подхода при проектировании работ лаборатории. Написание теоретической части диссертации. Написание разделов магистерской диссертации. Оформление диссертации.

Все факторы ограничения проекта (таблица 20).

Таблица 21 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения /допущения
3.1 Бюджет проекта	590000 руб
3.1.1 Источник финансирования	-
3.2 Сроки проекта:	С февраля 2016г по май 2017г.
3.2.1 Дата утверждения плана управления проектом	февраль 2016г
3.2.2 Дата завершения проекта	23 май 2017г
3.3 Прочие ограничения и допущения*	-

### 5.3 Планирование и управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

#### 5.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Таблица 21 - Временные показатели проекта за 2016-2017 годах.

Вид работы	Трудоемкость работы			Исполнитель	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ож}$ , чел-дни			
Поиск организации	4	10	6,4	РС	3,2	5
Выбор направления исследования и темы НИР	3	5	3,8	РС	1,9	3
Изучение деятельности лаборатории	10	14	11,6	С	11,6	18
Анализ текущего состояния лаборатории и предыдущих проектов	18	22	19,6	С	19,6	29
Поиск литературы по теме работы	7	12	9	С	9	14
Изучение и анализ требований нормативных документов	6	10	7,6	С	7,6	12
Сравнительный анализ подходов к управлению	8	12	9,6	С	9,6	15
Обоснование метода управления	5	7	5,8	РС	2,9	5
Описание процессов научно-исследовательской лаборатории	20	24	21,6	С	21,6	32
Разработка показателей качества и контрольных точек процессов	7	10	8,2	С	8,2	13
Разработка регламента на процесс	16	20	17,6	РС	8,8	14
Оценка и анализ рисков лаборатории	22	25	23,2	С	23,2	35
Организация менеджмента риска	12	15	13,2	С	13,2	20
Разработка регламента «Управление проектными рисками лаборатории»	16	20	17,6	РС	8,8	14
Управление сроками проекта методом Монте-Карло	7	9	7,8	С	7,8	12
Оценка эффективности от внедрения	8	14	10,4	РС	5,2	8
Написание теоретической части диссертации	6	10	7,6	С	7,6	12
Написание практической части диссертации по результатам проекта	3	5	3,8	С	3,8	6
Написание разделов ВКР	5	9	6,6	С	6,6	10
Оформление диссертации	5	11	7,4	С	7,4	11
ИТОГО:	188	264	218,4	Р- 6 С-20	187,6	288

### 5.3.2 План проекта

Линейный график диссертации представлен в таблице 22.

Таблица 22 - Календарный план проекта

№ п/п	Название	Длительность, рабочие дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Поиск организации	5	08.02.16	12.02.16	Руководитель Студент
2	Выбор направления исследования и темы НИР	3	15.02.16	17.02.16	Руководитель Студент
3	Изучение деятельности лаборатории	18	18.02.16	14.03.16	Студент
4	Анализ текущего состояния лаборатории и предыдущих проектов	29	15.03.16	22.04.16	Студент
5	Поиск и исследование литературы по теме работы	14	25.04.16	12.05.16	Студент
6	Изучение требований нормативных документов	12	13.05.16	30.05.16	Студент
7	Сравнительный анализ подходов к управлению	15	31.05.16	20.06.16	Студент
8	Обоснование выбора метода управления	5	21.06.16	27.06.16	Руководитель Студент
9	Описание процессов лаборатории	32	28.06.16	10.08.16	Студент
10	Разработка показателей качества	13	05.09.16	21.09.16	Студент
11	Разработка регламента на процесс	14	22.09.16	11.10.16	Руководитель Студент
12	Оценка и анализ рисков лаборатории	35	12.10.16	29.11.16	Студент
13	Организация менеджмента риска	20	30.11.16	27.12.16	Студент
14	Разработка регламента управления рисками	18	06.02.17	01.03.17	Руководитель Студент
15	Управление сроками на основе моделирования Монте-Карло	12	02.03.17	17.03.17	Студент
16	Оценка эффективности от внедрения	8	18.03.17	28.03.17	Руководитель Студент
17	Написание теоретической части диссертации	12	29.03.17	13.04.17	Студент
18	Написание практической части	6	14.04.17	21.04.17	Студент
19	Написание разделов ВКР	10	24.04.17	05.05.17	Студент
20	Оформление диссертации	10	10.05.17	23.05.17	Студент

На основе календарного плана сформирована диаграмма Ганта в

программном продукте MS Project. Диаграмма представлена на рисунке 45.

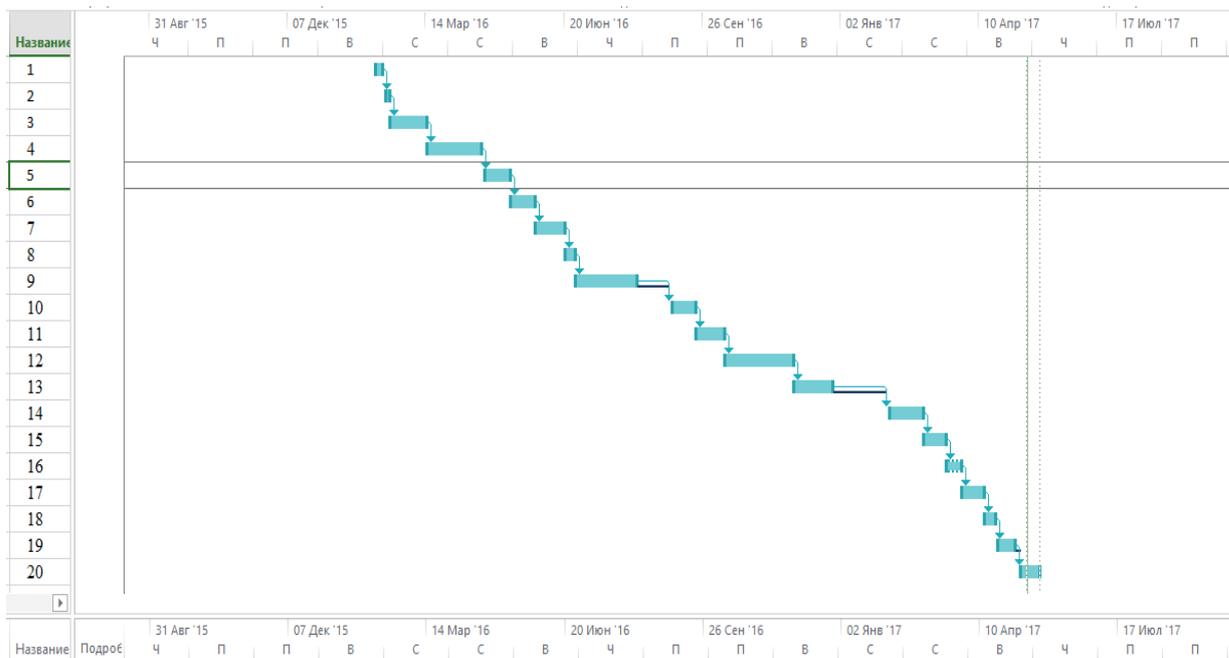


Рисунок 45 - Диаграмма Ганта проекта

### 5.3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 5.3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчеты, произведенные в данном разделе, вносим в таблицу 23

Таблица 23 - Матрица затрат на материалы

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы (З <sub>м</sub> ), руб.
Офисная бумага	пачка	1	320	320
Тонер для принтера	шт.	1	400	400
Интернет	М/бит (пакет)	4	300	1200
Шариковая ручка	шт.	1	35	35
Итого				1955

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 1955 руб.

### 5.3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта.

Таблица 24 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер (студент)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней: выходные дни	105	105
праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени: отпуск	48	48
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 25.

Таблица 25 - Расчет основной заработной платы за 2016-17г.

Исполнители	З <sub>гс</sub> , руб.	К <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>раб</sub> , раб.дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	35 264,6	1,3	45 843,98	2 580,16	49	126 427,84
Инженер (студент)	11 387,4	1,3	14 803,62	883,17	288	201 362,76
Итого	327 790,6					

Заработная плата научного руководителя составила за 2 года 126 427,84 рублей, инженера (студента) – 201 362,76 рублей. Общая основная заработная плата составила 327 790,6 рублей.

### 5.3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата руководителя равна 17 699,9 рублей, инженера (студента) – 28 190,79 рублей. Общая дополнительная заработная плата составила 45 890, 69.

### 5.3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016-2017 годах действует пониженная ставка – 27,1%. Рассчитанные значения представлены в таблице 26.

Таблица 26 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчислений во внебюджетные фонды
Научный руководитель	126 427,84	17 699,9	39 050,49
Инженер-студент	201 362,76	28 190,79	62 209,01
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	0,271		
Итого	101 259,5		

Отчисления во внебюджетные фонды составило 101259,5 руб.

#### 5.3.3.5 Накладные расходы

В статью «Накладные расходы» включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание. Накладные расходы составляют 30 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Таким образом, накладные расходы равны 112104,39 рублей.

#### 5.3.3.6 Формирование бюджета затрат проекта

Расчет затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, представлен в таблице 27.

Таблица 27 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	1955
Затраты на специальное оборудование для научных работ	-
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	327790,6
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	45890,69
Отчисления во внебюджетные фонды	101259,5
Накладные расходы	112104,39
Бюджет затрат на НТИ	589000,18

#### 5.4 Заключение по разделу

В данном разделе выпускной квалификационной работы была определена перспективность и успешность исследовательской работы. Были определены потенциальные потребители, проведен анализ конкурентоспособности проекта, проведено планирование научно-исследовательских работ. Была рассчитана сумма денежных затрат на реализацию данной исследовательской работы. Разработан устав проекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1ГМ51	Баус Станислав Сергеевич

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФМПК</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	27.04.02 «Управление качеством»

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка методологии и применение методов для совершенствования проектной деятельности лаборатории, разработка внутренних документов лаборатории: - регламент на процесс; - регламент по управлению рисками. Область применения: применяется в научно-исследовательской лаборатории высшего учебного заведения.
--	--

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

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.	Вредные факторы, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследования: отклонение показателей микроклимата в помещении, отклонение нормативных показателей освещенности, повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенный уровень шума на рабочем месте, поражение электрическим током. К опасным факторам рабочего места можно отнести поражение электрическим током.
<b>2. Экологическая безопасность:</b> 2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.	При работе научно-исследовательской лаборатории основными отходами деятельности являются офисная бумага, неисправное офисная техника, люминесцентные лампочки. Для обеспечения экологической безопасности при утилизации оргтехники, необходимо обращаться в специализированные органы.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> 3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований. 3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	Одними из самых часто встречающихся чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в офисном помещении, являются возгорания и взрывы. Наиболее типичной ситуацией является пожар.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> 4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.	Законодательством РФ регулируются отношения между организацией и работниками, касающиеся трудового распорядка, режима труда и отдыха, организации рабочих мест

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	07.04.2017
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ51	Баус Станислав Сергеевич		

## 6 Социальная ответственность

### Введение

В наше время организации, не зависимо от размера и специфики деятельности, с должным вниманием подходят к социальной ответственности. Социальная ответственность является дополнительным инструментом повышения престижа организации и обеспечивает высокий уровень организации труда, которая соответствует государственным стандартам.

Понятие социальной ответственности включает в себя:

- охрану здоровья и безопасные условия труда;
- охрану окружающей среды и ресурсосбережение;
- социальная поддержка общества.

Данный раздел магистерской диссертации посвящен обеспечению условий труда сотрудников в соответствии с государственными стандартами, а также выявлению влияния различных вредных и опасных факторов, при работе в помещении научно-исследовательской лаборатории «Системы технического зрения» национального исследовательского Томского государственного университета.

Целью данного раздела является определение текущих условий труда и разработка их улучшений, сохранение работоспособности и здоровья человека, а также обеспечение производственной безопасности, охраны окружающей среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях и правовым и организационным вопросом обеспечения безопасности.

### 6.1 Производственная безопасность

6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

Данный раздел посвящен производственной безопасности.

Проанализируем производственную среду на наличие вредных и опасных факторов, которые могут негативно воздействовать на здоровье человека. Для выбора факторов был использован ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и

вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представил в виде таблицы 1.

Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке документации научно-исследовательской лаборатории.

Таблица 28 - Вредные и опасные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Обработка информации на персональном компьютере (описание бизнес-процессов, разработка документации, обработка результатов анализов, построение графического материала, набор текста)	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Отклонение нормативных показателей освещенности 3. повышенный уровень электромагнитных излучений; 4. Повышенный уровень шума на рабочем месте	1. Поражение электрическим током.	Вредные факторы: 1. СанПиН 2.2.4-548-96 [30] 2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [31] СП 52.13330.2011 [32] 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33] 4. ГОСТ 12.1.003 – 2014 [34] Опасные: 1. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [35] ГОСТ 12.1.038-82 [36]

#### 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Источником для данного фактора является офисная работа, в частности, разработка регламентирующих документов за персональным компьютером в научно-исследовательской лаборатории. Показателями, которые характеризуют микроклимат в производственных помещениях, являются температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости, интенсивному потоотделению, приводящему к обезвоживанию организма и излишней потере минеральных солей и витаминов, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профзаболеванию. Повышенная температура ослабляет внимание, ухудшается координация движений и т.д. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения.

Нормы допустимых микроклиматических условий устанавливает СанПиН 2.2.4.548-96 [30]. На основании данного стандарта, работа инженера-менеджера относится к Ia категории. Это говорит о том, что данная работа характеризуется интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением). Достижение оптимальных микроклиматических условий обеспечивают достойную и комфортную среду для человека на протяжении всего 8-часового рабочего дня, не оказывая негативного влияния на состояние здоровья. Данные условия обеспечивают высокий уровень работоспособности человека. В таблице 29 приведены оптимальные значения параметров микроклимата для работ категории Ia.

Таблица 29 - Оптимальные значения параметров микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
Холодный	22-24	60-40	0,1
Теплый	23-25	60-40	0,1

В таблице 30 приведены допустимые значения параметров микроклимата для работ категории Ia.

Таблица 30 - Допустимые значения показателей микроклимата для категории Ia.

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
Холодный	21-25	15-75	Не более 0,1
Теплый	22-28	15-75	0,1-0,2

Для поддержания требуемых микроклимата используется обогреватели в зимнее время года, кондиционирования воздуха, система отопления. Одежда персонала должна быть соответствующей температурным условиям.

В условиях пониженной влажности рекомендуется озеленять помещение, чаще делать влажную уборку, а в условиях повышенной чаще проветривать помещение. Также возможно применение бытовых увлажнителей/осушителей воздуха, которые позволят постоянно поддерживать заданный уровень влажности в помещениях.

Проблемы с низкой подвижностью воздуха, особенно опасны в теплое время года при повышенной влажности и температуре. Рекомендуется чаще проветривать помещения, использовать бытовые кондиционеры.

## 2. Отклонение нормативных показателей освещенности

Освещение рабочего помещения играет важную роль в трудоспособности и здоровье человека. Зачастую, в реальных условиях, рабочие места имеют комбинированное освещение – сочетание естественного и искусственного освещения. Под естественным освещением понимают свет из окон. Данный вид света является наиболее благоприятным для человеческих глаз. Источниками искусственного света являются электрические лампы, свет которых воспринимается зрительным органом сложнее.

Освещение рабочего места имеет большое влияние на трудоспособность и здоровье сотрудника. Недостаток или избыток освещения вызывает утомляемость и снижение здоровья в результате постоянного напряжения глаз. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние. При определении необходимой освещенности, следует учитывать, что сотрудники лаборатории работают как с бумажной документацией, так и с компьютером.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СП 52.13330.2011 [32], а также с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [31]. Данные значения приведены в таблице 31.

Таблица 31 - Нормирование параметров освещения

Характеристика зрительной работы	Высота точности
Наименьший объект различения, мм	От 0,30 до 0,50
Разряд зрительной работы	III
Подразряд	Г
Контраст объекта с фоном	Средний, большой
Характеристика фона	Светлый
Освещенность, лк (комбинированное)	300-500 лк
Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	P, не более 40 Кп, %, не более 5
Коэффициент естественного освещения (КЕО ен, %)	3

Один из важных показателей освещенности является коэффициент пульсации. Основными методами для его уменьшения являются: включение люминесцентных ламп в разные фазы трехфазной электрической сети, питание

двух ламп в светильнике со сдвигом (одну отстающим током, другую опережающим), использование светильников где лампы должны работать от переменного тока частотой 400 Гц и выше. Благодаря этим методам суммарная пульсация уменьшается. Также, для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПК следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

### 3. Повышенный уровень электромагнитных излучений

В контексте данной научно-исследовательской лаборатории рассматриваются только ЭМИ РЧ. Источником электромагнитных излучений на рабочем месте является компьютер. Основными показателями ЭМИ, которые характеризуют степень воздействия на персонал являются: режим и интенсивность облучения, продолжительность воздействия, длина волны.

Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на здоровье человека. При длительном воздействии электромагнитных полей на человека могут возникнуть проблемы со здоровьем: расстройство центральной нервной системы, дисбаланс эндокринной системы, а также изменение состава крови, а также к катаракте.

Установленные допустимые показатели ЭМИ РЧ при работе за персональным компьютером представлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [33]. Данные значения представлены в таблице 32.

Таблица 32 - Допустимые показатели ЭМИ РЧ

Наименование параметра	Значение параметра
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг дисплея по электрической составляющей, В/м, не более: <ul style="list-style-type: none"> <li>• в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц</li> <li>• диапазоне частот 2 – 400 кГц</li> </ul>	25 В/м 2,5 В/м

Продолжение таблицы 32

Плотность магнитного потока на расстоянии 50 см вокруг дисплея, нТл, не более:	250 нТл 25 нТл
--	-------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>• в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц</li> <li>• в диапазоне частот 2 – 400 кГц</li> </ul>	
Напряженность электростатического поля, кВ/м	15 кВ/м

Методы защиты от электромагнитного излучения:

- рациональное планирование деятельности персонала;
- сокращение времени, проведенного за ПК, использование техники с низкой мощностью источника излучений, размещение рабочих столов с учетом специфики распространения электромагнитного излучения.

#### 4. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Основными источниками шума во время работы с офисной техникой являются:

- компьютерная техника (печатающие устройства, серверы и т.п.);
- светильники;
- кондиционер, вентиляция.

При работе за компьютером уровень шума должен быть комфортен для эффективной работы. Мешающее воздействие шума отрицательно сказывается на работе человека, вызывает сильные сопутствующие раздражения, которые отражаются на основной работе человека; повышает рабочую нагрузку. В результате неблагоприятного влияния шума, у сотрудников возникает снижение работоспособности, ухудшение самочувствия. Вредное воздействие шума вызывает патологические изменения органа слуха, ухудшает состояние нервной системы и всего организма в целом. 90 Чтобы предотвратить воздействие шума на менеджерский состав организации, необходимо рабочие кабинеты на производственных предприятиях не располагать в непосредственной близости от шумных помещений. Наиболее шумные объекты необходимо компоновать в отдельные комплексы. Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах регламентированы ГОСТ 12.1.003 – 2014 [34]. Уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 децибел (категория напряженности труда I, категория тяжести труда I) [34].

Для снижения шума на рабочем месте, можно применить следующие действия:

- установить пластиковые окна, для улучшения шумоизоляции;
- использовать звукопоглощающие материалы;
- устройство подвесного потолка, который служит звукопоглощающим экраном.

Средства индивидуальной защиты от шума - противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи [34].

Рассмотрев вредные факторы, можно переходить к опасным.

#### 1. Поражение электрическим током

Лаборатория оснащена компьютерной и орг. техникой. Главная опасность исходит из неисправности оборудования в ходе эксплуатации и оголенных проводов в следствии брака или повреждения. Персональный компьютер и орг. техника являются источниками повышенной электрической опасности.

Поражение током человека может вызвать серьезные последствия в виде электротравм и иных заболеваний. Тяжесть травм, полученных в следствии воздействия электрическим током, напрямую зависит от частоты и рода тока. Нормы электробезопасности и установленные требования содержатся в стандартах ГОСТ Р 12.1.019-2009 [35], ГОСТ 12.1.038-82 [36]. Допустимые значения представлены в таблице 33.

Таблица 33. Предельно допустимые уровни тока и напряжения

Род и частота тока	U, В	I, mA
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

В целях защиты необходимо применить следующие мероприятия:

- обеспечение электрической изоляции;
- инструктаж по технике безопасности персонала;
- своевременное устранение неисправной техники;

– при первых признаках замыкания необходимо незамедлительно отключить технику от электрической сети [38].

## 6.2 Экологическая безопасность.

### 6.2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.

Экологическая безопасность — допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека. Экологическая безопасность обеспечивает соответствие экологической деятельности организации нормативным требованиям при помощи разработанных мер, как организационного, так и технического характера, составляющих целый комплекс [38].

При работе научно-исследовательской лаборатории основными отходами деятельности являются офисная бумага, неисправное офисная техника, люминесцентные лампочки.

Вышедшие из строя ПК и сопутствующая оргтехника относятся к IV классу опасности – вещества малоопасные. Негативное воздействие на окружающую среду, в частности на литосферу, возможно только в случае утилизации вышедших из строя частей ПЭВМ. Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду – низкая [38]. Степень вредного воздействия таких отходов – низкая. При рациональном подходе к вопросу утилизации, почти 90% отходов оргтехники, можно вернуть обратно в строй в каком-либо виде после переработки [38]. А оставшиеся 5% будут отправлены на заводы и свалки. При поломке же электронного оборудования необходимо правильно его утилизировать. Сейчас существует множество организаций, которые занимаются утилизацией отходов. Компьютерная техника проходит разборку на однородные компоненты, выделяют драгметаллы (алюминий, золото, серебро, редкие металлы). Пластмассовые детали утилизируются при высокотемпературном сжигании без доступа воздуха. Сжигание происходит в специальных печах, которые исключают попадание

токсичных выбросов в воздух [38]. Эти мероприятия позволяют достигнуть максимального КПД и минимального загрязнения окружающей среды.

Для утилизации люминесцентных ламп необходимо связаться с специальной фирмой подрядчиком. Данная компания извлечет из них ртуть, а потом уже утилизирует, тем самым, не причиняя вреда окружающей среде.

### 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

#### 6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

Одними из самых часто встречающихся чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в офисном помещении, являются пожары и взрывы. Наиболее типичной ситуацией является пожар. Возникновение очага пожара на рабочем месте может быть вызвано неисправной проводкой, перепадом напряжения и возгоранием неисправной техники. Поэтому, крайне важно своевременно проводить профилактические работы, обслуживание и ремонт.

К мерам пожарной профилактики относятся:

- работа должна производиться только на исправном оборудовании;
- организация плановых периодических инструктажей по пожарной безопасности [39];
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ [39];
- запрет курения на рабочем месте;
- размещение на видном месте схемы эвакуации при пожаре;
- содержание запасных выходов для эвакуации людей в рабочем состоянии.

#### 6.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Сотрудники при обнаружении запаха гари или огня обязаны немедленно позвонить в пожарную охрану, а затем, при условии, что жизни и здоровью ничего не угрожает, приступить к тушению очага возгорания

средствами пожаротушения. Согласно, правилам пожарной безопасности на рабочем месте должны быть размещены огнетушители типа ОУ-5, а также силовой щит, позволяющий обесточить помещение [39]. На самом видном месте в помещении должны быть представлены инструкции и план эвакуации.

В той ситуации, когда собственными силами потушить пожар не представляется возможным, необходимо организованно покинуть помещение, согласно с утвержденным планом эвакуации при чрезвычайных ситуациях. Необходимо вызвать отряд МЧС, скорую помощь, обеспечить защиту людей, которые участвуют в тушении возгорания, обезопасить от возможного обрушения конструкции, термических ожогов и отравлений угарным газом.

Ответственный по пожарной безопасности по прибытии отряда МЧС должен сообщить необходимые сведения об очаге пожара, мерах, предпринятых по его ликвидации, а также о наличии в помещениях людей, занятых ликвидацией пожара [41].

#### 6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

##### 6.4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны)

правовые нормы трудового законодательства.

При функционировании научно-исследовательской лаборатории должны соблюдаться трудовое законодательство, в частности Конституция РФ и Трудовой Кодекс. Продолжительность рабочей недели устанавливается на уровне не более 40 часов в неделю [42]. Сотрудники должны быть обеспечены ежегодным отпуском с сохранением за собой рабочего места и заработной платы. Продолжительность отпуска - 28 календарных дней. [44] Работнику должен предоставляться, перерыв не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни производится только с письменного согласия работника.

При работе с компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. Т.е. в процессе работы необходимо делать

регламентированные перерывы. В зависимости от вида деятельности, связанные с использованием компьютера, выполняемая работа относится к творческой работе в режиме диалога с ЭВМ. Перерыв делается через 1,5 часа от начала рабочей смены и через 1,5 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут.

Для создания комфортной рабочей среды, при внедрении процесса и его использовании, существуют требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны. Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [33]. Значения в таблице 8.

Таблица 34 - Требования к организации рабочих мест при использовании процесса

Требование	Требуемые значения параметров
Высота рабочей поверхности стола	680 – 800 мм
Расположение монитора от глаз пользователя	600 – 700 мм
Расположение клавиатуры на поверхности стола от края	100 – 300 мм
Высота стула над полом (для роста 161-170 см)	420 мм
Угол наклона монитора	0 – 30 градусов

В научно-исследовательской лаборатории выполняются гигиенические требования к помещениям для эксплуатации персонального компьютера [44]:

– площадь, которая приходится на одно рабочее место, должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup> (4,5 м<sup>2</sup> – для ЖК-мониторов);

– экран монитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 60-70 см, не ближе 50 см.

Рабочее место также необходимо оборудовать подставкой для ног. Рабочий стул должен быть подъемно – поворотным, для регулировки высоты и угла наклона.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хочется отметить, что в данной работа посвящена проектированию процессного подхода при проектировании работ научно-исследовательской деятельностью в высшем учебном заведении. Рассмотрены основные принципы функционирования научно-исследовательских лабораторий, их права и обязанности, текущее положение и состояние. Для совершенствования функционирования научно-исследовательской лаборатории было предложено внедрение процессного подхода к управлению, который в свою очередь позволит повысить эффективность функционирования, управляемость, прозрачность, а также успешно интегрировать лаборатории высших учебных заведений в современные рамки мировой капиталистической экономики.

Для достижения данных целей был выбран, обоснован и внедрён наиболее эффективный подход к управлению. Доказательная база эффективности данного подхода сформирована на основании оценки плюсов и минусов данного подхода для конкретного случая, в нашем случае – научно-исследовательская лаборатория, а также сравнительного анализа. Данный метод анализа позволяет наглядно отобразить выгоды от внедрения данного подхода к управлению.

В рамках данной работы выполнены и апробированы на практике следующие результаты:

1. Внедрен процессный подход.
2. Разработан регламент основного процесса:
  - описаны бизнес-процессы;
  - определены входы и выходы подпроцессов, ресурсы и управляющие воздействия;
  - сформированы показатели качества и контрольные точки;
  - составлена матрица ответственности.
3. Организован и проведен менеджмента риска.

4. Разработан регламент «Управление проектными рисками лаборатории»

5. Применен метод математического моделирование процессов методом Монте-Карло для управления сроками проекта.

6. Автоматизирован подпроцесс этапа «Разработка». Внедрение программного обеспечения САПР 3D PMT с оболочкой конструктор. Согласно требованиям процессного подхода.

В частности, внедрение процессного подхода в функционирование и управление научно-исследовательской лабораторией принесло следующие выгоды:

- прозрачность деятельности;
- повышение эффективности управления (за счет возможности объективного контроля требований к деятельности сотрудников);
- повышение эффективности работ за счет реализации системности и процессного подхода;
- повышение уровня внутренних коммуникаций;
- снижение рисков, связанных с уходом руководителя и сотрудников;
- управление рисковыми ситуациями;
- создание возможностей для аудита бизнес-процессов и «запуска» системы непрерывного совершенствования;
- создание предпосылок для последующей эффективной автоматизации бизнес-процессов;
- устранение дублирования функций сотрудниками;
- сотрудники, зная, что процессы контролируются, выполняют свою работу более добросовестно;
- наличие разработанной системы показателей;
- количество ошибок при реализации проекта снизилось на 50-90%;
- регламенты процессов представляют собой законную нормативную базу научно-исследовательской лаборатории для материального стимулирования и наказания сотрудников.

Опрос среди сотрудников лаборатории показал, что сотрудники довольны нововведениями и отмечают первые результаты этой работы в повседневной профессиональной деятельности. Это прежде всего:

- наличие документа, регламентирующего процесс разработки;
  - повышение внутренних коммуникаций;
  - регламентирована работа и ответственность каждого сотрудника;
  - отсутствие простоев и перегруженных мест;
  - наглядно и доступно донесены показатели качества работ;
  - объективность оценки;
  - проект функционирует как понятная и четкая система;
- системность работ.

Это прежде всего отсутствие отклонений от графиков текущего проекта. В свою очередь этот факт дает возможность устранить предупреждения и штрафы, которые были в прошлых проектах, тем самым сэкономить ресурсы, снизить издержки, улучшить деловую репутацию и эффективность.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Баус С. С. Стратегическое управление предприятием на основе ключевых индикаторов риска // Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие: материалы научно-практической конференции, Донецк, 21 Октября 2016. - Донецк: ДонНТУ, 2016 - С. 275-277
2. Баус С. С. Совершенствование процесса проектирования работ научно-исследовательской лаборатории в университете // Актуальні проблеми науки та практики: Міжнародні науково-практичні інтернет конференції , Полтава. - Poltava: ПЮІ НЮУ імені Ярослава Мудрого, 2016 - р. 42-46
3. Баус С. С. Управление инновационными IT-проектами // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов V Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых: в 3 т., Томск, 3-8 Октября 2016. - Томск: ТПУ, 2016 - Т. 3 - С. 102-104
4. Баус С. С. Разработка мер антикризисного управления предприятием, специализирующегося на производстве рентгеновских систем для неразрушающего контроля // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: материалы V Международной научно-практической конференции. - Кемерово: КузГТУ , 2016 - С. 20-21
5. Баус С. С. Процессный подход к управлению и планированию деятельности предприятия, специализирующегося на производстве рентгеновских систем для неразрушающего контроля в условиях кризиса // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016 - Т. 1 - С. 425-428
6. Баус С. С. Прогнозирование поведения экономической системы с помощью метода математической статистики // Бизнес-инжиниринг сложных систем: модели, технологии, инновации: сборник материалов I Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 12 Октября 2016. - Донецк: ДонНТУ, 2016 - С. 232-235

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. PMBook 4 [электронный ресурс], 2015.
2. В. И. Сырямкин. Технологический менеджмент. Томск: ТГУ, 2011.
3. Шмаков М.А. Выбор системы рентгеновского контроля [Текст] / М. А. Шмаков // Технологии в электронной промышленности. – 2006.
4. Назипов Р. А., Храмов А. С., Зарипова Л. Д. Основы радиационного неразрушающего контроля: учеб.-метод. пособие для студентов физического факультета. Казань: Изд-во КГУ, 2008. – 66 с.
5. Jimenez M., Romero L., Dominguez M. (2015) 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. Safety Science Volume 78, October 01, 2015, Pages 163-172
6. Landisa E., Keane D. (2010) X-ray microtomography. Materials Characterization, vol. 61, no 12, pp. 1305–1316.
7. Dunsmuir J., Bennett S., Fareria L., Mingino A., Sansone M. (2006) X-ray microtomographic imaging and analysis for basic research. Powder Diffraction, vol. 21, no 2, pp. 125–131.
8. Kerridge. B. Sharpen x-ray images. Test & Measurement Europe. Jan 2002.
9. Baus S., Redko L., Yanushevskaya M. (2017) X-ray Tomographic System Behavior Prediction Based on a Mathematical Model: IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 189.
10. Hopkin, Paul. Fundamentals of risk management : understanding, evaluating, and implementing effective risk management. – Лондон: Kogan Page Publishers, 2012. – 440.
11. Kaplan, Robert S., Mikes, Anette. Managing Risks: A New Framework – электронный ресурс: URL: <https://hbr.org/2012/06/managing-risks-a-new-framework>, свободный. Дата обращения: 16.05.2017.
12. A structured approach to Enterprise Risk Management (ERM) and the requirements of ISO 31000 – электронный ресурс: URL: [https://www.theirm.org/media/886062/ISO3100\\_doc.pdf](https://www.theirm.org/media/886062/ISO3100_doc.pdf), свободный. Дата обращения: 12.05.2017.

13. Hammar, Mark. The Role of Risk Assessment in the QMS – электронный ресурс: URL: <http://advisera.com/9001academy/blog/2014/01/07/role-risk-assessment-qms/>, свободный. Дата обращения: 10.05.2017.
14. Михнюк Т.Ф. Охрана труда. Учебник (с грифом Министерства образования Республики Беларусь). – Мн.: «ИВЦ МинФина », 2009. – 365 с
15. С. А. Волков. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов: учебное пособие. – 2013.
16. PaoloAlto. RadiationSafetyManual [Text] / PaoloAlto // Environmental Health and Safety, Stanford University. – January 2015.
17. Кулешов В.К., Сертаков Ю. И., Ефимов П. В., Шумихин В. Ф. Практика радиографического контроля: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2011. 288 с.
18. Корсаков В.С. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении. М.: 304 с.
19. Сертаков С. И. Моделирование бизнес процессов. М: МГУ, 2015.
20. Методы анализа и оптимизации бизнес-процессов [электронный ресурс], 2015. <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=52>.
21. Абрамов С.А. Управление бизнес процессами. М: Дрофа, 2006.
22. Принципы формирования бизнес-процессов [электронный ресурс], 2015. <http://vernikov.ru/biznes-modelirovanie/metodologiya/item/377-principyu-formirovaniya-biznes-processov.html>.
23. Методики анализа бизнес-процессов [электронный ресурс], 2017. <http://www.cfin.ru/management/controlling/fsa/bp.shtml>
24. Описание бизнес-процессов [электронный ресурс], 2017. <http://www.domino-it.ru/buildinginformation/businessprocess.html>.
25. Описание и регламентация бизнес-процессов [электронный ресурс], 2015 [http://www.cfin.ru/itm/bpr/key\\_realize.shtml](http://www.cfin.ru/itm/bpr/key_realize.shtml).
26. Описание и анализ бизнес-процессов [электронный ресурс], 2017 <http://www.plansys.ru/process/description-process>.
27. Моделирование бизнес-процессов [электронный ресурс], 2017

28. Обзор рентгеновских микротомографов [электронный ресурс], 2014. <http://www.bruker.com/ru/products/x-ray-diffraction-and-elemental-analysis/x-ray-micro-ct/skyscan-1173/overview.html>.

29. Бубенчиков М.А., Гагиева Е.Э., Гафуров А.О., Глушков Г.С., Сырямкин В.И., Шидловский С.В. Современные методы исследования материалов и нанотехнологий. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010.366 с.

30. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [электронный ресурс]// КонсультантПлюс. - URL: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Дата обращения: 17.04.2017.

31. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [электронный ресурс]// КонсультантПлюс. - URL: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Дата обращения: 16.04.2017.

32. СП 52.13330.201. Защита от шума. [Электронный ресурс]. URL: [www.faufcc.ru/upload/doc\\_library/sp5063.pdf](http://www.faufcc.ru/upload/doc_library/sp5063.pdf). – Дата обращения: 16.04.2017.

33. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [электронный ресурс]// КонсультантПлюс. - URL: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Дата обращения: 18.04.2017.

34. ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности [электронный ресурс] // КонсультантПлюс. - URL: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Дата обращения: 18.04.2017.

35. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/55171892>. – Дата обращения: 16.04.2017.

36. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений

прикосновения и токов [электронный ресурс] // КонсультантПлюс. - URL: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Дата обращения: 19.04.2017.

37. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные факторы. Классификация. [Электронный ресурс]. URL: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131>. – Дата обращения: 25.04.17.

38. Утилизация техники и оборудования. Источник: [Электронный ресурс]. URL: <http://greenologia.ru/utilizaciya-texniki/ofisnaya/>. – Дата обращения: 12.05.17.

39. Аудит пожарной безопасности. Инструкция о действиях работников в случае возникновения пожара [Электронный ресурс]. URL: <http://pozharaudit.ru/useful179.html>. – Дата обращения: 12.05.17.

40. Гаджиев Р.А. «Охрана труда в тепловом хозяйстве промышленных предприятий: Учебное пособие для средних специальных учебных заведений по специальности «Теплотехническое оборудование промышленных предприятий» / Р.А. Гаджиев, А. А. Воронина.– Москва : Энергия, 1980.– 223 С.

41. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [электронный ресурс]// КонсультантПлюс. - URL: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Дата обращения: 08.05.2017.

42. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 02.04.2014, с изм. от 04.06.2014) [электронный ресурс]// КонсультантПлюс. - URL: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Дата обращения: 07.05.2017.

43. СанПиН 2.2.2.54296 «Гигиенические требования к видео дисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». URL:[http://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/5/5223/](http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5223/) . Дата обращения: 12.05.17.

44. «Трудовой Кодекс Российской Федерации» от 30 декабря 2001 года N 197 ФЗ (представлена действующая редакция ТК РФ на 25 ноября 2013 года) Глава 2, статья 21.

45. Моделирование бизнес процессов [электронный ресурс]. URL: [http://www.kpms.ru/General\\_info/BPM.htm](http://www.kpms.ru/General_info/BPM.htm). – Дата обращения: 25.01.17.

46. Методы анализа и оптимизации бизнес-процессов [электронный ресурс]. URL: <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=52>. – Дата обращения: 12.03.17.

47. Абрамов С.А. Управление бизнес процессами. М: Дрофа, 2006.

48. Принципы формирования бизнес-процессов [электронный ресурс]. URL: <http://vernikov.ru/biznes-modelirovanie/metodologiya/item/377-princip>. – Дата обращения: 25.01.17.

49. Методики анализа бизнес-процессов [электронный ресурс] URL: <http://www.cfin.ru/management/controlling/fsa/bp.shtml>. – Дата обращения: 16.04.17.

50. Описание бизнес-процессов [электронный ресурс]. URL: <http://www.domino-it.ru/buildinginformation/businessprocess.html>. – Дата обращения: 16.04.17.

51. Описание и регламентация бизнес-процессов [электронный ресурс]. URL: [http://www.cfin.ru/itm/bpr/key\\_realize.shtml](http://www.cfin.ru/itm/bpr/key_realize.shtml). – Дата обращения: 26.02.17.

52. Описание и анализ бизнес-процессов [электронный ресурс]. URL: <http://www.plansys.ru/process/description-process>.

53. Моделирование бизнес-процессов [электронный ресурс]. URL: <http://www.script-coding.com/bp.html>.

54. Громов А.И. Анализ и моделирование бизнес-процессов. М, 2007.

55. Бизнес-процессы — основа эффективного управления предприятием [электронный ресурс]. URL: <https://www.u-b-s.ru/publikacii/biznes-processy.html>.

56. Исследование систем управления / Н.И. Архипова [и др.]. М.: Издательство ПРИОР, 2012. 384 с.

57. Деминг В.Е. Выход из кризиса. Тверь: Альба, 1994. 497 с.

58. Система показателей для управления процессами и требования к ней [электронный ресурс]. URL: <http://rich-c.ru/sistema-pokazateley-dlya-upravleniy>.

59. Чем полезен процессный подход для использования сбалансированной системы показателей? [электронный ресурс]. URL: <http://samsebestrateg.ru/chem-polezen-protssessnyiy-podhod-dlya-ispolzovaniya-sbalansirovannoy-sistemyi-pokazateley/>. – Дата обращения: 18.04.17.

60. Антипов Д.В. Разработка модели оценочных показателей устойчивого развития организации // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. — 2010. — № 4. — С. 186—189.

61. Процессный подход [электронный ресурс]. URL: [http://www.kpms.ru/General\\_info/Process\\_approach.htm](http://www.kpms.ru/General_info/Process_approach.htm). – Дата обращения: 06.03.17.

62. Процессный подход к управлению: теория и практика применения [электронный ресурс]. URL: <http://www.cfin.ru/itm/bpr/t&p.shtml>. – Дата обращения: 09.04.17.

63. Процессное управление: в чем сила? [электронный ресурс]. URL: [http://www.businessstudio.ru/procedures/business/process\\_power/](http://www.businessstudio.ru/procedures/business/process_power/). – Дата обращения: 11.04.17.

64. Процессный подход к управлению [электронный ресурс]. URL: <http://rich-c.ru/processnyy-podhod-k-upravleniyu>. – Дата обращения: 02.04.17.

65. Процессный, системный и ситуационный подходы к управлению [электронный ресурс]. URL: <http://www.inventech.ru/lib/management/>. – Дата обращения: 21.03.17.

66. Подходы к менеджменту: системный, ситуационный, процессный [электронный ресурс]. URL: <http://www.inform.od.ua/articles/examen>. – Дата обращения: 22.02.17.

67. Процессный подход к управлению организацией [электронный ресурс]. URL: <http://quality.eup.ru/MATERIALY/an9.html>. – Дата обращения: 14.02.17.

Приложение А  
(обязательное)

Регламента на процесс «Разработка и проектирование рентгеновской системы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий лабораторией проф., д.т.н. Сыряжкин В. И. / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Подразделение:

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «СИСТЕМЫ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ»**

*Регламент процесса*

*«Разработка и проектирование рентгеновской системы»*

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий лабораторией	_____ /	/
Старший научный сотрудник	_____ /	/
Младший научный сотрудник	_____ /	/
Инженер	_____ /	/
Лаборант	_____ /	/
Конструктор	_____ /	/
Программист	_____ /	/
Разработал		
<u>Баус С. С.</u> _____	_____ / _____ /	

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г

## РАЗДЕЛ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий регламент процесса устанавливает порядок выполнения «Процесса по разработке и проектированию рентгеновских систем» и предназначен для:

- а) организация и проведение работ по выполнению гос.заказов и хоз.договоров;
- б) разработки новых модификаций рентгеновских систем, соответствующей требованиям технического задания, потребителя и нормативным актам, а также стандартам и документам;
- в) постоянного улучшения качества и результатов процесса.

1.2 Требования настоящего регламента процесса распространяются на все функции и работы, выполняемые в ходе выполнения «Процесса по разработке и проектированию рентгеновской системы» далее «процесса» в научно-исследовательской лаборатории, а также при взаимодействии с другими процессами национального исследовательского Томского государственного университета и системой менеджмента качества, внешними поставщиками и потребителями.

## РАЗДЕЛ 2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1 Настоящий документ обязаны знать и использовать в работе следующие должностные лица:

1. Заведующий лабораторией
2. Старший научный сотрудник
3. Младший научный сотрудник
4. Инженер
5. Лаборант
6. Конструктор
7. Программист

## РАЗДЕЛ 3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

### Раздел 3.1. Нормативные документы внешнего происхождения

При разработке данного описания процесса использованы следующие нормативные документы внешнего происхождения:

№	Сокращение	Наименования документа
1	ГОСТ 30631-99. / DIN 54113/ ROV	Стандарт степени защиты обеспечиваемой оболочки
2	VDI / VDE 2630	Стандарт точности измерения
3	ЕСКД	Единая система стандартов конструкторской документации
4	ЕСТД	Единая система технологической документации
5	ГОСТ 15150	Стандарт категория 1 по устойчивости к климатическим воздействиям
6	ГОСТ 12.2.007.0.	Стандарт электробезопасности прибора
7	ГОСТ 22091.0-84.	Приборы рентгеновские. Общие требования к измерению параметров.
8	СМК	Системы менеджмента качества
9	ГОСТ 22091.3-84	Приборы рентгеновские. Метод измерения плотности потока энергии (плотности потока фотонов) рентгеновского излучения.
10	ГОСТ 22091.9-86	Приборы рентгеновские. Методы измерения размеров эффективного фокусного пятна.
11	ГОСТ 4.198-85	Система показателей качества продукции. Аппараты рентгеновские аналитические. Номенклатура показателей.

Продолжение таблицы

12	ГОСТ Р ИСО 9712-2009	Контроль неразрушающий. Аттестация и сертификация персонала
13	ГОСТ 8.452-82.	Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы рентгенорадиометрические. Методы и средства поверки.
14	ГОСТ 12.1.030-81	Соответствие требованиям техники безопасности

### Раздел 3.2. Внутренние нормативные документы

При разработке данного описания процесса использованы следующие нормативные документы внутреннего происхождения:

№	Наименования документа	Идентификатор
1	Инструкция по формированию ТЗ	И 00.01
2	Должностные инструкции лиц, обозначенных в пункте № 2.1.	ДИ 03.10.05-21
3	Инструкция по форме и содержания отчета международной научно-исследовательской лаборатории	И 05.02.00
4	Положение о функционировании международной научно-исследовательской лаборатории	П 05.00
5	Порядок формирования и передачи документов в отдел интеллектуальной собственности	И 02.02
6	Порядок формирования и передачи документов в отдел закупок	И 05.02.00
7	Инструкция по форме и содержания отчета в отдел организации НИОКР	П 03.00
8	Порядок оценки макета	И 05.01.01
9	Порядок сдачи проекта	И 05.00.1

## РАЗДЕЛ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Раздел 4.1. В документе используются следующие термины, обозначения и сокращения:

№	Термин	Сокраще ние	Определение термина
1	Должностная инструкция	ДИ	документ, регламентирующий полномочия и обязанности работника.
2	Единая система конструкторской документации	ЕСКД	комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия.
3	Единая система технической документации	ЕСТД	Комплекс стандартов и руководящих нормативных документов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, комплектации, оформлению и обращению технологической документации.
4	Инструкция	И	Документ, устанавливающий порядок и способ выполнения чего-либо.
5	Конструкторская документация	КД	Графические и текстовые документы, которые определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации.
6	Положение	П	Распорядок, устанавливающийся руководством.
7	Подразделение	ПД	Часть компании, осуществляющая свою деятельность в рамках деятельности всей компании.
8	Отдел	О	Структурная единица компании, входящая в состав подразделения.
9	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы	НИОКР	Совокупность работ, направленных на получение новых знаний и их практическое применение при создании нового изделия
10	Техническое задание	ТЗ	Исходный документ для разработки и испытания изделия.
11	Техническая документация	ТД	Набор документов, используемых при проектировании (конструировании), создании (изготовлении) и использовании (эксплуатации).
12	Субподрядчик	СП	Должностное лицо, подразделение или процесс, которые участвуют в выполнении процесса, но административно не подчиняются владельцу процесса.

## Раздел 5. ВЛАДЕЛЕЦ ПРОЦЕССА, ВЫХОДЫ И ВХОДЫ ПРОЦЕССА

### Раздел 5.1 Владелец процесса

Владелец процесса занимает следующую должность Заведующий лабораторией. Основные обязанности владельца процесса установлены в должностной инструкции «Заведующий научно-исследовательской лабораторией» (ДИ 05.00).

### Раздел 5.2 Выходы Процесса.

#### 5.2.1. Выходы по управлению

Владелец процесса лично передает следующую информацию о ходе процесса и его результатах:

№	Получатель информации	Документ	Идентификатор
Вышестоящему руководителю			
1	Проректор по научной работе Научный совет Заказчик	Отчет о реализации работ, согласно разработанному плану и ТЗ	О 01.01.01

#### 5.2.2. Выходы процесса

Выходами данного процесса являются:

Клиент	Выход	Спецификация
1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Младший научный сотрудник 4. Лаборант	1. Отчет о возможности разработки 2. Заключение заведующего лабораторией 3. Документ утверждения проекта 4. План бюджета проекта 5. Документ утверждения бюджета на проект	1. Ф 02.00.12 2. ДУ 2.01.02.0 3. ДУ 2.01.02.1 4. ЧПБЮ 2.00.01 5. ПБЮ 2.00.01
1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Младший научный сотрудник 4. Лаборант 5. Программист	1. План проекта - Календарный план - Матрица ответственности 2. Утверждение бюджета проекта 3. Документ ресурсного обеспечения 4. ТЗ на НИР	1. П 02.00 2. РО 2.00.01 3. ИРО 2.00.01 4. ТЗ 02.03
1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Инженер 4. Конструктор 5. Отдел закупок ТГУ 6. Отдел интеллектуальной собственности ТГУ 7. Отдел организации НИОКР	1. Отчет о разработке 2. Пояснительная записка 3. Документ принятия этапа НИР 4. Формула изобретения 5. Номер и копия заявки на патент 6. ТЗ на ОКР 7. Набор ТД 8. Отчет о комплектующих 9. Сформированная заявка на тендер 10. Документ принятия ТД 11. Программное обеспечения 12. Реферат и листинг ПО	1. О 02.00.13 2. О 2.12.1 3. ДУ 2.01.04.1 4 - 5. Ф 21.02/08 6. ТЗ 02.04 7. ТД 02.03.15 8. О 03.06.01 9. О 03.01.03 10. ДУ 02.03.07 11. ПО 12.21.12 12. Л 21.02/09

Продолжение таблицы

<p>1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Инженер 4. Лаборант 5. Программист 6. Отдел организации НИОКР</p>	<p>1. Отчет о реализации этапа 2. Документ принятия КД 3. Набор КД 4. Документ выбора комплектующих 5. Смета на комплектующие для макета 6. Документ принятия этапа ОКР 7. ТЗ на макет</p>	<p>1. О 02.04.01 2. ДУ 02.04.15 3. КД 02.04.15 4. Ф 03.00.1 5. Ф 01.05 6. ДУ 2.01.05.1 7. ТЗ 02.05</p>
<p>1. Заведующий лабораторией 2. Младший научный сотрудник 3. Инженер 4. Отдел организации НИОКР 5. Отдел интеллектуальной собственности</p>	<p>1. Набор технической документации на макет 2. Руководство по производству и сборке 3. Техническая документация на 3D РМТ 4. Инструкция 5. Документ утверждение макета 6. Смета за комплектующие 7. Отчет о реализации макета 8. Формула изобретения «на доработку» макета</p>	<p>1. ТДМ 02.00 2. И 02.05.03 3. ТДГ 02.01.00 4. И 02.05.01 5. ДУ 2.01.06.1 6. СФ 03.10 7. О 02.05.01 8. ПМ.03.05.02</p>
<p>Внешняя среда процесса, проректор по научной работе, научный совет, заказчик.</p>	<p>1. Работоспособный макет Набор документов на выходе проекта: 2. Инструкция согласно НД 3. Набор КД 4. Утвержденный контракт с поставщиками 5. Документ заявки на патент (№, авторы реферат) 6. Документ приемки и утверждения проекта 7. Руководство по производству и сборке 8. Техническая документация на рентгеновскую систему 9. Сертификаты соответствия</p>	<p>1. № 1234.145 2. И 02.05.01 3. КД 02.04.15 4. ДУ 03.02.80 5. Ф 21.02/08 6. ДУ 02.00.10 7. И 02.05.03 8. ТДГ 02.01.00 9. -</p>

**Раздел 5.3 Входы Процесса.** Входами и поставщиками для процесса являются:

Входами и поставщиками для процесса являются:

Поставщик	Вход	Спецификация
<p>1. Внешняя среда процесса 2. Заказчик</p>	<p>1. Научные публикации 2. ТЗ на проект 3. План бюджета проекта 4. Отчеты предыдущих проектов</p>	<p>1. - 2. ТЗ 02.00 3. ЧПБЮ 2.00.01 4. ПР 02.02-02.07</p>

Продолжение таблицы

<p>1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Конструктор 4. Программист</p>	<p>1. Отчет о возможности разработки 2. Заключение заведующего лабораторией 3. Документ утверждения проекта 4. Бюджет проекта 5. Документ утверждения бюджета проекта</p>	<p>1. Ф 02.00.12 2. ДУ 2.01.02.0 3. ДУ 2.01.02.1 4. ПБЮ 2.00.01 5. ДУ 2.01.02.5</p>
<p>1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Младший научный сотрудник 4. Лаборант</p>	<p>1. План проекта - Календарный план - Матрица ответственности 2. Заключение о ресурсном обеспечении 3. Документ ресурсного обеспечения 4. ТЗ на НИР</p>	<p>1. П 02.00 2. РО 2.00.01 3. ИРО 2.00.01 4. ТЗ 02.03</p>
<p>1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Младший научный сотрудник 4. Лаборант 5. Программист</p>	<p>1. Отчет о разработке 2. Пояснительная записка 3. Документ принятия этапа НИР 4. Формула изобретения 5. Номер и копия заявки на патент 6. ТЗ на ОКР 7. Набор ТД 8. Отчет о комплектующих 9. Оферты компаний 10. Документ принятия ТД 11. Программное обеспечения 12. Документ регистрации заявки ПО</p>	<p>1. О 02.00.13 2. О 2.12.1 3. ДУ 2.01.04.1 4 - 5. Ф 21.02/08 6. ТЗ 02.04 7. ТД 02.03.15 8. О 03.06.01 9. О 03.01.03 10. ДУ 02.03.07 11. ПО 12.21.12 12. Ф 21.02/09</p>
<p>1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Инженер 4. Конструктор</p>	<p>1. Отчет о реализации этапа 2. Документ принятия КД 3. Набор КД 4. Документ выбора комплектующих 5. Смета на комплектующие для макета 6. Документ принятия этапа ОКР 7. ТЗ на макет 8. Утверждения ТЗ на макет</p>	<p>1. О 02.04.01 2. ДУ 02.04.15 3. КД 02.04.15 4. Ф 03.00.1 5. Ф 01.05 6. ДУ 2.01.05.1 7. ТЗ 02.05 8. ДУ 2.01.05.2</p>
<p>1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Инженер 4. Лаборант 5. Программист 6. Отдел закупок</p>	<p>1. Набор технической документации на макет 2. Руководство по производству и сборке 3. Техническая документация на 3D РМТ 4. Инструкция 5. Документ утверждение макета 6. Счет за комплектующие 7. Отчет о реализации макета 8. Формула изобретения «на доработку» макета</p>	<p>1. ТДМ 02.00 2. И 02.05.03 3. ТДГ 02.01.00 4. И 02.05.01 5. ДУ 2.01.06.1 6. СФ 03.10 7. О 02.05.01</p>

Продолжение таблицы

<p>1. Заведующий лабораторией 2. Младший научный сотрудник 3. Инженер 4. Отдел интеллектуальной собственности</p>	<p>1. Работоспособный макет 2. Набор документов на выходе проекта: - Инструкция согласно НД - Набор КД - Утвержденный контракт с поставщиками - Документ заявки на патент (№, авторы реферат) - Документ приемки и утверждения проекта - Набор свидетельств на интеллектуальную собственность (изобретение, полезная модель, ПО) - Руководство по производству и сборке - Техническая документация на 3D РМТ</p>	<p>1. № 1234.145 2. - И 02.05.01 - КД 02.04.15 - ДУ 03.02.80 - Ф 21.02/08 - ДУ 02.00.10 - И 02.05.03 - ТДГ 02.01.00</p>
---	--	---

**Раздел 5.4 Субподрядчики процесса.** В ходе выполнения процесса производится взаимодействие со следующими субподрядчиками:

<b>Субподрядчик 1: Отдел интеллектуальной собственности</b>	
<b>Название Выхода / Входа</b>	<b>Спецификация</b>
Предмет и критерии поиска/ Патентное исследование	Ф 21.02/08
Свидетельство на ПО / Авторское соглашение и листинг ПО	ИС 01.01.01-02
Свидетельство на изобретение / набор документов для заявки на патент (формула изобретения, описание, авторское соглашение)	ИС 01.02.01-03
Свидетельство на полезную модель / набор документов для заявки на полезную модель (формула изобретения, описание, авторское соглашение)	ИС 01.03.01-03
<b>Субподрядчик 2: Отдел закупок</b>	
<b>Название Выхода / Входа</b>	<b>Спецификация</b>
Организация тендера/ заявка комплектующих	МЗ 05.02.01
Проведение тендера/ Организация тендера	МЗ 05.04.01
Закупка комплектующих / Проведение тендера	МЗ 05.07.01
<b>Субподрядчик 3: Центр метрологии и сертификации</b>	
<b>Название Выхода / Входа</b>	<b>Спецификация</b>
Метрологическое обеспечение/Прием документов на систему	МТ 05.02.01
Выдача сертификатов соответствия/ Проверка системы	МТ 05.09.01

## **РАЗДЕЛ 6. РЕСУРСЫ ПРОЦЕССА**

### **Раздел 6.1. Численность и квалификация персонала**

Необходимая численность сотрудников и их квалификация закреплены в штатном расписании (расписаниях) подразделений:

1. Владелец процесса - Заведующий лабораторией
2. Старший научный сотрудник
3. Младший научный сотрудник
4. Инженер
5. Лаборант
6. Конструктор
7. Программист

### **Раздел 6.2. Инфраструктура**

- 1) Помещения научно-исследовательской лаборатории.
- 2) Имущество научно-исследовательской лаборатории с набором, согласно инвентаризации, оборудования.
- 3) Компьютерная техника научно-исследовательской лаборатории;
- 4) Программное обеспечение: САПР 3D PMT, AutoCAD, T-Flex, Компас, SolidWorks, MS Word, Excel, Project, Outlook, Power Point, Mathcad, Matlab.
- 5) Сеть Интернет.
- 6) Мобильная связь.

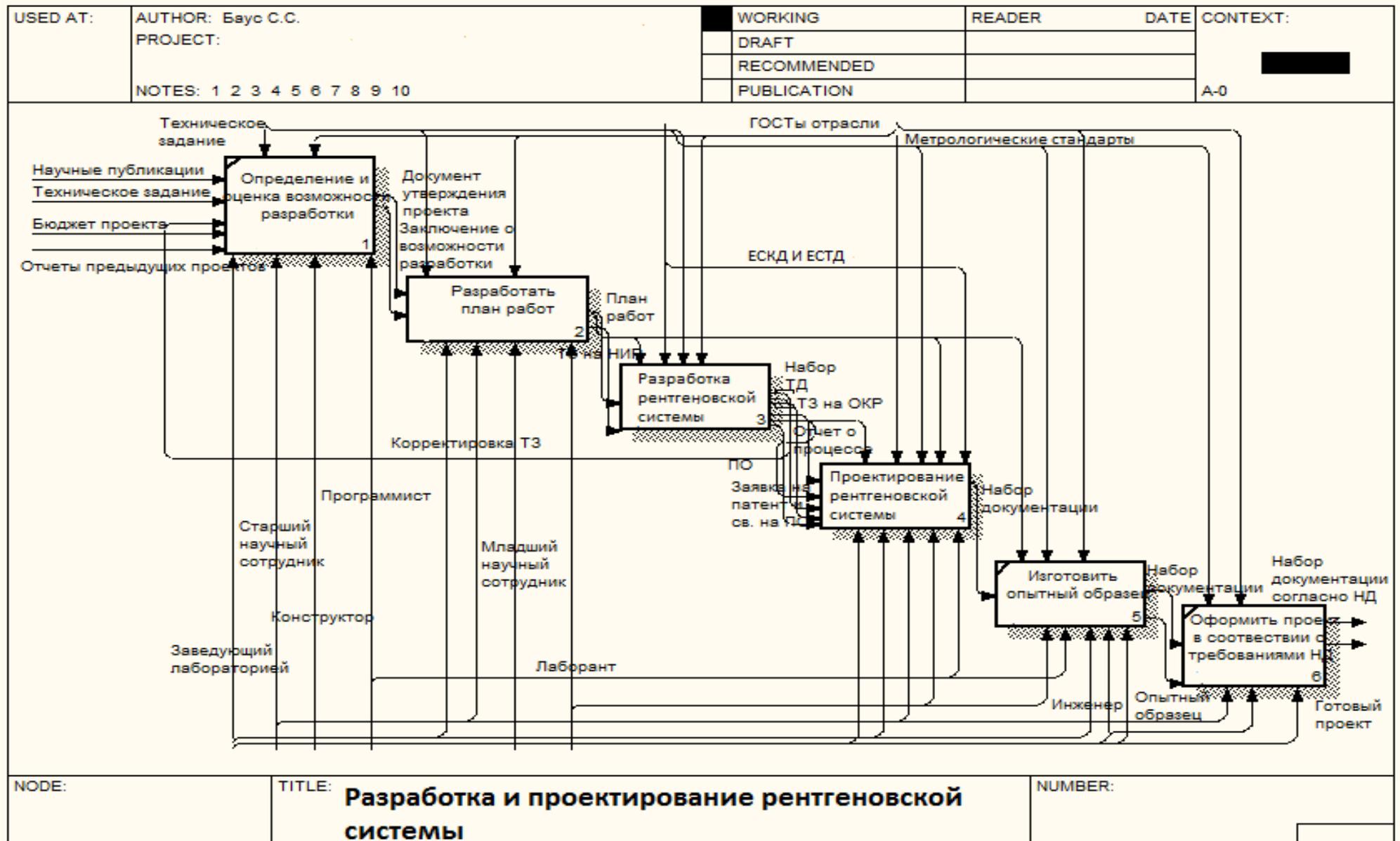
## **РАЗДЕЛ 7. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЦЕССА**

### **Раздел 7.1. Управление документацией и данными**

**7.1.1.** Порядок разработки, утверждения и управления инструкций, регламентирующих выполнение отдельных подпроцессов, составляющих процесс, и данных о процессе, производится в соответствии с требованиями документированных процедур «Порядок управления документацией» и «Порядок управления записями по процессам»

## Раздел 7.2. Графические схемы процесса

### 7.2.1 Схема управления процессом



NODE:

TITLE:

**Разработка и проектирование рентгеновской системы**

NUMBER:

## Раздел 7.2 Матрица ответственности.

Ответственность персонала за функции в Процессе установлена следующим образом:

Функции (работы)	Регламентирующий документ	Должностные лица						
		1	2	3	4	5	6	7
1. Определение и оценка возможности разработки томографа согласно ТЗ на проект	Регламент процесса	ИН УЧ	ОТ	—	—	—	УЧ	УЧ
2. Разработка плана проекта	Регламент процесса	ИН	ОТ	УЧ	—	УЧ	—	—
3. Разработка рентгеновской системы	Регламент процесса	ИН	ОТ	УЧ	—	УЧ	—	УЧ
4. Проектирование рентгеновской системы	Регламент процесса	ИН	ОТ	—	УЧ	—	УЧ	—
5. Изготовление опытный образец	Регламент процесса	ИН	ОТ	—	УЧ	УЧ	УЧ	УЧ
6. Оформление проект в соответствии с требованиями НД	Регламент процесса	ИН	—	ОТ	УЧ	—	—	—

ОТ – ответственный за выполнение подпроцесса.  
 УЧ – участвует в выполнении подпроцесса.  
 ИН – получает информацию о ходе и результатах процесса

Должностные лица, ответственные за функции (работы):

1. Владелец процесса - Заведующий лабораторией
2. Старший научный сотрудник
3. Младший научный сотрудник
4. Инженер
5. Лаборант
6. Конструктор
7. Программист

## Раздел 7.4. Описание процесса

### 7.4.1. Описание схемы управления процессом

В своей работе Владелец процесса руководствуется следующими документами.

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Должностная инструкция владельца процесса	ДИ 03.10.05
2	Регламент процесса «Разработка и проектирование рентгеновских систем»	РГ 02.00.14
3	Регламенты подпроцессов: 1. «Разработка рентгеновской системы»; 2. «Проектирование рентгеновской системы»; 3. «Изготовление опытного образца».	1. РГ 02.03.14 2. РГ 02.04.14 3. РГ 02.05.14
4	Нормативные документы внешнего происхождения	№ пунктов таблицы раздела 3.1: 3,4,8.
5	Нормативные документы внутреннего происхождения	№ пунктов таблицы раздела 3.2: 4, 5, 9,10.

Владелец процесса получает следующую информацию от подчиненных о ходе и результатах процесса:

№	Подпроцесс – поставщик информации	Документ	Идентификатор
1	Определение и оценка возможности разработки томографа согласно ТЗ на проект	1. Отчет о возможности разработки 2. План бюджета проекта	1. Ф 02.00.12 2. ЧПБЮ 2.00.01
2	Разработка плана работ	1. План проекта 2. Документ ресурсного обеспечения	1. П 02.00 2. ИРО 2.00.01
3	Разработка рентгеновской системы	1. Отчет о разработке 2. Пояснительная записка 3. Формула изобретения 4. Номер и копия заявки на патент 5. Набор ТД 6. Отчет о комплектующих (виды и наименование) 7. Оферты компаний 8. Программное обеспечение 9. Документ регистрации заявки ПО	1. О 02.00.13 2. О 2.12.1 3. Ф 21.02/08-1 4. Ф 21.02/08-3 5. ТД 02.03.15 6. О 03.06.01 7. О 03.01.03 8. ПО 12.21.12 9. Ф 21.02/09
4	Проектирование рентгеновской системы	1. Отчет о реализации этапа 2. Набор КД 3. Документ выбора комплектующих 4. Смета на комплектующие для макета 5. ТЗ на макет 6. Документ утверждения ТЗ на макет	1. О 02.04.01 2. КД 02.04.15 3. Ф 03.00.1 4. Ф 01.05 5. ТЗ 02.05 6. ДУ 2.01.05.2
5	Изготовление опытного образца	1. Набор технической документации на макет 2. Руководство по производству и сборке 3. Техническая документация на 3D РМТ 4. Инструкция 5. Счет за комплектующие 6. Отчет о реализации макета	1. ТДМ 02.00 2. И 02.05.03 3. ТДГ 02.01.00 4. И 02.05.01 5. СФ 03.10 6. О 02.05.01
6	Оформление проекта в соответствии с требованиями НД	1. Работоспособный макет Набор документов проекта: 2. Инструкция согласно НД 3. Набор КД 4. Документ заявки на патент 5. Руководство по производству и сборке 6. Техническая документация на 3D РМТ 7. Набор свидетельств на ИС	1. № 1234.145 2. И 02.05.01 3. КД 02.04.15 4. Ф 21.02/08 5. И 02.05.03 6. ТДГ 02.01.00

Владелец процесса передает подчиненным следующую информацию управляющего характера:

№	Подпроцесс – поставщик информации	Документ	Идентификатор
1	Определение и оценка возможности разработки томографа согласно ТЗ на проект	1. ТЗ на проект	1. ТЗ 02.00
2	Разработка план работ	1. Документ утверждения проекта 2. Бюджет проекта	1. ДУ 2.01.02.1 2. ПБЮ 2.00.01
3	Разработка рентгеновской системы	1. Заключение о ресурсном обеспечении 2. План проекта 3. ТЗ на НИР	1. РО 2.00.01 2. П 02.00 3. ТЗ 02.03
4	Проектирование рентгеновской системы	1. Документ принятия этапа НИР 2. ТЗ на ОКР	1. ДУ 2.01.04.1 2. ТЗ 02.04
5	Изготовление опытного образца	1. Документ принятия КД 2. Документ выбора комплектующих 3. Документ принятия этапа ОКР 4. Документ утверждения ТЗ на макет	1. ДУ 02.04.15 2. Ф 03.00.1 3. ДУ 2.01.05.1 4. ДУ 2.01.05.2
6	Оформление проекта в соответствии с требованиями НД	1. Документ утверждение макета	1. ДУ 2.01.06.1

#### 7.4.2. Описание схемы подпроцессов

Подпроцесс № 1

Наименование подпроцесса: «Определение и оценка возможности разработки томографа согласно ТЗ на проект».

Ответственным за выполнение подпроцесса является старший научный сотрудник.

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Должностные инструкции сотрудников научно-исследовательской лаборатории	ДИ 3.10.05-12
2	Отсутствует регламент на подпроцесс	-
3	Нормативные документы внешнего происхождения: 1. ГОСТы отрасли (все представленные в п. 3.1) 2. Единая система технической документации 3. Единая система конструкторской документации 4. Система менеджмента качества ТГУ	1. Смотреть п. 3.1 2. ЕСТД 3. ЕСКД 4. СТ ISO 9001:2011
4	Нормативные документы внутреннего происхождения: 1. ТЗ на проект 2. Должностные инструкции лиц, задействованных в подпроцессе 3. Регламент научно-исследовательской лаборатории	1. ТЗ 02.00 2. ДИ 3.10.05-10 3. РЛ 030

Продолжение таблицы

5	Указать прочие нормативно-методические документы, которые регламентируют выполнение работ по подпроцессу: Объем бюджета на разработку Руководство по определению разработок	ПБЮ 2.00.01 РК 01.01.01
---	---	----------------------------

Выполнение подпроцесса ответственным оценивается наличием следующих документов и передачей их владельцу процесса:

Выходы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по выходам)

№	Клиент	Выход	Идентификатор
1	1. Заведующий лабораторией	1. Отчет о возможности разработки 2. Заключение заведующего научно-исследовательской лаборатории 3. Документ утверждения проекта 4. Бюджет проекта 5. Документ утверждения бюджета проекта	1. Ф 02.00.12 2. ДУ 2.01.02.0 3. ДУ 2.01.02.1 4. ПБЮ 2.00.01 5. ДУ 2.01.02.5
	2. Старший научный сотрудник		
	3. Младший научный сотрудник		
	4. Лаборант		

Входы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по входам)

№	Поставщик	Вход	Идентификатор
1	1. Внешняя среда	1. Заявка на разработку системы 2. Хоз. договор 3. ТЗ на проект 3. Бюджет проекта	1. - 2. ТЗ 02.001 3. ПБЮ 2.00.01
	2. Заказчик		

Подпроцесс № 2

Наименование подпроцесса: «Разработка плана проекта».

Ответственным за выполнение подпроцесса является старший научный сотрудник.

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Должностные инструкции сотрудников научно-исследовательской лаборатории	ДИ 3.10.05-10
2	Нормативные документы внешнего происхождения: 1. ГОСТы отрасли (все представленные в п. 3.1) 2. Система менеджмента качества ТГУ 3. Порядок проведения хоз. договоров гос. учреждений	1. Смотреть п. 3.1 2. С ISO 9001 3. ХР 00.001
3	Нормативные документы внутреннего происхождения: 1. ТЗ на проект 2. Должностные инструкции лиц, задействованных в подпроцессе 3. Регламент научно-исследовательской лаборатории 4. Внутренний распорядок лаборатории	1. ТЗ 02.00 2. ДИ 3.10.05-10 3. РЛ 030 4. ВР 010

Выполнение подпроцесса оценивается наличием следующих документов:  
Выходы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по выходам)

№	Клиент	Выход	Идентификатор
1	1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Младший научный сотрудник 4. Лаборант 5. Программист	1. План проекта - Календарный план - Матрица ответственности 2. Документ ресурсного обеспечения 3. ТЗ на НИР	1. П 02.00 2. ИРО 2.00.01 3. ТЗ 02.03

Входы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по входам)

№	Поставщик	Вход	Идентификатор
1	1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Младший научный сотрудник 4. Лаборант	1. Отчет о возможности разработки 2. Заключение заведующего научно-исследовательской лаборатории 3. Документ утверждения проекта 4. Бюджет проекта 5. Документ утверждения бюджета проекта	1. Ф 02.00.12 2. ДУ 2.01.02.0 3. ДУ 2.01.02.1 4. ПБЮ 2.00.01 5. ДУ 2.01.02.5

Подпроцесс № 3

Наименование подпроцесса: «Разработка рентгеновской системы».

Ответственным за выполнение подпроцесса является старший научный сотрудник

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Должностные инструкции сотрудников научно-исследовательской лаборатории	ДИ 3.10.05-10
2	Нормативные документы внешнего происхождения: 1. ГОСТы отрасли 2. Единая система технической документации 3. Система менеджмента качества ТГУ	1. ГОСТ Р 15.011-96, ГОСТ 22091.0-84, VDI / VDE 2630, DIN 54113/ ROV, ГОСТ 22091.3-84, ЕСТД, ДИ. 2. ЕСТД 3. С ISO 9001
3	Нормативные документы внутреннего происхождения: 1. ТЗ на проект 2. ТЗ на НИР 3. План проекта 4. Должностные инструкции лиц, задействованных в подпроцессе 5. Регламент научно-исследовательской лаборатории	1. ТЗ 02.00 2. ТЗ 02.03 3. П 02.00 4. ДИ 3.10.05-10 5. РЛ 030

Выполнение подпроцесса оценивается наличием следующих документов.

Выходы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по выходам)

№	Клиент	Выход	Идентификатор
Внутри процесса			
1	Заведующий лабораторией	1. Отчет о разработке 2. Пояснительная записка 3. Документ принятия НИР	1. О 02.00.13 2. О 2.12.1 3. ДУ 2.01.04.1
2	Старший научный сотрудник	4. Формула изобретения 5. Номер и копия заявки на патент	4 - 5. Ф 21.02/08 6. ТЗ 02.04 7. ТД 02.03.15
3	Инженер	6. ТЗ на ОКР 7. Набор ТД 8. Отчет о комплектующих 9. Заявка на тендеры 10. Документ принятия ТД	8. О 03.06.01 9. О 03.01.03 10. ДУ 02.03.07 11. ПО 12.21.12 12. Л 21.02/09
4	Конструктор	11. ПО 12. Реферат и листинг ПО	
Внешним клиентам			
1	Отдел закупок ТГУ	1. Отчет о комплектующих 2. Заявка на тендер	1. О 03.06.01 2. О 03.01.03
2	Отдел интеллектуальной собственности ТГУ	1. Формула изобретения 2. Листинг ПО и реферат 3. Соглашение авторов	1. О 2.12.1 2. О 2.10 3. С 00.001-002
3	Отдел организации НИОКР	1. Отчет о разработке	1. О 02.00.13
Внутри подпроцесса			
1	1. Старший научный сотрудник 2. Младший научный сотрудник 3. Лаборант	1. Документированное изобретение 2. Пояснительная записка 3. Формула изобретения	1. Ф 21.02/08-1 2. О 2.12.1 3. Ф 21.02/08-3
2	1. Старший научный сотрудник 2. Программист	1. Набор ТД 2. Сформированная заявка на тендеры: а) рентгеновская трубка б) детектор в) корпус г) материалы	ТД 02.03.15 -
3	1. Заведующий лабораторией 2. Младший научный сотрудник	1. Листинг ПО и реферат 2. Отчет о реализации этапа	1. Ф 21.02/09 2. О 02.04.01

Входы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по входам)

№	Поставщик	Вход	Идентификатор
Внутри процесса			
1	Заведующий лабораторией	1. План проекта 2. Документ ресурсного обеспечения 3. ТЗ на НИР	1. П 02.00 2. ИРО 2.00.01 3. ТЗ 02.03
2	Старший научный сотрудник		
3	Младший научный сотрудник		
4	Лаборант		
От внешних поставщиков			
1	Отдел интеллектуальной собственности ТГУ	Регистрационные номера заявок на патент и ПО	-
2	Отдел закупок ТГУ	Номер и данные тендеров	-

Продолжение таблицы

Внутри подпроцесса			
1	1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Младший научный сотрудник	1. Документированное изобретение 2. Пояснительная записка 3. Формула изобретения	1. Ф 21.02/08-1 2. О 2.12.1 3. Ф 21.02/08-3
2	1. Старший научный сотрудник 2. Младший научный сотрудник 3. Лаборант	1. Набор ТД 2. Сформированная заявка на тендеры: а) рентгеновская рубка б) детектор	ТД 02.03.15 -
3	1. Старший научный сотрудник 2. Программист	1. Листинг ПО и реферат 2. Отчет о реализации этапа	1. Ф 21.02/09 2. О 02.04.01

Подпроцесс № 4

Наименование подпроцесса: «Проектирование рентгеновской системы».

Ответственным за выполнение подпроцесса является старший научный сотрудник.

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Должностные инструкции сотрудников научно-исследовательской лаборатории	ДИ 3.10.05-10
2	Нормативные документы внешнего происхождения: 1. ГОСТы отрасли 3. Единая система конструкторской документации 4. Система менеджмента качества ТГУ	1. ГОСТ Р, ГОСТ 22091.9-86, ГОСТ 4.198-85, VDI / VDE 2630, DIN 54113/ ROV, ДИ. 2. ЕСКД 3. С ISO 9001
3	Нормативные документы внутреннего происхождения: 1. ТЗ на проект 2. ТЗ на ОКР 3. План проекта 4. Должностные инструкции лиц, задействованных в подпроцессе	1. ТЗ 02.00 2. ТЗ 02.04 3. П 02.00 4. ДИ 3.10.10-17

Выполнение подпроцесса оценивается наличием следующих документов:

Выходы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по выходам)

№	Клиент	Выход	Идентификатор
Внутри процесса			
1	Заведующий лабораторией	1. Отчет о реализации этапа 2. Документ принятия КД 3. Набор КД 4. Документ принятия этапа ОКР 5. Описание системы	1. О 02.04.01 2. ДУ 02.04.15 3. КД 02.04.15 4. ДУ 2.01.05.1
2	Старший научный сотрудник		
3	Инженер		
4	Лаборант		
5	Программист		
Внешним клиентам			
	Отдел организации НИОКР	Отчет о реализации этапа	О 02.04.04

Продолжение таблицы

Внутри подпроцесса			
1	1. Старший научный сотрудник 2. Инженер 3. Конструктор	1. Модель эскизного проекта КД	МП 34.12
2	3. Инженер 4. Конструктор	1. Эскиз проекта КД 2. Пояснительная записка	ЭПКД 53.22

Входы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по входам)

№	Поставщик	Вход	Идентификатор
Внутри процесса			
1	Заведующий лабораторией	1. Отчет о разработке	1. О 02.00.13 2. О 2.12.1 3. ДУ 2.01.04.1 4 - 5. Ф 21.02/08 6. ТЗ 02.04 7. ТД 02.03.15 8. О 03.06.01 9. О 03.01.03 10. ДУ 02.03.07 11. ПО 12.21.12 12. Ф 21.02/09
2	Старший научный сотрудник	2. Пояснительная записка 3. Документ принятия этапа НИР	
3	Младший научный сотрудник	4. Формула изобретения 5. Номер и копия заявки на патент	
3	Лаборант	6. ТЗ на ОКР 7. Набор ТД	
4	Программист	8. Отчет о комплектующих 9. Оферты компаний 10. Документ принятия ТД 11. ПО 12. Реферат и листинг ПО	
От внешних поставщиков			
1	Отдел закупок	1. Отчет о тендере 2. Технические характеристики 3. Техпаспорт: а) рентгеновская трубка б) детектор в) корпус г) материалы для защиты и мехатронной системы позиционирования (металлы)	1. Ф 03.01.05 2. – 3. -
Внутри подпроцесса			
2	1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Инженер 4. Конструктор	1. Модель эскизного проекта КД	КД 02.04.15
3	1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Инженер 4. Конструктор	1. Документ выбора комплектующих 2. Смета на комплектующие для макета	1. Ф 03.00.1 2. Ф 01.05

Подпроцесс № 5

Наименование подпроцесса: «Изготовление опытного образца».

Ответственным за выполнение подпроцесса является старший научный сотрудник.

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Должностные инструкции сотрудников научно-исследовательской лаборатории	ДИ 3.10.12-18
3	Нормативные документы внешнего происхождения: 1. ГОСТы отрасли 2. Система менеджмента качества ТГУ	1. 22091.9-86, ГОСТ 4.198-85, VDI / VDE 2630, DIN 54113/ROV, ЯЮКЛ. 415112.001 ПМ, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 15150. 2. С ISO 9001
4	Нормативные документы внутреннего происхождения: 1. ТЗ на проект 2. ТЗ на макет 3. План проекта 4. Должностные инструкции лиц, задействованных в подпроцессе	1. ТЗ 02.00 2. ТЗ 02.05 3. П 02.00 4. ДИ 3.10.12-20

Выполнение подпроцесса оценивается наличием следующих документов:

Выходы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по выходам)

№	Клиент	Выход	Идентификатор
<b>Внутри процесса</b>			
1	Заведующий лабораторией	1. Набор технической документации на макет 2. Руководство по производству и сборке 3. Инструкция 4. Отчет о реализации макета	1. ТДМ 02.00 2. И 02.05.03 3. И 02.05.01 4. О 02.05.01
2	Младший научный сотрудник		
3	Инженер		
<b>Внешним клиентам</b>			
1	Отдел интеллектуальной собственности	1. Формула изобретения 2. Листинг ПО и реферат 3. Соглашение авторов	1. ФР 21.02/08 2. ДУТ 03.02.80
2	Центр стандартизации и метрологии	1. Методика поверки 2. Метрологическое обеспечение 3. Руководство по эксплуатации 4. Документы ТУ 5. Набор документов на соответствии стандартов: ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 15150 ГОСТ 12.2.007.0 ГОСТ 30631-99 ГОСТ 22261	1. МС 02.01.003 2. - 3. ТП 02.11.112 4. ТУ 5. -
3	Роспотребнадзор	Набор документов на государственную регистрацию	ГР 11.02.
4	Отдел организации НИОКР	Отчет о реализации этапа	О 02.04.05

Продолжение таблицы

Внутри подпроцесса			
1	1. Заведующий лабораторией 2. Инженер 3. Программист 4. Конструктор	1. Черновой опытный образец 2. Пояснительная записка	1. ЧО 02.65.1 2. ПС 002.21
2	1. Старший научный сотрудник 2. Инженер 3. Программист	1. Опытный образец 2. Инструкция 3. Техническая документация	1. ОБ 02.65.1 2. ИН 02.001.2 3. ТД 32.532.1
3	1. Заведующий лабораторией 2. Старший научный сотрудник 3. Инженер 4. Конструктор 5. Программист	Протоколы испытаний	ПИ 22.12.654
4	1. Инженер 2. Программист 3. Лаборант	1. Итоговый опытный образец 2. Набор технической документации на макет 3. Инструкция	1. ОБ 02.65.1 2. О 02.05.01 3. И 02.05.03

Входы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по входам)

№	Поставщик	Вход	Идентификатор
Внутри процесса			
1	Заведующий лабораторией	1. Отчет о реализации этапа 2. Документ принятия КД 3. Набор КД	1. О 02.04.01 2. ДУ 02.04.15
2	Старший научный сотрудник	4. Документ выбора комплектующих	3. КД 02.04.15 4. Ф 03.00.1
3	Инженер	5. Смета на комплектующие для макета	5. Ф 01.05 6. ДУ 2.01.05.1
4	Конструктор	6. Документ принятия этапа ОКР 7. ТЗ на макет	7. ТЗ 02.05
От внешних поставщиков			
1	Отдел закупок	Отчет о тендерах а) Рентгеновская трубка б) Детектор в) Корпус Техпаспорта на составные части приобретённые в ходе тендера	ДУ 03.02.80
Внутри подпроцесса			
1	1. Конструкторский отдел 2. Директор по разработке новой продукции	1. Набор технической документации на макет 2. Техническая документация на 3D PMT 3. Счет за комплектующие	1. ТДМ 02.00 2. ТДГ 02.01.00 3. СФ 03.10

Подпроцесс № 6

Наименование подпроцесса: «Оформление проекта в соответствии с требованиями НД».

Ответственным за выполнение подпроцесса является конструкторский отдел.

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Должностные инструкции сотрудников конструкторского отдела	ДИ 3.10.12-18
2	Регламент на подпроцесс «Изготовление опытного образца»	РГ 02.05.14
3	Нормативные документы внешнего происхождения: 1. Все ГОСТы отрасли, представленные в п. 3.1 2. Система менеджмента качества ISO 9001:2008	1. смотреть пункт 3.1. 2. ISO 9001:2008
4	Нормативные документы внутреннего происхождения: 1. ТЗ на проект 2. План проекта 3. Должностные инструкции лиц, задействованных в подпроцессе	1. ТЗ 02.00 3. П 02.00 3. ДИ 3.10.12-20

Выполнение подпроцесса оценивается наличием следующих документов:

Выходы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по выходам)

№	Клиент	Выход	Идентификатор
<b>Внутри процесса</b>			
1	Генеральный директор	1. Работоспособный макет Набор документов на выходе проекта:	1. № 1234.145 2. И 02.05.01 3. КД 02.04.15 4. ДУ 03.02.80 5. Ф 21.02/08 6. ДУ 02.00.10 7. И 02.05.03 8. ТДГ 02.01.00 9. -
2	Внешняя среда процесса	2. Инструкция согласно НД 3. Набор КД 4. Утвержденный контракт с поставщиками	
3	Организация в целом	5. Документ заявки на патент (№, авторы реферат) 6. Документ приемки и утверждения проекта 7. Руководство по производству и сборке 8. Техническая документация на 3D PMT 9. Сертификаты соответствия	
<b>Внешним клиентам</b>			
1	Органы по сертификации (гос.тех. надзор, тех. реестр, ЦСМ и тд.)	1. Работоспособный макет Набор документов на выходе проекта: 2. Инструкция согласно НД 3. Набор КД 4. Руководство по производству и сборке 5. Техническая документация на 3D PMT	1. № 1234.145 2. И 02.05.01 3. КД 02.04.15 4. И 02.05.03 5. ТДГ 02.01.00

Входы подпроцесса (взаимодействие подпроцесса по входам)

№	Поставщик	Вход	Идентификатор
Внутри процесса			
1	Директор по разработке новой продукции	1. Набор технической документации на макет 2. Руководство по производству и сборке 3. Техническая документация на 3D PMT 4. Инструкция 5. Счет за комплектующие 6. Отчет о реализации макета	1. ТДМ 02.00 2. И 02.05.03 3. ТДГ 02.01.00 4. И 02.05.01 5. СФ 03.10 6. О 02.05.01
2	Научно-исследовательский отдел		
3	Конструкторский отдел		
От внешних поставщиков			
1	Органы по сертификации (гос.тех. надзор, тех. реестр, ЦСМ и тд.)	Сертификаты соответствия	-

## РАЗДЕЛ 8. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ РУКОВОДСТВА ЗА УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ

### Раздел 8.1. Общие положения

8.1.1. Владелец процесса несет ответственность за:

а) доведение до всего персонала важности удовлетворения требований заказчика и нормативных документов;

б) доведение до всего персонала Политики в области качества организации и роли подразделений (коммерческого и разработке новой продукции) и каждого работника в реализации Политики в области качества.

в) установление целевых показателей в области качества для Процесса *«Разработка и проектирование рентгеновского 3D микротомографа»* и соответствие этих целевых показателей с целями организации и Политике в области качества в целом;

г) регулярность анализа хода процесса и своевременность разработки корректирующих и предупреждающих действий;

д) обеспечение всех необходимых ресурсов для выполнения работ в рамках настоящего процесса;

е) содержание утвержденных плана работ, ТЗ на НИР, ТЗ на ОКР, ТЗ на макет;

ж) принятие и утверждения подпроцессов проекта.

8.1.2. Владелец процесса осуществляет управление процессом, выполняя:

а) регулярный анализ хода процесса и своевременную разработку корректирующих и предупреждающих действий;

б) отслеживание выполнений целевых показателей в области качества для Процесса;

в) мониторинг хода работ в подпроцессах, согласно ТЗ на проект, плана работ, ТЗ на НИР, ТЗ на ОКР и ТЗ на макет;

г) выявление отклонений, несоответствий в документах, создаваемых в ходе реализации процесса, на соответствие требований нормативной документации, Политики в области качества, а также ТЗ на подпроцессы и на проект в целом;

д) принятие и утверждение подпроцессов проекта.

8.1.3. Владелец процесса производит планирование на периоды и подает план работы подразделения на планируемый период вместе со справкой-протоколом хода процесса за отчетный период к 10 числу каждого месяца своему вышестоящему руководителю.

В план работы подразделения следует включить предлагаемые в справке-протоколе мероприятия по улучшению процессов.

8.1.4. Для контроля за ходом и результатами процесса, удовлетворенностью клиентов процесса используется набор показателей, утвержденных в настоящем регламенте. Плановые значения показателей и допустимые границы отклонений

установлены в документах «ТЗ на проект», «План проекта», а также «ТЗ на НИР», «ТЗ на ОКР», «ТЗ на макет».

8.1.5. Владелец процесса осуществляет контроль показателей процесса, продуктов процесса путем сравнения полученных фактических значений показателей с плановыми/нормальными значениями. Владелец процесса осуществляет мониторинг удовлетворенности клиента путем сравнения полученных фактических значений показателей с значениями показателей за предыдущий период. Если отклонения показателей выходят за допустимые границы, то владелец процесса действует в соответствии с документированной процедурой *«Корректирующие и предупреждающие действия»*.

8.1.6. Владелец процесса ежемесячно составляет справку-протокол о результатах измерения показателей и о запланированных действиях. К справке-протоколу Владелец процесса прикладывает протоколы анализа отклонений, оформленные в течение отчетного периода. Владелец процесса представляет на рассмотрение своему руководителю справку-протокол вместе с планом подразделения числа каждого месяца.

## Раздел 8.2. Управление процессом

### 8.2.1. Планирование деятельности

Владелец процесса планирует ход процесса на период реализации проекта, используя следующую информацию:

№	Исходная информация для планирования	Идентификатор документа, содержащего информацию
1	Отчеты прошлых проектов	ПР 02.02-02.07
2	ТЗ на проект	ТЗ 02.00
3	Нормативные акты и государственные стандарты	НД 02.00
4	Бюджет проекта	ПБЮ 2.00.01
5	Штатное расписание подразделений	П 02.00.001
6	Регламент на подпроцесс «Разработка 3D ЦРМТ»	РГ 02.03.14
7	Регламент на подпроцесс «Проектирование 3D ЦРМТ»	РГ 02.04.14
8	Регламент на подпроцесс «Изготовление опытного образца».	РГ 02.05.14
9	Должностные инструкции сотрудников, вовлеченных в реализацию проекта	ДИ 3.10.05-21
10	Документ инвентаризации лаборатории	ИН 21.87.01

Владелец процесса фиксирует результаты планирования в следующих документах:

№	Плановая информация	Идентификатор
1	План проекта	П 02.00
2	ТЗ на НИР	ТЗ 02.03
3	ТЗ на ОКР	ТЗ 02.04
4	ТЗ на макет	ТЗ 02.05
5	Календарный план	П 02.00.001
6	Матрица ответственности проекта	П 02.00.002

### 8.2.2. Сбор информации по показателям процесса

Владелец процесса организует сбор первичной информации для расчёта следующих показателей:

1. Показатели процесса
2. Показатели продукта
3. Показатели удовлетворённости клиентов

Наименование показателей процесса.

№	Наименование показателя	Идентификатор
Показатели процесса		
1	Наличие и количество отклонений от плана проекта	ПП П 02.00
2	Наличие и количество отклонений от ТЗ на проект	ПП ТЗ 02.00
3	Наличие и количество отклонений от ТЗ на НИР	ПП ТЗ 02.03
4	Наличие и количество отклонений от ТЗ на ОКР	ПП ТЗ 02.04
5	Наличие и количество отклонений от ТЗ на макет	ПП ТЗ 02.05
6	Патентоспособность изобретения	ПП Ф 21.02
7	Соответствие изобретения государственным и отраслевым стандартам	ПП НД 02.00
8	Наличие, сформированного пакета документов, необходимые для выполнения, след. подпроцесса	ПП О 02.00.01
9	Превышение бюджета на подпроцессы и проект в целом	ПП ПБЮ 2.00.01
10	Сроки выполнения подпроцессов и проекта в целом	ПП ПИ 02.00.01
11	Отклонения в разработке ТД от стандартов согласно ЕСТД	ПП ТД 02.03.15
12	Отклонения в разработке КД от стандартов согласно ЕСКД	ПП КД 02.04.15

Продолжение таблицы

13	Наличие и количество отклонений в работе макета	И 05.01.01-01
14	Наличие подписанного контракта с поставщиками	И 03.02-01
15	Количество внештатных ситуаций, потребовавших оперативного вмешательства руководства верхнего уровня	ПП ПИ 02.00.10
16	Независимость процесса от изменений в части персонала	ПП И 04.010
Показатели продукта		
1	Соответствие продукта международным и государственным стандартам безопасности	ПГ 02.00.01
2	Наличие полного набора технической документации на продукт	ПГ ТДГ 02.01.00
3	Наличие и количество отклонений в работе продукта	ПГ 02.00.02
4	Скорость формирования 3D изображений	ПГ 02.01.03
5	Наличие полной инструкции на прибор	ПГ И 02.05.01
6	Наличие документированных мер по постановки продукта на серийное производство	ПГ 02.01.02
7	Показатели энергопотребления	ПГ 02.02.01
Показатели удовлетворённости клиентов		
1	Реализация всех требований согласно ТЗ на проект	УК ТИ 02.00
2	Наличие подписанного контракта с поставщиками	УК/И 03.02-01
3	Выполнения в срок подпроцессов и проекта в целом	УК/ПИ 02.00
4	Наличие и количество отклонений в работе продукта	УК/ПГ 02.00.02
5	Показатели энергопотребления	УК/ПГ 02.02.01
6	Превышение бюджета на подпроцессы и проект в целом	УК/ПП ПБЮ 2.00.01

**Раздел 8.2.3. Контроль и анализ хода процесса и его результатов**

Владелец процесса ведет контроль за ходом процесса по следующим показателям:

№	Наименование показателя процесса	Периодичность
1	Количество внештатных ситуаций, потребовавших оперативного вмешательства руководства верхнего уровня	3 раза в подпроцесс
2	Соответствие изобретения государственным и отраслевым стандартам	1 раз в подпроцесс
3	Независимость процесса от изменений в части персонала	Ежемесячно
4	Сроки выполнения подпроцессов и проекта в целом	1 раз в подпроцесс

Владелец процесса ведет контроль за результатами (выходами) процесса по следующим показателям:

№	Наименование показателя процесса	Периодичность
1	Наличие и количество отклонений от плана проекта и ТЗ на проект	2 раза в подпроцесс
2	Наличие и количество отклонений от ТЗ на НИР, ОКР, макет	2 раза в подпроцесс
3	Превышение бюджета на подпроцессы и проект в целом	1 раз в подпроцесс
4	Наличие, сформированного пакета документов, необходимые для выполнения, след. подпроцесса	1 раз в подпроцесс
5	Отклонения в разработке ТД и КД от стандартов согласно ЕСТД и ЕСКД соответственно	1 раз в подпроцесс
6	Патентоспособность изобретения	1 раз в подпроцесс

Владелец процесса ведет контроль удовлетворённости клиентов процесса по следующим показателям:

№	Наименование показателя процесса	Периодичность
1	Реализация всех требований согласно ТЗ на проект	2 раза в подпроцесс
2	Наличие подписанного контракта с поставщиками	1 раз в проект
3	Выполнения в срок подпроцессов и проекта в целом	1 раз в подпроцесс
4	Наличие и количество отклонений в работе продукта	2 раза в проект
5	Показатели энергопотребления	2 раза в проект

## РАЗДЕЛ 9. АНАЛИЗ ДАННЫХ СО СТОРОНЫ ВЫШЕСТОЯЩЕГО РУКОВОДИТЕЛЯ

9.1 При проведении анализа вышестоящий руководитель использует следующие документы:

№	Наименование документа	Идентификатор
1	Справка о ходе процесса	О 02.10.01
2	Протоколы анализа процесса за предыдущий период	ПР 02.02-02.07
3	Результаты аудита процесса	А 02.00
4	Документы утверждения подпроцессов	ПБЮ 2.00.01, П 02.00, ДУ 2.01.04.1, ДУ 2.01.05.1, ДУ 2.01.06.1, ДУ 02.00.10
5	Регистрационный номер заявки на патент	Ф 21.02/08 и № регистрации
6	Документ контракта с поставщиками	ДУ 03.02.80
7	ТЗ на проект	ТИ 02.00

9.2. Результаты анализа процесса со стороны руководства оформляются в справке-протоколе Приложения А настоящего регламента. Разработка корректирующих и предупреждающих действий по результатам анализа процесса со стороны руководства производится в соответствии с требованиями документов «Плана проекта» и «Корректирующие и предупреждающие действия».

9.3. Протокол анализа процесса со стороны вышестоящего руководителя носит силу приказа по предприятию (распоряжения по подразделению) и является обязательным к исполнению владельцем процесса и должностными лицами, взаимодействующим с ним.

## РАЗДЕЛ 10. ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ И АРХИВИРОВАНИЕ

10.1. Подлинник регламента «Процесса по разработке и проектированию рентгеновского 3D микротомографа» после окончания срока действия, аннулирования или замены хранится в архиве 5 года.

## РАЗДЕЛ 11. ПОРЯДОК ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

11.1. Владелец процесса один раз в два года пересматривает данный Регламент процесса на соответствие целям и планам организации.

11.2. По итогам рассмотрения Владелец процесса может принять решение о продлении действия Регламента без изменений. В этом случае действие Регламента продлевается на следующие два года, для чего Владелец процесса делает запись в «Листе регистрации изменений» контрольного экземпляра: «Срок действия продлен

до \_\_\_\_\_ года», расписывается и ставит дату. В противном случае Владелец процесса делает запись: «Требуется пересмотра. Срок действия продлен до \_\_\_\_\_ года» (срок продления в этом случае не должен превышать 1 месяц), расписывается и ставит дату. Такая запись инициирует начало пересмотра данной документированной процедуры. Ответственный за ведение документации в \_\_\_\_\_ (название подразделения) доводит до сведения ОВД других подразделений продление действия Регламента или, после утверждения изменений, рассылает извещения об изменениях Регламента подразделениям-адресатам согласно ведомости рассылки.

Решение об изменении Регламента принимает Владелец процесса на основании предложений других подразделений предприятия, результатов анализа установленных и предвидимых несоответствий, а также рекомендаций внутренних или внешних аудиторов.

## РАЗДЕЛ 12. РАССЫЛКА

№ учётного экземпляра	Подразделение	Количество копий

## РАЗДЕЛ 13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ Изм.	Номера листов				Номер документа	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	изменённых	новых	аннулированных	заменённых				

## РАЗДЕЛ 14. ОЗНАКОМЛЕНИЕ СОТРУДНИКОВ

№ п/п	ФИО	Должность	Изм. №	Дата	Подпись	Изм. №	Дата	Подпись	Изм. №	Дата	Подпись

Приложение Б  
(обязательное)  
Регламент «Управление проектными рисками»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий лабораторией проф., д.т.н. Сырякин В. И. / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Подразделение:

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «СИСТЕМЫ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ»**

*Регламент*

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ, ОЦЕНКА РИСКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕР  
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ**

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

### СОГЛАСОВАНО

Наименование должности	ФИО	Подпись	Дата
Начальник отдела			
Старший научный сотрудник			
Младший научный сотрудник			
Инженер			

### РАЗРАБОТАЛ

Наименование должности	ФИО	Подпись	Дата

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
1.1 Введение .....	3
1.2 Цели.....	3
1.3 Задачи .....	3
1.4 Область применения.....	3
1.5 Период действия и порядок внесения изменений.....	3
2 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	4
3 СОКРАЩЕНИЯ .....	5
4 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ, ОЦЕНКА РИСКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕР УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ.....	6
4.1 Общие положения .....	6
4.2 Ответственные, их полномочия и ответственность.....	7
4.3 Идентификация опасностей .....	7
4.4 Оценка рисков .....	11
4.5 Разработка мероприятий по уменьшению рисков .....	12
5 МОНИТОРИНГ .....	14
6 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ.....	15
7 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	16
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	17

# **1 ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

## **1.1 Введение**

Регламент устанавливает единый порядок идентификации и оценки опасностей, а также определяет действия по управлению производственными и проектами рисками в лаборатории «Систем технического зрения».

## **1.2 Цели**

Целью данного Регламента является разработка единой системы управления производственными рисками (далее – рисками) для устранения или уменьшения рисков, связанных с деятельностью лаборатории.

## **1.3 Задачи**

Основными задачами Регламента являются:

- Определение ответственности при управлении рисками по направлениям деятельности Лаборатории.
- Установление единых подходов к идентификации, оценке и управлению рисками.
- Определение порядка ведения записей по управлению рисками.
- Определение порядка мониторинга и контроля.
- Организация непрерывного процесса менеджмента риска.

## **1.4 Область применения**

Требования настоящего Регламента распространяются на производственные и проектные риски, присутствующие при выполнении работ по направлениям деятельности Лаборатории.

Требования настоящего Регламента обязательны для исполнения всеми сотрудниками Лаборатории.

Направления деятельности Лаборатории:

- общефункциональные;
- научно-исследовательская деятельность;
- проектная деятельность: грантовая и хоз.договорная;

## **1.5 Период действия и порядок внесения изменений**

Настоящий Регламент вводится в действие Приказом Руководителя лаборатории «Систем технического зрения».

Инициаторами внесения изменений в Регламент являются: инженер и другие сотрудники лаборатории, у которых присутствуют риски.

Контроль за исполнением требований данного Регламента и поддержанием его в актуальном состоянии возлагается на младшего научного сотрудника.

## 2 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем Регламенте применяются термины с соответствующими определениями:

*Риск* - потенциально возможное действие или событие, способное воспрепятствовать достижению целей Общества или отдельных процессов (направлений деятельности) и влекущее за собой негативные последствия. Риск характеризуется вероятностью и существенностью последствий.

*Идентификация рисков* - определение событий и факторов (внутренних и/или внешних), которые могут оказать значимое влияние на достижение сформулированных целей и реализацию поставленных задач.

*Анализ риска* - процесс изучения характеристик и слабых сторон системы, проводимый с использованием вероятностных расчетов, с целью определения ожидаемого ущерба в случае возникновения неблагоприятных событий.

*Уровень риска* -

*Система управления рисками* - совокупность организационных мер, методик и процедур, создаваемых и используемых для эффективного осуществления управления рисками.

*Управление рисками (менеджмент рисками)* - процесс, осуществляемый руководителем и работниками на всех уровнях управления лабораторией, включающий в себя выявление (идентификацию) и оценку рисков, их ранжирование, а также воздействие на риски для обеспечения разумной гарантии достижения стратегических и операционных целей лаборатории.

### **3 СОКРАЩЕНИЯ**

Лаборатория – международная лаборатория мирового уровня «Систем технического зрения» национального исследовательского Томского государственного университета.

РЛ – Руководитель лаборатории.

КД и ТД

НПА – нормативно-правовые акты

## 4 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ, ОЦЕНКА РИСКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕР УПРАВЛЕНИЯ

### 4.1 Общие положения

Работы по идентификации опасностей и оценки рисков выполняются на основании приказа заведующего лабораторией, который выпускается по инициативе инженера перед началом нового проекта, а также в ходе выполнения. В ходе реализации проекта деятельность по идентификации опасностей и оценки рисков должна быть непрерывна.

Регламент способствует созданию в Лаборатории результативной системы управления рисками, позволит снизить их влияние до минимального уровня. Данный регламент распространяется на проектную (проведение грантовой и хоз.договорной) сферу деятельности лаборатории «Систем технического зрения».

Своевременное выявление рисков является ключевым фактором для обеспечения достижения Лабораторией поставленных целей и задач.

Система управления рисками в первую очередь ориентирована на выявление потенциальных рисков до их возникновения или на ранней стадии их возникновения.

Идентификация опасностей и оценка рисков должна быть задокументирована:

- перечень опасностей и рисков лаборатории;
- программа мероприятий по снижению влияния рискованных ситуаций.

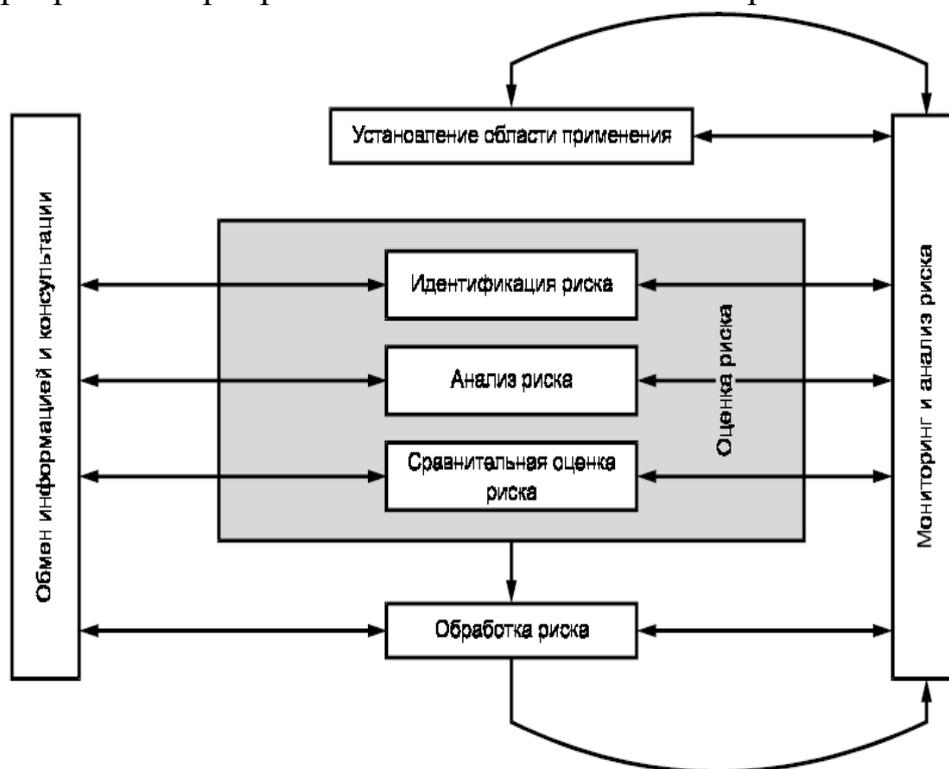


Рисунок 1. Структурная схема процесса менеджмента риска  
Структурная схема менеджмента риска изображена на рисунке 1.

## **4.2 Ответственные, их полномочия и ответственность**

Руководитель лаборатории:

- утверждает внутренние документы лаборатории, определяющие стратегию и развитие системы управления рисками лаборатории;
- принимает решения, направленные на реализацию мероприятий по управлению критическими рисками, а также рассматривает бюджеты на реализацию данных мероприятий;
- эффективное управление рисками в рамках текущей деятельности лаборатории.

Старший научный сотрудник несет ответственность:

- организация мероприятий и руководство мероприятий по идентификации рискованных ситуаций, их оценки и определение требуемых мер управления по сокращению рисков

Инженер несет ответственность за:

- оказание методической помощи сотрудникам лаборатории по идентификации рискованных ситуаций в области промышленных и проектных рисков, которые возникают при реализации основного вида деятельности – грантовой и хоз.договорной деятельности.
- осуществление мониторинга деятельности.
- предоставление результатов менеджмента риска в доступной форме.
- составление программы мероприятий по уменьшению влияния рискованных ситуаций.

Группа экспертов формируется из представителей лаборатории, которые

Младший научный сотрудник выполняет:

- анализ требований НД, относящиеся к работе данного вида деятельности;
- оценка выполнения требований НД на каждом из этапов проектной деятельности;
- комплекс мероприятий по расчету и оценке рисков по данному направлению деятельности;
- разработку мер по снижению рисков при выполнении работ по данному виду деятельности.

## **4.3 Идентификация риска**

Инженер проводит идентификацию опасностей на основании приказа заведующего лабораторией. Работы по идентификации проводятся на каждом из этапов текущего проекта лаборатории, по каждому виду деятельности, предусмотренным данным регламентом.

При идентификации опасностей и оценке рисков по виду деятельности необходимо учесть:

- основной вид деятельности лаборатории (проектная деятельность – грантовая и хоздоговорная деятельности);
- повседневные и разовые виды деятельности; технологии и методы ведения проектной деятельности в данной области, а также специфику научно-

исследовательских проектов в государственных учреждениях высшего образования;

- ошибки и отклонения в работе проекта в связи с человеческим фактором;
- нормативные акты и стандарты данного направления;
- нормативные акты и требования, предусматривающие организацию государственных закупок;
- изменения или предполагаемые изменения в Лаборатории, его деятельности;
- инфраструктуру, оборудование и материалы лаборатории.

Критериями достижения цели:

1. Проект выполнен в срок.
2. Этапы проекта реализованы согласно плану и ТЗ.
3. Приемка проекта второй третьей стороной (заказчиком или грантоделателем).

Идентификация рисков осуществляется на всех уровнях управления лабораторией. Выявляемые риски подлежат систематизации и группируются на внешние и внутренние, по направлениям деятельности и т.д. Отдельные риски могут являться факторами (причинами) других рисков.

Для идентификации рисков целесообразней пользоваться одним из перечисленных методов: причинно-следственный анализ, с применением инструмента – диаграмма Исикава, FMEA-анализ.

Лаборатория внедряет процессы и процедуры, направленные на своевременное выявление и контроль за внутренними и внешними событиями, оказывающими влияние на достижение целей лаборатории, устанавливает и отслеживает изменение ключевых индикаторов рисков, автоматизирует контрольные процедуры и деятельность по управлению рисками в ключевых бизнес-процессах.

Лаборатория консолидирует информацию о выявленных рисках, информирует заинтересованные стороны о мероприятиях по их управлению, ведет учет реализовавшихся рисков и анализирует причины, способствовавшие их реализации.

#### **4.4 Оценка рисков**

Ответственные за менеджмент риска проводят оценку рисков по идентифицированным опасностям на основании списка опасностей, результатов анализа предыдущих проектов, изучения мирового опыта.

Оценка риска производится на основании сформированного списка рисков с помощью метода экспертных оценок. Отбор и утверждение экспертной группы производит экспертная комиссия. Экспертная комиссия состоит из 3 сотрудников НИ ТГУ: заведующего лабораторией, в которой реализуется менеджмент риска, заместителя декана по научной работе ФИТ, специалиста отдела организации НИОКР.

Экспертная группа должна быть представлена минимум 10 специалистами, которые занимаются данной тематикой и имеют опыт ведения проектов такого рода. В экспертной группе должно быть представлено не менее 2 докторов наук, 3 кандидат наук, 2 инженеров. Качество работы экспертной комиссии в организации любой формы собственности является главным фактором для получения большего уровня объективности и точности оценок рисков ситуации экспертной группой. Оценка работы экспертной комиссии производится на основании способности сформировать руководству организации обоснованную, объективную, и верную информацию.

Оценка рисков выполняется поэтапно:

1. Определение вероятности возникновения опасности (Р). Вероятность возникновения опасности (Р) выбирается из таблицы 2.

Риски анализируются по двум параметрам - вероятности их возникновения (вероятность реализации риска) и степени потенциального ущерба для Лаборатории (степень влияния события на показатели деятельности лаборатории).

Таблица 2. Диапазон возможных значений вероятности возникновения опасности Р

Вероятность возникновения опасности (Р), балл	Описание
(0-0,2]	Минимальная вероятность возникновения опасности. Практически невозможно предположить, что возникнет.
(0,2-0,4]	Умеренная вероятность возникновения опасности остается низкой. Условия могут возникнуть с низкой долей вероятности.
(0,4-0,6]	Существенная вероятность возникновения опасности. Условия для этого могут реально и неожиданно возникнуть
(0,6-0,8]	Значительная вероятность возникновения опасности является высокой. Условия для этого могут в течение определенного интервала времени
(0,8-0,1]	Очень высокая вероятность возникновения опасности. Условия обязательно возникают на протяжении достаточно продолжительного промежутка времени (обычно в условиях нормального функционирования)

2. Определение серьезности последствия воздействия опасности (S)  
 Серьезность последствия воздействия опасности (S) выбирается из таблицы 3.

Таблица 3. Диапазон возможных значений серьезности последствий воздействия опасности (S)

Серьезность последствий воздействия (S), балл	Описание
(0-0,2]	Минимальные последствия опасности. Могут повлечь за собой незначительное воздействие на распорядок лаборатории, небольшие ошибки, которые легко устранить. Риск штрафов и задержек минимален.
(0,2-0,4]	Умеренные последствия опасности. Незначительная задержка сроков проекта, которые можно восстановить на данном этапе. Штрафы отсутствуют.
(0,4-0,6]	Существенные последствия опасности. Отклонения существенны, устранение требует значительного времени, зачастую занимает несколько этапов.
(0,6-0,8]	Значительные последствия опасности. Большой срыв сроков проекта, штрафы. Выполнение проекта позже установленных сроков.
(0,8-0,1]	Катастрофические последствия опасности. Разрыв контракта, выплата неустойки, невозможность проекта, штрафы.

### 3. Расчет уровня рисков (R)

Уровень рисков (R) рассчитываются по формуле на основании оценок, поставленных экспертной группой:

$$R=P \times S,$$

где R – уровень риска, балл;

P – вероятность возникновения опасности, балл;

S - серьезность последствий воздействия опасности, балл.

### 4. Оценка рисков:

Инженер производит оценку рисков на основании полученных S и R значений по матрице оценки рисков – таблица 4.

Таблица 4. Матрица оценки рисков.

Риск R, балл					
Серьезность последствий воздействия (S), балл	Вероятность возникновения опасности (P), балл				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1
1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,8	0,16	0,32	0,48	0,64	0,8
0,6	0,12	0,24	0,36	0,48	0,6
0,4	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4
0,2	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2

#### 5. Определение категория риска:

Рабочая группа производит выбор категории риска в зависимости от числового значения риска (R) в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4. Категории рисков

Категория	Риск (R)
Незначительные	$R \leq 0,2$
Умеренные	$0,2 < R \leq 0,4$
Критические	$R > 0,4$

Инженер вносит результаты оценки рисков в Форму перечня опасностей и рисков направлений (произвольная форма).

Риски, отнесенные к категории «низкие» и «умеренные» считаются допустимыми и управляемыми в соответствии с существующими в организации мерами (имеются в наличии необходимые процедуры и инструкции, оборудование поддерживается в технически исправном состоянии, своевременно проводится обучение, инструктаж и проверка знаний работников).

Риски, которые относятся к категории «критические» считаются недопустимыми и требуют разработки мер по управлению ими.

Ответственность за выполнение данных мероприятий лежит на инженере, согласование происходит с младшим научным сотрудником, утверждает старший научный сотрудник.

#### 4.4 Воздействие на риск (управление риском)

Инженер должен разработать Программу мероприятий по снижению рисков лаборатории.

Основные методы управления риском:

- отказ (уклонение) от риска - отказ от деятельности, сопровождающейся неприемлемым (выше заданной величины) уровнем риска;
- сокращение (минимизация) риска - меры по снижению вероятности наступления рисковомго события и/или снижению возможного ущерба;
- принятие риска - Общество принимает на себя устранение возможных последствий наступления рисковомой ситуации и готова к покрытию убытков за свой счет.

Мероприятия по управлению рисками могут быть:

- превентивными - влияющими на причины (факторы) рисков для их предотвращения;
- чрезвычайными - направленными на устранения последствий реализовавшегося риска.

Для целей минимизации рисков лаборатория разрабатываются планы по управлению рисками, утверждаемые на соответствующем уровне управления рисками вместе с сметой на реализацию мероприятий, содержащихся в планах.

Мероприятия по снижению рисков, разрабатываются в зависимости от причин их появления (оборудование, технология, методы, человеческий фактор и тд.)

Младший научный сотрудник проводит проверку выполнения мероприятий по истечению срока выполнения мероприятия.

Одновременно с принятием решений о методе управления риском и мерах воздействия на риск осуществляется разработка контрольных процедур, обеспечивающих надлежащее исполнение запланированных мероприятий.

## 5 МОНИТОРИНГ РИСКОВ

Лаборатория стремится повышать эффективность и качество управления рисками, приводить его в соответствие с потребностями лаборатории.

Мониторинг рисков осуществляется путем контроля динамики рисков, отслеживания значений ключевых индикаторов рисков. В лаборатории регулярно актуализируется информация о рисках, мероприятиях по управлению рисками, статусе выполнения мероприятий.

Подразделение, ответственное за реализацию функции координации и методологического обеспечения деятельности по управлению рисками, осуществляет агрегирование информации по всем выявленным рискам и актуализацию реестра рисков.

Инженер пересматривает и постоянно актуализирует Программу. Инженер вносит новые виды рисков, а также на основе анализа предыдущего проекта совершенствует Программу. Также программа может быть пересмотрена и актуализирована на основании результатов внутренних и внешних аудитов, аудитов третьей стороны и на основании результатов анализа СМК со стороны высшего руководства.

Деятельность по управлению рисками должна быть непрерывной. Менеджмент риска должен начинаться перед началом нового проекта и продолжаться в течение всего выполнения проекта. Периодичность оценка и актуализации: не менее чем раз в год.

## **6 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ**

В Лаборатории осуществляется периодическая оценка эффективности текущего состояния системы управления рисками (в рамках оценки текущего состояния системы внутреннего контроля и управления рисками).

Такая оценка проводится:

- сотрудником ответственным за реализацию функции координации и методологического обеспечения деятельности по управлению рисками лаборатории, - тестирование и оценка на постоянной основе;
- отдел Центр менеджмента качества НИ ТГУ - ежегодно;
- независимой стороной - внешними консультантами - не реже одного раза в три года.

## **7 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Настоящий Регламент, а также все дополнения и изменения к нему, утверждаются Руководителем лаборатории в соответствии с внутренними документами лаборатории.

Вопросы, не урегулированные настоящим Регламентом, регулируются действующим законодательством, решением Руководителя лаборатории, внутренними нормативными актами.

Если в результате изменения законодательства или нормативных правовых актов Российской Федерации отдельные положения настоящей Политики вступают в противоречие с ними, эти статьи утрачивают силу, и до момента внесения изменений в настоящий Регламент лаборатории руководствуется действующим законодательством и нормативно-правовыми актами Российской Федерации.

## **НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В данном Регламенте использованы ссылки на следующие внешние нормативные документы:

ГОСТ ISO 9001:2015 «Система менеджмента качества. Требования».

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010:2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска»

ГОСТ Р ИСО 31000:2010 «Менеджмент риска. Принципы и Руководство»

В данном Регламенте использованы ссылки на следующие внутренние нормативные документы:

СТО 07-028 Регламент процесса «Разработка рентгеновских систем».

Приложение В  
(обязательное)  
Раздел ВКР на иностранном языке

Раздел №3  
Математическое моделирование процессов

Студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1ГМ51	Баус Станислав Сергеевич		

Консультант кафедры физических методов и приборов контроля качества:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Плотникова И.В.	к.т.н		

Консультант – лингвист кафедры иностранных языков физико-технического института:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Квашнина О. С.			

### 3 Mathematical modeling of processes

Monte Carlo method is a general name for a group of numerical methods based on obtaining a large number of stochastic (random) process realizations, which is formed in a way that its probabilistic characteristics coincide with the analogous values of the problem in question. The Monte Carlo method refers to simulation modeling, where when calculating a particular system, the behavior of all its components is reproduced and studied [2]. A more detailed definition can be formulated as follows: the Monte Carlo method is a group of computational mathematics methods, based on representation of target values in a form of some random processes parameters, numerical simulation of random processes realizations and parameters estimation (i.e. target values) from random processes realizations by means of mathematical statistics. Thus, the “three pillars we lean on” of the Monte Carlo methods are the probability theory, the theory of random processes and mathematical statistics.

Simulation modeling is a series of numerical experiments designed to obtain empirical estimates of influence degree of various factors (initial values) on some of results (indicators) depending on them.

In general, the Monte Carlo simulation modeling processing can be divided into the following stages:

1. Establishing the relationship between initial and output indicators in the form of a mathematical equation or inequality.
2. Setting the probability distribution laws for the key model parameters.
3. Carrying out a computer simulation of the model's key parameters values, the Monte-Carlo simulation actually, i.e. repetitive calculations (usually 1,000 or 10,000 times) of required data using randomly generated (taking into account a mathematical distribution type) variables.
4. Calculating the main characteristics of initial and output indicators distributions.
5. Results analysis and decision making.

The Monte Carlo method is applied:

- when modeling complex operations with interacting factors;
- when testing simple analytical models;
- when one wants to make corrections and improvements to an analytical model constructed.

The advantage of the Monte Carlo method is that models do not require assumptions and simplifications. The disadvantages are cumbersomeness and complexity.

Mathematical modeling of laboratory's project activity

Unfortunately, today only a few projects activity ends in success. According to the US statistics of projects success: "31.1% of projects will be canceled. Additionally, 52.7% of projects will cost 189% of their initial budget... and only 16.2% will be finalized on schedule, to the budget, with the project products meeting the requirements"[3]. Project failures have a negative impact on an executive company. The fact that almost all projects start with a full confidence in their successful delivering, and most of them have developed good business plans and sufficient budgets, does not affect their completion, as it is often delayed for an indefinite, sometimes rather long period, with expenditures turning out to be much higher than planned. Often one of the reasons for projects failures is lack of risk management system. Planning is performed based on an ideal course of a project, not taking account of any exceptional situations that may arise during project implementation.

To implement the Monte Carlo simulation method and optimize it for project activities and project deadlines analysis in particular, an appropriate methodology has been developed. This methodology consists of the following elements:

1. Timing of stages and project as a whole using various planning methods. A deadline is established in accordance with a subdivision internal code of conduct, R & D regulatory documents and project terms of reference.

2. Previous projects and their deadlines analysis. Planned and actual indicators are considered.

3. Based on project management principles stated in PMBok, terms of reference and activity specifics a range of possible deviations in the terms of project stages is established.

4. Drawing up an equation for this situation in the following form:  $y=a*x_1+b*x_2+c*x_3$ . The number of variables is determined in strict accordance with a number of project stages.

5. A random value generation for each variable. Choosing a distribution type and structure. For this we need to know the project time intervals standard deviation and their direct average.

6. To analyze the distribution of each variable a random value distribution diagram is constructed. Based on the obtained results a conclusion is made about the most probable time for project stage completion.

7. Common data table compilation.

8. Simulation modeling.

9. Data evaluation.

10. Based on the results analysis a conclusion about effectiveness and project management activities quality is made, as well as the planning accuracy and determining the timing of individual stages and project as a whole.

We apply this method to project №1. To do this, we construct the project mathematical simulation model in Excel (included into MS Office package). We define variables for management drafting. The project consists of six main stages. Let us consider them in a greater detail. The project data are presented in the Table above. To begin with, the planning process itself is characterized by the following components: forecasting and uncertainty. Since accurate data is not available, simple calculations to answer the question of whether we can achieve the required project timeframes cannot be performed. There are methods that allow us, under certain conditions, to find the resulting parameter interval of values from the source data value ranges, but, as a rule, for the most real-life problems such conditions do not exist. As soon as we begin to summarize and multiply different distributions types, the problem usually turns into what mathematicians call unsolvable or «not having a

solution by ordinary mathematical methods». Therefore, instead of this we use the method of possible options direct selection, emerged due to computers. From the intervals available at random we choose the set (thousands) of exact values of the initial parameters and calculate the set of exact values of the desired index.

The Monte Carlo method simulation is an excellent way to solve such kind of problems. All we need to do is to form the mathematical dependence, to determine factors importance for a particular project stage. Then, using the simulation of a random variable, record output quantity values (project deadlines). According to the initial analysis parameters results are divided into the corresponding groups.

Based on previous projects results analysis and general project management principles as well as presented in PMBok recommendations, we will form the maximum deviations of the project. Often it is considered that for a project to be executed at a high level in terms of quality and efficiency criteria and not to require great reworks, the project implementation actual deadlines should not be less than 40-60% from the initial plan and terms of reference. Now we will consider the situation when there is an excess of a project deadline. The following characteristics are typical for this situation. In order to avoid huge fines and a project termination it is considered, that an actual project implementation period should not exceed a plan by more than 50%. This criterion allows project managers to avoid large fines and project termination unilaterally, that is, to get rid of minor penalties. Of course, it is worth noting that this condition is fulfilled in the absence of deadline violations at other stages. On the grounds of this the corresponding Table 1 is compiled.

Table 1. Possible project deadlines timeframe

№	Name	Possible project deadlines timeframe
		Month(s)
1	Possibility evaluation	0.2-0.8
2	Planning	0.4-1.6
3	Development	4-12
4	Design	3-10.5
5	Prototype making	3-9
6	Design of a project according to regulatory documents	1-4

Then, when the intervals boundaries are determined, we turn to the process of a random variable modeling. To do this, we create an Excel table of normal distribution with an amount of 100.

The project activity random variable distribution form is a normal distribution. Let us confirm it in practice: using the "`=НОРМРАСП(R2;0;0,05;ЛОЖЬ)`" command we create the data table, which is shown in Figure 1.

x	нормальное
-0,65	1,59977E-36
-0,64	2,11123E-35
-0,63	2,67697E-34
-0,62	3,26122E-33
-0,61	3,8172E-32
-0,6	4,29277E-31
-0,59	4,63829E-30
-0,58	4,81512E-29
-0,57	4,80269E-28
-0,56	4,60246E-27
-0,55	4,23764E-26
-0,54	3,74874E-25
-0,53	3,18622E-24
-0,52	2,60192E-23
-0,51	2,04146E-22
-0,5	1,53892E-21
-0,49	1,1146E-20
-0,48	7,75622E-20
-0,47	5,18573E-19
-0,46	3,33118E-18
-0,45	2,05595E-17
-0,44	1,21915E-16

Figure 1. Data table

The table values range is from -0.65 to 0.85. We plot this dependence. As can be seen from Fig. 2, the form of the distribution of a random variable has a form of a normal distribution.

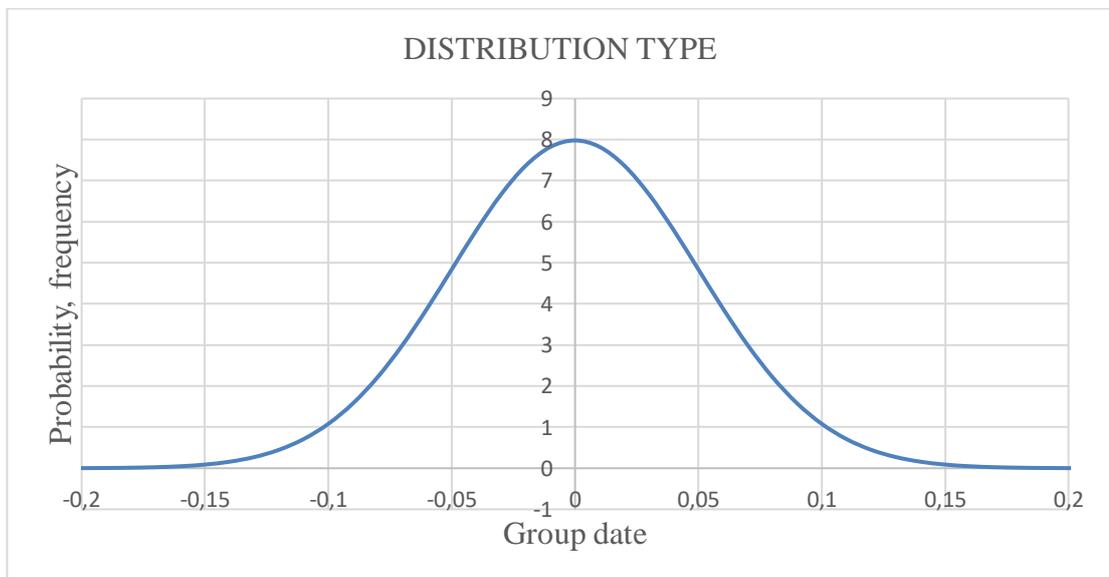


Figure 2. Distribution type

Now we can proceed to the examination of each stage separately. Here are the results for all 6 project stages, but we will consider 4 of them in detail. This choice is related to the fact that the content and specificity of some stages is similar, so the description of all of them is considered impractical. In the course of the analysis the following stages are considered: “Project feasibility assessment”, “Planning”, “Design”.

Stage 1.

We start with the first project phase evaluation. We choose a set of intervals that are divided as follows: less than 0.2, from 0.2 to 0.3, from 0.3 to 0.4, from 0.4 to 0.5, from 0.5 to 0.6, from 0.6 to 0.7, from 0.7 to 0.8, from 0.8 and more. We calculate the arithmetic mean and the standard deviation of the sample. Knowing these values, we can start a random variable modeling. A table with a random variable is shown in Fig. 3.

To form a table of a random variable it is necessary to calculate the standard deviation and the arithmetic mean.

Table 2. Distribution parameters values

Value name	Value
Arithmetic mean	1
Standard deviation	0.432049

Случайная величина
0,1
0,5
0,9
0,7
0,4
0,7
0,6
0,5
0,6
0,6
0,4
0,6
0,8
0,5
0,3
0,1
0,5
0,3
0,4
0,7
0,2
0,3

Figure 3. Data table

Figure 3 shows a piece of random variables table. In total there are 100 different numbers were generated that satisfy our condition. Then we divide the obtained values into intervals. These intervals are formed on the basis of kinship and influence on the outcome of the stage and the project as a whole. Now let's see the distribution of this quantity using the histogram, which is shown in Figure 4.

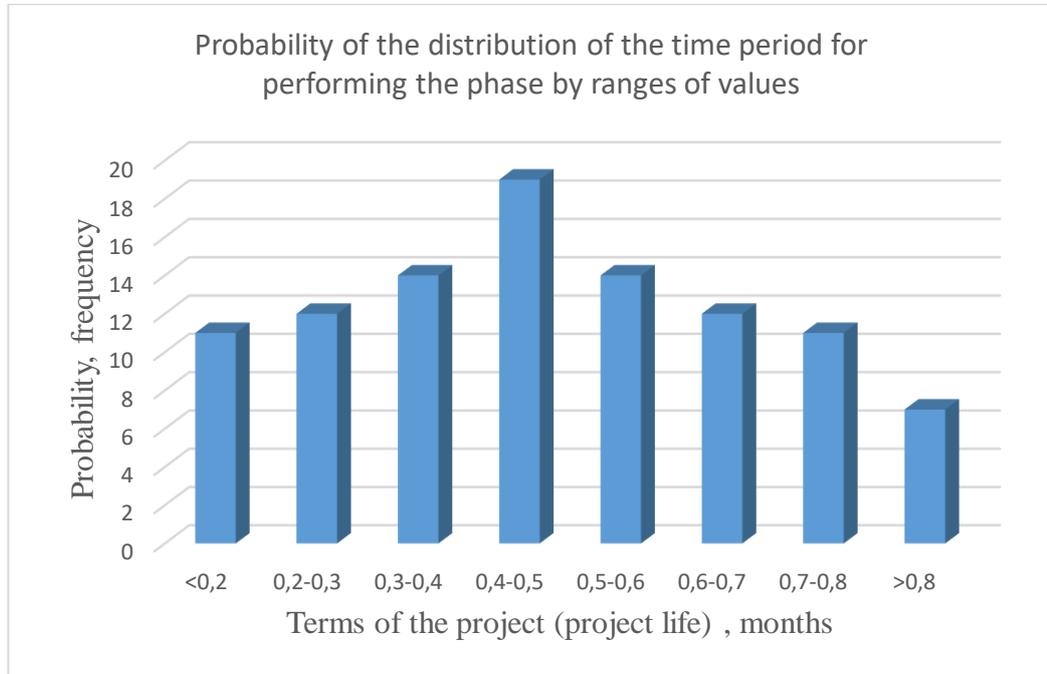


Figure 4. Random variable distribution

From the diagram one can observe the pattern of the quantity distribution (the first stage deadline) in the simulation. As can be seen from Fig. 4, the greatest number of hits is observed for the interval 0.4-0.5. This tells us that this deadline is most likely for this stage and its probability is 19%, which is a good result. After all, this interval is the most ideal for this stage, since in the project this term is equals to the half of a month. The second and third options for this stage are the following terms - 0.3-0.4 and 0.5-0.6. These intervals showed good probability indicators equal 14%. This is also a positive result. These three intervals are most favorable for the successful implementation of the stage and the project as a whole. Now let's consider the negative options. It is worth noting these are the minority. The most serious consequences for the project are options: less than 0.2 months and more than 0.8 month. These two options will be the cause of huge costs, serious penalties and potentially the main reason for the project termination by the client. These two

options should be completely eliminated or at least the probability of their occurrence should be minimized. In these conditions, without introducing new management technologies and improving operations, their probabilities are: 11% for the less than 0.2 option, and 7% for more than 0.8 option. In sum these two extremely unfavorable options give us 18 percent.

It should be also noted that for the successful and break-even execution of a stage and the project as a whole, the emergence of options such as 0.2-0.3 and 0.7-0.8 is not desirable as well. Though the first interval gets into the border of 40-60 percent from the established plan, still it is on the very verge of this generally accepted rule, thus we can state that the quality of such stage and its content will most likely leave much to be desired. As for version 0.7-0.8, this option has a serious deviation from the project plan's schedule - from 0.2 to 0.3 months, which is approximately 50% from the established plan. Often such deviations are the consequence of additional costs and penalties. These worsen relationships with a client, make a client less flexible, casting a slur of a project executive. The two options have a probability of occurrence of 12 and 11 respectively. The total probability is 23%, which is a fairly significant value and should be taken into account in the final analysis of the project. The last, not stated yet, version 0.6-0.7 can be attributed to negative ones, though it will not cause serious consequences for the project as a whole, provided that the remaining stages will be delivered on time.

Altogether, it should be noted that 47 percent of the project implementation deadlines distribution fit into a favorable scenario of the project flow. This suggests, that the probability of carrying out the project qualitatively and the required time is making up a 47 percent's, which is little less than a half. A negative scenario, which is unacceptable, is observed in 41 case out of 100. This is a high probability for making a decision on the measures development to improve project activities of a research laboratory. Although many diminish the importance of the development possibility evaluation stage due to its formalities for particular projects. But this is far from the case. This stage is extremely important. It is where a project team is being imposed the responsibility for carrying out a project on time. Therefore, only an

immense analytical work can be useful. After all, everyone is aware of 10-fold loss at each stage of product life cycle rule. That is why it is extremely important to develop measures for the qualitative and effective organization of this stage operations. These measures should be aimed at increasing a project activities effectiveness, new management methods introduction, process regulation, risk analysis, automated design and management systems implementation. The implementation of these measures should lower this probability to an acceptable level, where the project is not in danger. It is about 3-15 percent of the total distribution probability.

### Stage 2.

To assess the second project phase, it is necessary to select a set of intervals, which are distributed as: less than 0.4, from 0.4 to 0.6, from 0.6 to 0.8, from 0.8 to 1, from 1 to 1.2, from 1.2 to 1.4, from 1.4 to 1.6, from 1.6 and more. We calculate the arithmetic mean and the standard deviation of the sample. The values are presented in Table 3.

Table 3. Distribution parameters values

Value name	Value
Arithmetic mean	1
Standard deviation	0.432049

Knowing these values, we can start a random variable modeling. A table with a random variable is shown in Fig. 5.

Сроки проекта
1,553693559
1,103179582
1,033556149
0,605879328
1,289417528
0,804322047
1,091690833
1,611645669
1,51613805
0,931799894
1,520768671
0,224439545
0,627251623
1,530354669
0,943308974
1,914473076
0,870218865
0,589470159
0,681429357
1,747868649
1,203568199
0,84531548
1,243987339

Figure 5. Data table

Figure 5 shows a piece of random variables table. In total 100 different numbers were generated that satisfy our condition. Then, we divide the obtained values into intervals. These intervals are formed on the basis of kinship and influence on the outcome of the stage and the project as a whole. Now let us see the distribution of this quantity using the histogram, which is shown in Figure 6.

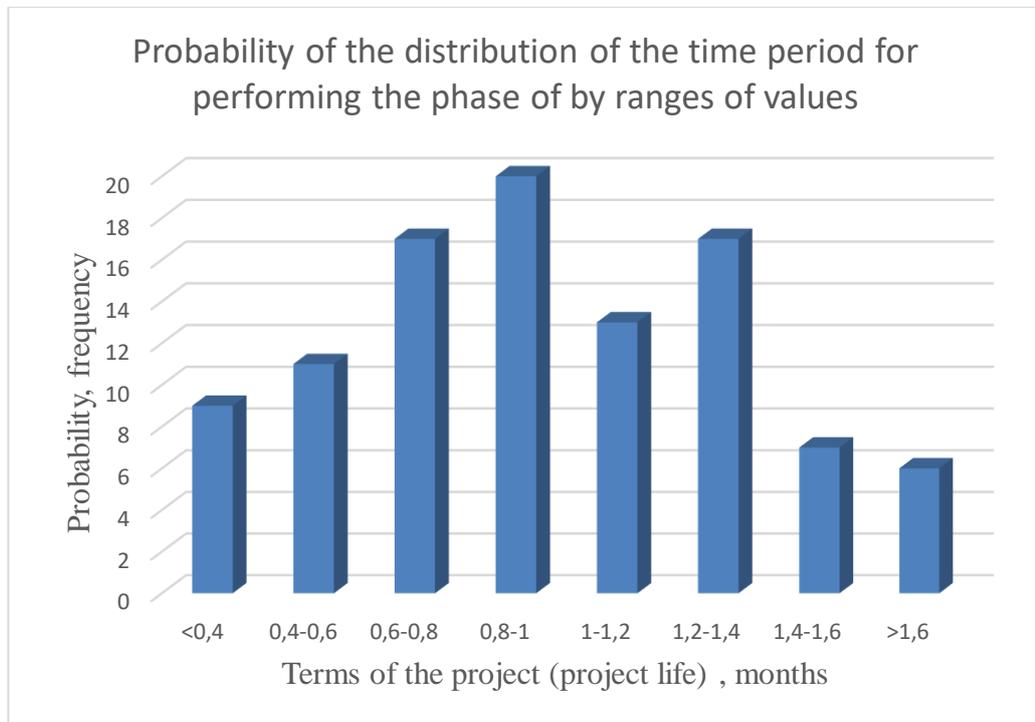


Figure 6. Random variable distribution

In Fig. 6 one can observe the quantity distribution pattern (the second stage deadline) when simulating by the Monte Carlo method. As can be seen from Fig. 6, the greatest number of hits is observed for the interval 0.8-1. This means that this deadline is most likely for this stage and its probability is 20%, which is a good result. This deadline is the most desired for all project stakeholders (project manager, client), since the term of the stage in the project plan is a month. The second and third options for this stage are the following terms - 0.6-0.8 and 1.2-1.4. These intervals showed high probability indexes, which equals 17%. 0.6-0.8 option can be characterized as positive, since this term implies the project implementation according to the project plan. This term guarantees execution of the stage on time, with a bonus of a small reserve, in case there are slight deviations in other stages timing during the project implementation. It should be mentioned, that the main thing

is that the completion of a stage just before the deadline will have a detrimental effect on the whole quality of work of this stage. This indicates that the work must comply with the established requirements of terms of reference and the work plan. But in fact, for option 1.2-1.4, as for 0.6-0.8, there is already a slightly different situation can be observed. It has already a negative staining, but it is worth noting, that it's not as risky as critical project deadlines. This interval can be attributed to a negative scenario, but it will not cause serious consequences for the project as a whole, provided that the remaining stages will be delivered exactly on time.

The most serious consequences for the project are options: less than 0.4 months and more than 1.6 months. These two options will be the cause of huge costs, serious penalties and potentially the main reason for the project termination by a client. These two options should be completely eliminated or at least the probability of their occurrence should be minimized. In these conditions, without introducing new management technologies and improving operations, their probabilities are: 9% for the less than 0.4 option and 6% for more than 1.6 option. In sum these two extremely unfavorable options give us 15 percent.

It should also be noted, that for the successful and break-even execution of the stage and the project as a whole, the emergence of options 0.4-0.6 and 1.4-1.6 is not desirable as well. Though the first interval falls into the border of 40-60 percent from the established plan, still it is on the very verge of this generally accepted rule, thus we can state that the quality of such stage and its content will most likely leave much to be desired. As for version 1.4-1.6, this option is deviating severely from the project plan's schedule - from 0.4 to 0.6 months, which is approximately 50% from the established plan. Often such deviations are the consequence of additional costs and penalties. These worsen relationships with a client, make a client less flexible, casting a slur of a project executive. These two options have an occurrence probability of 11 and 7 respectively. The total probability is 18%, which is a fairly significant value and should be taken into account in the final analysis of the project.

Now we divide the received intervals into groups according to their influence on final result of the stage and the project as a whole. The first group is called a

“Positive scenario”. This group includes the following intervals: 0.6-0.8; 0.8-1 and 1-1.2. The total probability of this group is 50%. This indicates that the probability of carrying out the project qualitatively and in the required time is making up 50 percent, which is exactly a half. The second group is a “Satisfactory scenario”. This group includes one interval - from 1.2 to 1.4, the probability of which, as mentioned above, is 17 percent. The third group is the most negative for the project results and it puts the project execution in doubt, up to the termination of a project contract unilaterally. This group includes the following project terms: less than 0.4, from 0.4 to 0.6, from 1.4 to 1.6, 1.6 and more. The total probability of this group is 33%. The negative scenario, which is unacceptable, is observed in 33 cases out of 100. This suggests that this stage is short and having a specific planning, but its essence rather lies in a substantive than a temporal expression. Thus, the criteria for this activity evaluation is previous projects terms, therefore it is important to develop measures to improve the quality of the activity. These measures should be aimed at improving the planning efficiency through the previous projects analysis, the application of mathematical statistics methods and the Monte Carlo simulation. The implementation of these measures should lower this probability to an acceptable level, where the project is not in danger. It is about 3-15 percent of the total distribution probability.

### Stage 3.

To assess the second project stage, a set of intervals has to be selected based on previous projects statistics, which are distributed as follows: less than 4, from 4 to 6, from 6 to 8, from 8 to 10, from 10 to 12, and from 12 and more. We calculate the arithmetic mean and the standard deviation of the sample.

Table 4. Distribution parameters values

Value name	Value
Arithmetic mean	8
Standard deviation	3.162278

Knowing these values, we can start random variable modeling. A table with random variables is shown in Fig. 7.

Сроки проекта
13,14575404
4,769920552
8,344871133
8,700050553
5,041782728
10,65911518
6,130298488
4,109511915
7,607038405
8,246929505
0,719846233
9,27588977
3,575822538
11,14674511
16,23566437
5,799666276
10,60060616
9,463945657
8,648468741
10,77572914
11,77905076
3,772199403
9,348670415

Figure 7. Data table

Figure 7 shows a piece of a random variables table. In total 100 different numbers were generated that satisfy our condition. Then we divide the obtained values into intervals. These intervals are formed on the basis of kinship and influence on the outcome of the stage and the project as a whole. Now we look at the distribution of this quantity using the histogram, which is shown in Figure 8.

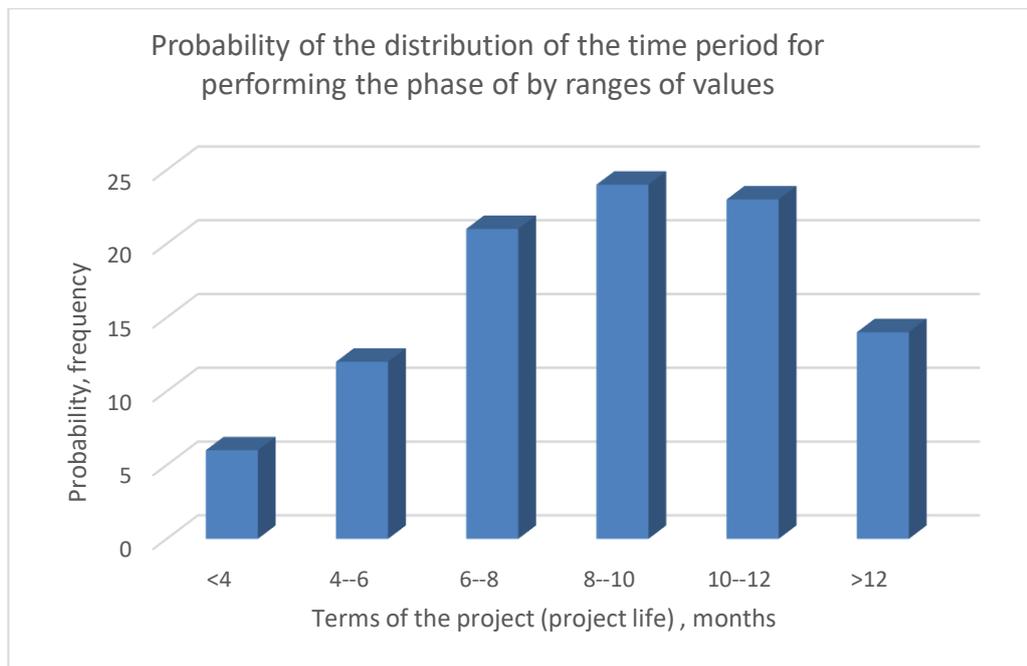


Figure 8. Random variable distribution

In the diagram, one can observe the quantity distribution pattern (the third stage deadline) by the Monte Carlo simulation method. As can be seen from Figure 8, the project terms distribution form subjects to the normal distribution law. This distribution has a shift to the left. This tells us that this is one of the fundamental

stages. It is during this stage that development is being formed, intellectual property and system mathematical model are being created. It is the content of this stage that determines further fate of the project and development. That is why it is rare to complete such a large amount of work beforehand, wherein to hand over the stage and move to the next one, without taking into account the quality of project's works. These circumstances explain the shift of the distribution to the right. Now let's consider each potential stage term separately.

As can be seen from the picture, the greatest number of hits is observed for the interval 8-10. This shows us that this period is most likely for this stage and its probability equals 24%, which is a good result. This project deadline is the most desired for all project stakeholders (project manager, client), since the stage term in the project plan is 10 months. The second and third options for this stage are the following terms - 6-8 and 10-12. These intervals showed high probability indexes. Their probabilities are 21% and 23% respectively. 6-8 option can be characterized as positive, since this term implies the project implementation according to the project plan. This term guarantees the execution of the stage on time, with a bonus of a small reserve, in case there are slight deviations in other stages timing during the project implementation. But the main thing to be mentioned is that the completion of the stage just before the deadline will have no harmful effect on the whole quality of this stage work. This indicates that the work must comply with the established requirements of terms of reference and the work plan. But for the option 10-12 there is already a slightly different situation can be observed. It has already a negative staining, but it is worth noting, that it's not as risky as critical project deadlines. This interval can be attributed to a negative scenario, but it will not cause serious consequences for the project as a whole, provided that the remaining stages will be delivered exactly on time.

The most serious consequences for the project are options: less than 4 months and more than 12 months. These two options will be the cause of huge costs, serious penalties and potentially the main reason for the project termination by the client. These two options should be completely eliminated or at least the probability of their

occurrence should be minimized. In these conditions, without introducing new management technologies and improving operations, their probabilities are: 6% for the less than 4 option and 14% for more than 12 option. In sum these two extremely unfavorable options give us 20 percent.

It should also be noted, that for the successful and break-even execution of the stage and the project as a whole, the emergence of option 4-6 is not desirable as well. Though it gets into the border of 40-60 percent from the established plan, it is still on the very verge of this generally accepted rule, thus we can state that the quality of such stage and its content will most likely leave much to be desired. Often such deviations are the consequence of additional costs and penalties. These worsen relationships with a client, make a client less flexible, casting a slur of a project executive. These two options have a rather high probability of occurrence equal to 23%. This probability is a sufficient value, which should be paid attention to during the final analysis of the project.

Now we divide the received intervals into groups according to their influence on final result of the stage and the project as a whole. The first group is called a "Positive scenario". This group includes the following intervals: 6-8, 8-10. The total probability for this group is 45%. This suggests that the probability of carrying out the project qualitatively and in the required time is making up 44 percent, which is bit less than a half. The second group is a "Satisfactory scenario". This group includes one interval - from 10 to 12, the probability of which, as mentioned above, is 23 percent. The third group is the most negative for the project results and it puts the project execution in doubt, up to the termination of a project contract unilaterally. This group includes the following project terms: less than 4, from 4 to 6, 6 and more. The total probability for this group is 32%. The negative scenario, which is unacceptable, is observed in 32 cases out of 100. This is a high probability for making a decision on the measures development to improve project activities of a research laboratory. This stage is extremely important. It is this stage that forms the main project idea, its implementation (model) and intellectual property. After all, everyone is aware of the 10-fold loss at each stage of product life cycle rule. That is

why it is extremely important to develop measures for the qualitative and effective organization of this stage operations. These measures should be aimed at increasing the project activities effectiveness, new management methods introduction, activity regulation, risk analysis, automated design and management systems implementation. The implementation of these measures should lower this probability to an acceptable level, where the project is not in danger. It is about 3-15 percent of the total distribution probability.

#### Stage 4.

To assess the fourth project stage, a set of intervals has to be selected based on previous projects statistics, which are distributed as follows: less than 3, from 3 to 4.5, from 4.5 to 6, from 6 to 7.5, from 7.5 to 9, from 9 to 10.5, and from 10.5 and more. We calculate the arithmetic mean and the standard deviation of the sample.

Table 5. Distribution parameters values

Value name	Value
Arithmetic mean	6.75
Standard deviation	2.806243

Knowing these values, we can start random variable modeling. A table with a random variable is shown in Fig. 9.

Сроки проекта
8,889819289
4,788661581
2,674992884
2,883546921
8,157147197
8,140403925
7,274223275
4,837077523
5,432633616
9,895124004
7,72533738
13,33043185
3,598522785
7,238733831
6,619980083
4,267947687
7,723170243
8,977399635
8,544627658
9,965000648
4,917567285
8,676554526
9,306416938

Figure 9. Data table

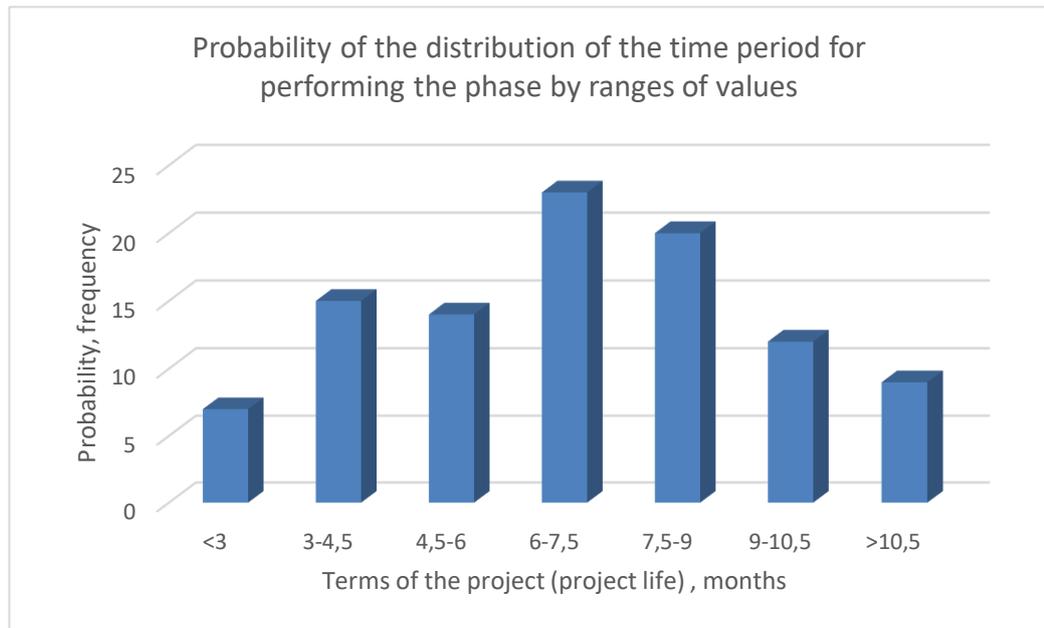


Figure 10. Random variable distribution

As can be seen from Fig. 10, the greatest number of hits is observed for the interval 6-7.5. The probability of this stage equals 23%. This tells us that this project deadline is optimal, since the term stated in the project plan is 7 months. The following interval is 7.5-9. It is characterized by a 20% probability. 7.5-9 option is negative, as this is a significant excess of the project deadline, which will have serious consequences. We divide the results into groups and obtain the following picture: to the group of satisfactory project deadlines it is possible to attribute three stages - 4.5-6, 6-7.5 and 7.5-9. Their total probability equals 57%. All the remaining four options can be attributed to the negative scenario. The aggregate is 43%. This suggests that, as at the previous stage, there is a necessity of improving the project activities. Based on the nature and the content of the stage, the measures proposed for the previous stage perfectly fit to this activity.

#### Stage 5.

To evaluate the second phase of the project, you must select a set of intervals based on the statistics of previous projects, which are distributed as follows: less than 3, from 3 to 4.5, from 4.5 to 6, from 6 to 7.5, from 7.5 to 9, and from 9 and more. We calculate the arithmetic mean and the sample standard deviation.

Table 6. Distribution parameters values

Value name	Value
Arithmetic mean	6
Standard deviation	2.371708

Knowing these values, we can start random variable modeling. A table with a random variable is shown in Fig. 11.

Сроки проекта
3,123323618
5,611082181
9,219013138
3,177407131
12,3693171
7,964181505
3,65654987
3,127052689
2,740999957
9,225053768
8,906654051
4,163817581
1,481315501
10,71141548
4,698536345
8,562384337
8,278383068
8,191307598
7,242227065
6,346492135
7,006281687
6,002391941
2,460035992

Figure 11. Data table

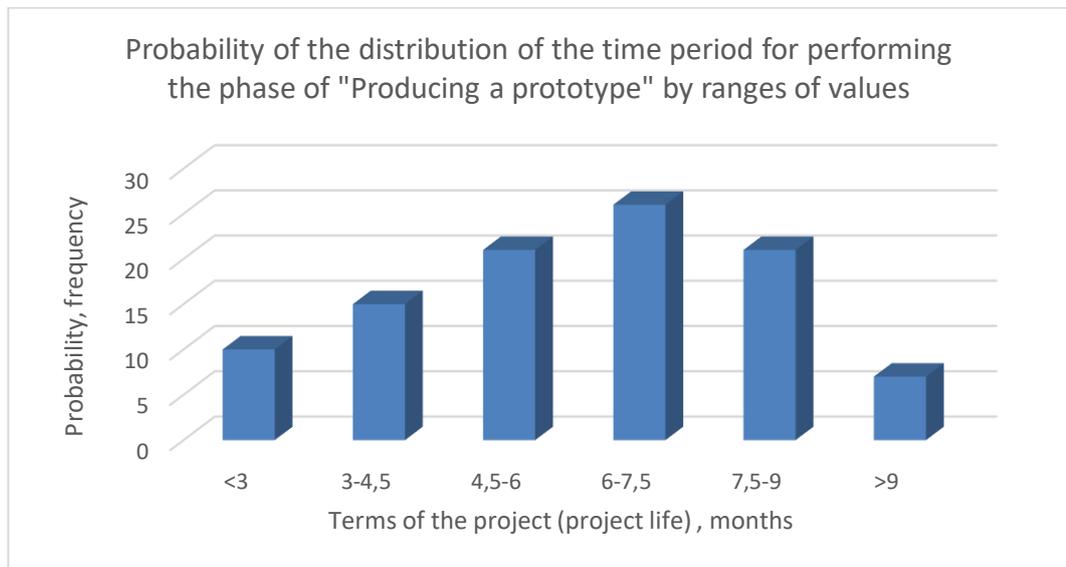


Figure 12. Random variable distribution

In the Fig. 12 the pattern of the quantity distribution can be observed (the fifth stage deadline) when simulating by the Monte Carlo method. As can be seen from Figure 12, the project terms distribution form subjects to the normal distribution law. This distribution has a shift to the left. This tells us that this is one of the fundamental stages. It is during this stage that system model is being adjusted, optimization of hardware and software as well as testing are proceeded. This activity has a large

number of tricky situations. When analyzing the projects and other publicly available statistical information on projects activity results of this research laboratory, it can be concluded that it was this stage that has been delayed and not delivered on time. That is why it is rare to complete such a large amount of work beforehand, wherein to hand over the stage and move to the next one, without taking into account the quality of project's works. These circumstances explain the shift of the distribution to the right. Now we will consider each potential stage term separately.

As can be seen from the picture, the greatest number of hits is observed for the interval 6-7.5. This stage probability is 23%. This tells us that in most scenarios of this stage development there will be slight deviations of up to a month and a half. This scenario is satisfactory for the project. In case of its realization it will be possible to avoid considerable financial losses and penalties. There are still negative sides though. First of all these are average and small fines, additional costs of material resources, partial image loss. The second and third options for this stage are the following terms - 4.5-6 and 7.5-9. These intervals showed high probability indexes. Their probabilities are 20% and 18% respectively. 4.5-6 option can be characterized as positive, since this term implies the project implementation according to the project plan. This term guarantees the execution of the stage on time, with a bonus of a small reserve in case there are slight deviations in other stages timing during the project implementation. But, the main thing to be mentioned, that the completion of the stage just before the deadline will have no harmful effect on the whole quality of this stage work. This indicates that the work must comply with the established requirements of terms of reference and the work plan. But for the option 7.5-9 there is already a bit different situation that can be observed. This interval refers to the negative scenario, which will have serious consequences for the delivery of the stage.

This period guarantees the implementation of the stage on time with a bonus, which is a small reserve in case of small deviations in the timing of other stages during the project implementation. It should be mentioned that the most important point is that the implementation of the stage just before the deadline will not have a negative impact on the quality of the work. This indicates that the work must comply with the

established requirements of the TOR and the work plan. For interval 7.5-9, there is already a slightly different picture. This interval refers to a negative scenario, which will have serious consequences for the delivery of the step.

Options of less than 3 months and more than 9 are of the greatest consequences for the project. These two options will cause huge costs, serious penalties and potentially the unilateral breakdown of the project on the part of the customer. These two options should be completely eliminated or at the very least their probability of occurrence should be minimized. Under these conditions, without introducing new management technologies and improving operations, their probability is 11% for the option of less than 3 months and 10% for more than 9 months. In total, these two extremely unfavorable options give us 21 percent.

Now we will divide the resulting intervals into groups, according to the effect on the final result of the stage and the project in general. The first group is called "Satisfactory scenario." This group includes the following intervals: 4.5-6, 6-7.5. The total probability for this group is 43%. This suggests that the probability that the project will be delivered with high quality and on time is 43 percent, which is slightly less than half. The second group is "Negative scenario". This group includes one interval, namely from 7.5 to 9. The probability of which, as mentioned above, is 18 percent. The third group is critical for the results of the project, which puts the project itself into question up to the termination of the contract unilaterally. This group includes the following project terms: less than 3, from 3 to 4.5, and 9 or more. The total probability for this group is 39%. A negative scenario, which is not permissible, is observed in 39 out of 100 cases. This is a high probability for making a decision to develop a program to improve the research activities of the laboratory. This step is extremely important since, at this stage, employees form a workable model of the system, optimize hardware and software, test and, based on the work done, create the final prototype. These measures should be aimed at improving the efficiency of project activities, introducing new management methods, regulating activities, analyzing risks, implementing automated design and management systems and

managing risks at this stage. The implementation of these measures should reduce this probability to an acceptable level, in which the project is not threatened anymore.

### Step 6

To evaluate the second phase of the project, we must select a set of intervals based on the statistics of previous projects, which are distributed as follows: less than 1, 1 to 2, 2 to 3, 3 to 4, and 4 or more. We calculate the arithmetic mean and the standard deviation of the sample. These values are presented in Table 7.

Table 7. Values of distribution parameters

The name of the quantity	Value
arithmetic mean	2,5
standard deviation	1,290994

Having the results of these values, we can begin to model a random variable. A table with a random variable is shown in Figure 13.

Сроки проекта
4,133316272
2,40860789
2,42567053
0,377138198
1,272122711
0,718096117
5,58307257
3,879071781
2,262029684
3,18749564
5,275190528
2,474080284
1,530533813
4,648715185
1,183499709
2,958323224
1,53990595
1,136983777
1,624376325
2,681367112
2,853710999
4,081104807
2,999660903

Figure 13. Data table

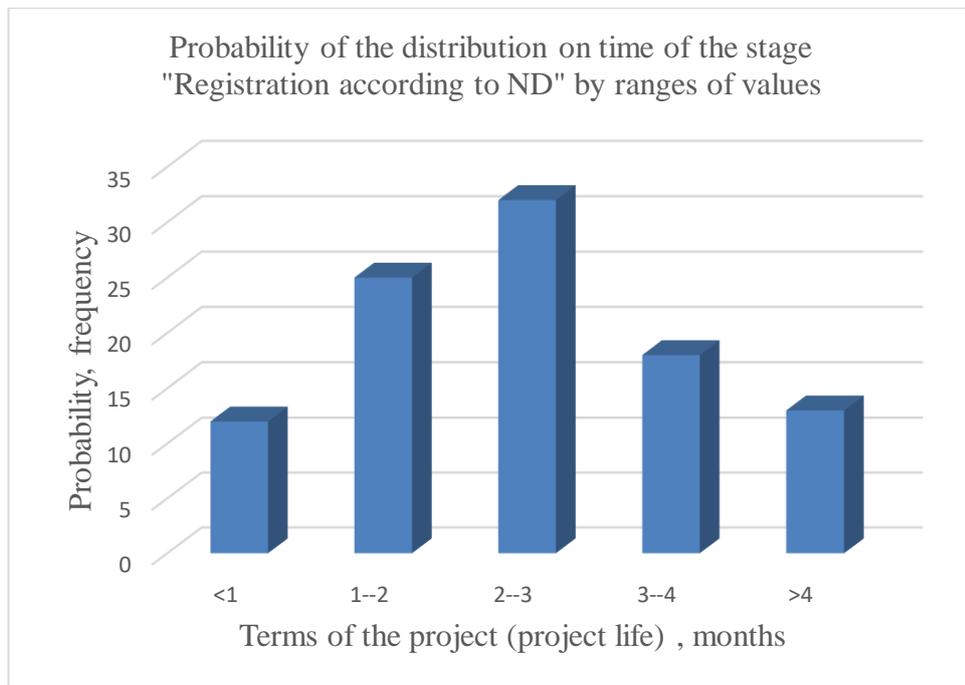


Figure 14. The distribution of a random variable

As can be seen in Figure 14, the greatest number of hits is observed for the interval 2-3. For this stage, the probability is 30%. It says, this project period is optimal, since the stage term in the project plan is 2.5 months. The next interval is 3-4. It is characterized by a probability of 21%. Option 3-4 is unfavorable, since this is a significant excess of the project timeframe, which will have serious consequences. We divide the results into groups and obtain the following result. To the group satisfactory terms of the project can be attributed two stages - 2-3. The total probability of which is 30%. The negative scenario can be attributed all the remaining 4 options. The total figure is 70%. This suggests that, as in the previous stage, it is necessary to improve the project activities.

Now we should consider a more complex level - modeling the entire project simultaneously. Modeling the whole project is a difficult task. First of all, the complexity is expressed by the fact that the project includes 6 elements that can take any values  $\geq 0$ . This suggests that this system has a sufficient number of degrees of freedom, thereby increasing the complexity of modeling and predicting the behavior of the system (project). To achieve high accuracy of modeling, evaluation and analysis of results, we will produce a huge number of scenarios - 10,000. Fortunately, modern computer's power and Excel capabilities allow this to be done in a reasonable

time. To model this project, we need information that was calculated and described in the analysis of each stage separately. This is primarily the standard deviation, the arithmetic mean, the 90 percent confidence interval, and so on. We will compile the corresponding table and simulate the project period for each of the stages, calculating the total project term. Figure 15 shows a part of the table consisting of 10,000 scenarios.

	Scenario	Terms of project stages						Total terms of the project
		Capability assessment	Planning	Development	Desing	Prototype production	Registration of ND	
	90% interval	from 0,2 to 0,8	from 0,4 to 1,6	from 4 to 12	from 3 to 10,5	from 3 to 9	from 1 to 4	
Mean	Number	0,5	1	8	6,75	6	2,5	
St.dev.		0,21602469	0,432049	3,162278	2,806243	2,371708	1,290994	week's
	1	0,47	1,20	10,68	1,84	8,92	1,00	24,12
	2	0,77	1,89	5,89	8,71	8,37	4,14	29,78
	3	0,44	1,46	7,74	9,97	2,34	0,28	22,24
	4	0,58	0,81	9,40	8,18	5,84	4,14	28,95
	5	0,28	0,89	7,53	6,53	4,17	4,55	23,97
	6	0,88	1,94	7,66	10,33	6,14	0,86	27,80
	7	0,44	1,44	1,52	6,98	4,77	2,41	17,57
	8	0,11	1,54	5,71	10,01	8,50	2,09	27,95
	9	0,51	1,53	11,47	9,31	2,08	1,08	25,98
	10	0,29	1,04	8,89	8,76	5,57	2,51	27,06
	11	0,66	1,60	10,99	6,91	7,89	3,67	31,73
	12	0,67	0,61	3,01	8,83	2,43	3,10	18,64
	13	0,49	1,15	11,41	4,69	5,75	1,20	24,70

Figure 15. Simulation of project timeframes

Using the developed algorithm in automatic mode, we will estimate the results of the simulation. As can be seen from Figure 16, four main conditions of the project were identified in the analysis:

- the project is completed too early - a time frame (1 to 23);
- the project was completed ahead of schedule - time frame [23 to 27);
- the project was delivered on time - a time frame [23 to 27);
- failure of project terms - time frame [27 to 35);
- project failure - time frame from 35.

These statuses are highlighted on the basis of the generally accepted PMBOK project management rules, advanced methods for allocating the project's time resources (percentage), as well as the analysis of previous laboratory projects.

This table, shown in Figure 16, includes the information about the results of the simulation for each stage of the project, the final project duration and the results of the evaluation of the project analysis.

	Scenario	Terms of project stages						Total terms of the project	Project results
		Capability assessment	Planning	Development	Desing	Prototype production	Registration of ND		
	90% interval	from 0,2 to 0,8	from 0,4 to 1,6	from 4 to 12	from 3 to 10,5	from 3 to 9	from 1 to 4		
Mean	Number	0,5	1	8	6,75	6	2,5		
St.dev.		0,21602469	0,432049	3,162278	2,806243	2,371708	1,290994	week's	Conclusion
	1	0,47	1,20	10,68	1,84	8,92	1,00	24,12	Delivered on time
	2	0,77	1,89	5,89	8,71	8,37	4,14	29,78	Failure of project terms
	3	0,44	1,46	7,74	9,97	2,34	0,28	22,24	Completed ahead of schedule
	4	0,58	0,81	9,40	8,18	5,84	4,14	28,95	Failure of project terms
	5	0,28	0,89	7,53	6,53	4,17	4,55	23,97	Delivered on time
	6	0,88	1,94	7,66	10,33	6,14	0,86	27,80	Failure of project terms
	7	0,44	1,44	1,52	6,98	4,77	2,41	17,57	Completed ahead of schedule
	8	0,11	1,54	5,71	10,01	8,50	2,09	27,95	Failure of project terms
	9	0,51	1,53	11,47	9,31	2,08	1,08	25,98	Delivered on time
	10	0,29	1,04	8,89	8,76	5,57	2,51	27,06	Failure of project terms
	11	0,66	1,60	10,99	6,91	7,89	3,67	31,73	Failure of project terms
	12	0,67	0,61	3,01	8,83	2,43	3,10	18,64	Completed ahead of schedule
	13	0,49	1,15	11,41	4,69	5,75	1,20	24,70	Delivered on time

Figure 16. Results of project time modeling.

Having obtained the results of the project, we can proceed to the formation of a judgement on each of the scenarios. The final table of modeling and analysis of the results can be seen in Figure 17.

	Scenario	Terms of project stages						Total terms of the project	Project results	The ideal scenario All the stages ended on time
		Capability assessment	Planning	Development	Desing	Prototype production	Registration of ND			
	90% interval	from 0,2 to 0,8	from 0,4 to 1,6	from 4 to 12	from 3 to 10,5	from 3 to 9	from 1 to 4			
Mean	Number	0,5	1	8	6,75	6	2,5			
St.dev.		0,21602469	0,432049	3,162278	2,806243	2,371708	1,290994	week's	Conclusion	Conclusion
	1	0,47	1,20	10,68	1,84	8,92	1,00	24,12	Delivered on time	There is deviation of the stage
	2	0,77	1,89	5,89	8,71	8,37	4,14	29,78	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	3	0,44	1,46	7,74	9,97	2,34	0,28	22,24	Completed ahead of schedule	There is deviation of the stage
	4	0,58	0,81	9,40	8,18	5,84	4,14	28,95	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	5	0,28	0,89	7,53	6,53	4,17	4,55	23,97	Delivered on time	There is deviation of the stage
	6	0,88	1,94	7,66	10,33	6,14	0,86	27,80	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	7	0,44	1,44	1,52	6,98	4,77	2,41	17,57	Completed ahead of schedule	There is deviation of the stage
	8	0,11	1,54	5,71	10,01	8,50	2,09	27,95	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	9	0,51	1,53	11,47	9,31	2,08	1,08	25,98	Delivered on time	There is deviation of the stage
	10	0,29	1,04	8,89	8,76	5,57	2,51	27,06	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	11	0,66	1,60	10,99	6,91	7,89	3,67	31,73	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	12	0,67	0,61	3,01	8,83	2,43	3,10	18,64	Completed ahead of schedule	There is deviation of the stage
	13	0,49	1,15	11,41	4,69	5,75	1,20	24,70	Delivered on time	There is deviation of the stage
	14	0,41	0,67	9,87	6,62	7,10	2,40	27,07	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	15	0,29	1,21	13,49	6,77	10,48	1,45	33,69	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	16	0,92	1,24	7,70	6,05	6,59	2,65	25,15	Delivered on time	There is deviation of the stage
	17	0,36	0,55	8,25	6,84	6,33	2,36	24,68	Delivered on time	There is deviation of the stage
	18	0,70	0,59	9,96	4,48	2,20	3,85	21,78	Completed ahead of schedule	There is deviation of the stage
	19	0,31	0,82	9,57	6,45	4,34	0,79	22,28	Completed ahead of schedule	There is deviation of the stage
	20	0,67	0,20	8,23	6,68	6,38	0,81	22,97	Completed ahead of schedule	There is deviation of the stage
	21	0,55	0,84	10,42	8,97	8,01	2,77	31,55	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	22	0,50	0,95	5,60	11,55	10,49	3,28	32,37	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	23	0,41	0,79	9,91	9,84	8,08	1,44	30,47	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	24	0,41	0,65	11,59	3,38	9,21	4,32	29,55	Failure of project terms	There is deviation of the stage
	25	0,64	1,52	13,44	3,95	4,75	1,36	25,65	Delivered on time	There is deviation of the stage
	26	0,81	2,10	3,80	3,95	7,85	1,11	19,62	Completed ahead of schedule	There is deviation of the stage
	27	0,21	2,12	5,25	10,13	5,26	3,84	26,81	Delivered on time	There is deviation of the stage

Figure 17. Summary table of simulation and analysis results

The results of analysis of simulation results are shown in Figure 18.

completed too early	completed ahead of schedule	delivered on time	Failure of project terms	Project failure	Total
228	3319	3107	3092	254	10000
2,28	33,19	31,07	30,92	2,54	100

Figure 18. Results of modeling

The first line of the table shows the number of hits of project scenarios in this interval, the second line presents the percentage probability for this event.

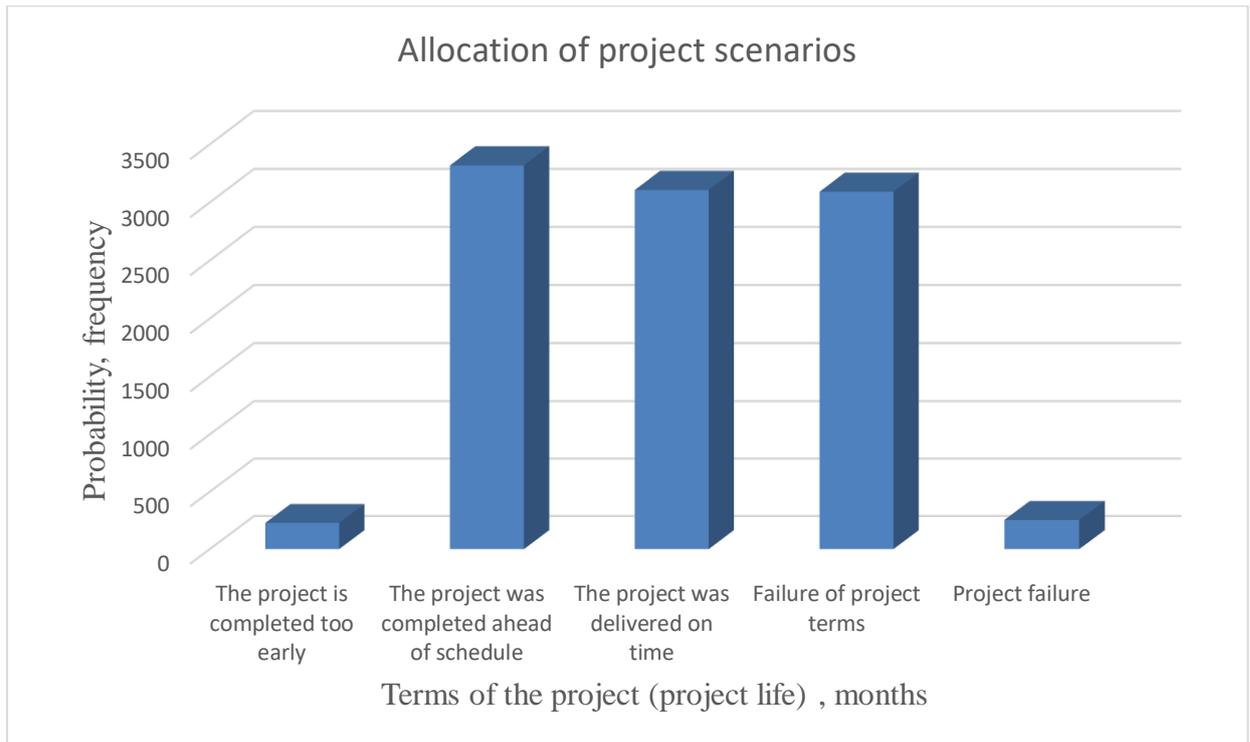


Figure 19. Distribution histogram

As can be seen from Figures 18-19, the greatest number of scenarios satisfy the condition "Completed ahead of schedule", the probability value for which is 33.19%. It is followed by the option "Project implementation on time", this option is optimal for all stakeholders of the project and its probability is 31.07%. The failure of the project is observed 30.92% of cases. The remaining options "Completed too soon" and "Project failure" gained an insignificant number of hits and are equal to 2.28% and 2.54% respectively.

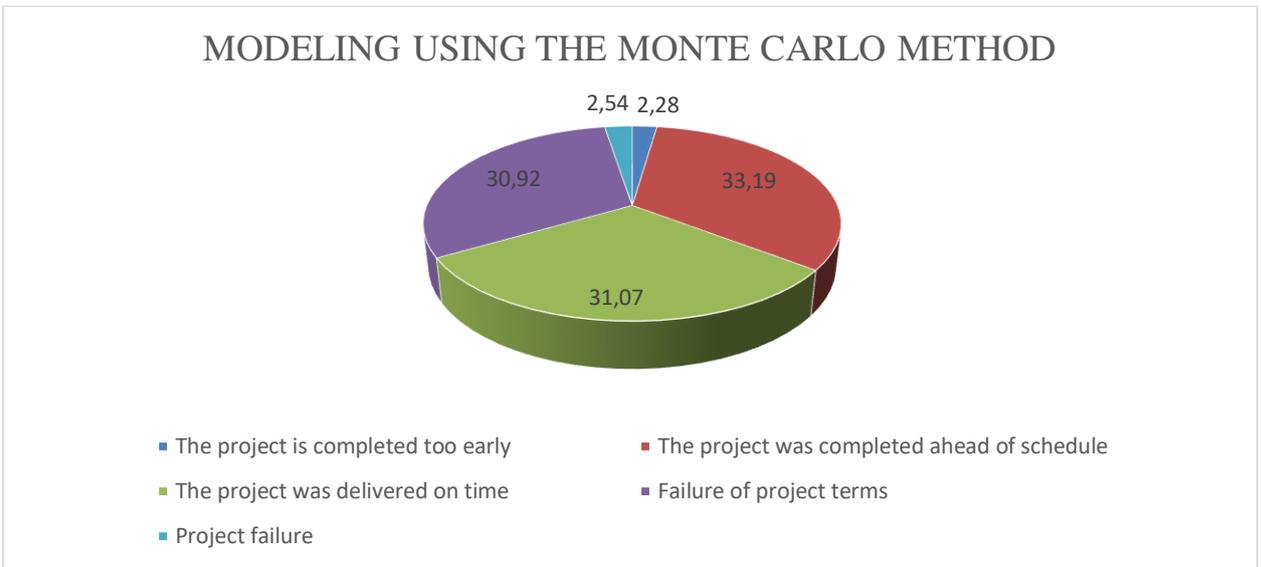


Figure 20. The distribution diagram

However, the results shown in Figure 20 assess only the final results of the project. This suggests that this model allows you to recover the breakdowns of projects in the course of performing other stages, or vice versa, to make small reserves, for possible deviations in the future. Often, this does not affect the results of the project, because the customer is only interested in the final date of the project as a whole. However, one should not be deceived. Project managers should strive to achieve the ideal state of the project, where all stages are completed on time. This is what makes it possible to increase the efficiency of activities. After all, sometimes the customers themselves establish their own control points, which must be accounted for. If everything is done at the last minute, things like additional costs, workloads, overwork, overload, a decrease in the efficiency of activities and so on arise. The possible deviations in the timing of the stages will cause unnecessary costs and fines.

Therefore, it is extremely important to consider the likelihood of an ideal project. It refers to the implementation of the project, in which there are no deviations in the timing of the project phases, even in the most insignificant or short-term ones. We will analyze the data for such scenarios. Figures 21-22 show the results of the analysis.

The project is executed without deviations	Deviations in the stage (stages)
111	9660

Figure 21. Results

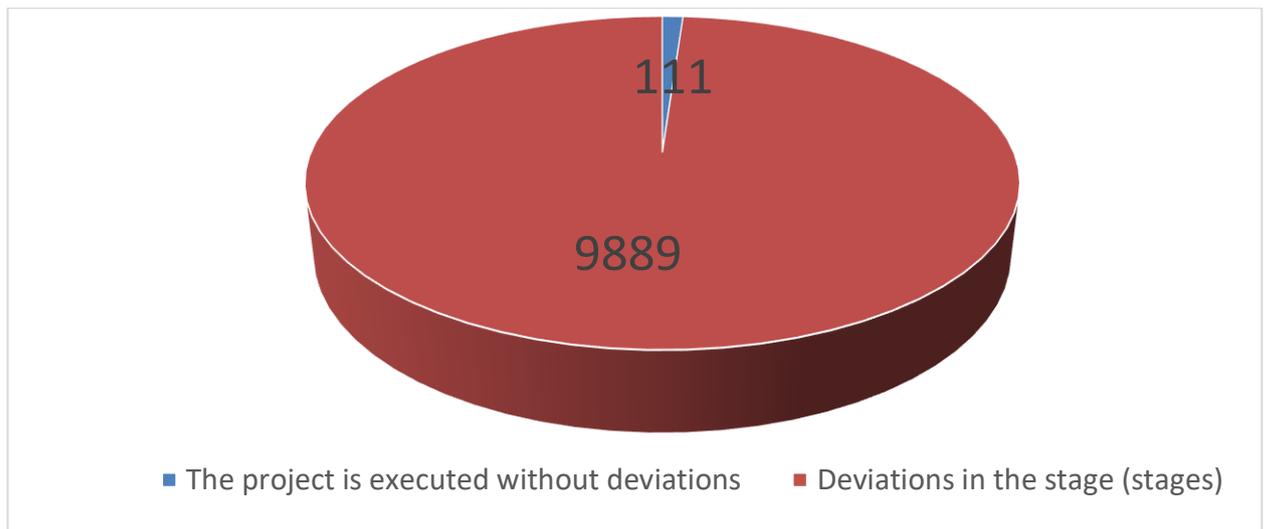


Figure 22. The distribution diagram

These results are impressive. They tell us that only 111 scenarios out of 10000 satisfy the condition. This confirms the results that were obtained during the analysis of previous laboratory projects and the overall functioning of the laboratory.

In general, it should be noted that this model characterizes the project activity of the laboratory with a high level of accuracy. These results are confirmed by the results of analysis of previous laboratory projects, as can be seen from the diagram in Figure 20. The shares for the last two options are extremely small and there is an explanation for this. During all the project activities of the laboratory, there were no cases when the project was completed too early (earlier than 60% of the plan), as well as the contract termination by the customer unilaterally due to non-compliance with the requirements of TR. Basically, the main shortcomings in the analysis of projects were identified as disruptions in the timing of the stages or project. As a result, the laboratory suffered extra costs or serious penalties. It should be mentioned that the customer was often satisfied with the developed system. But the non-compliance with deadlines has overshadowed the success of these projects. There were different reasons for this: risky situations, lack of work with them, outdated methods of laboratory management, lack of design methodology and regulations for laboratory processes, low level of implementation of computer-aided design systems. The methods implemented in this work solve the existing problems and make it possible to bring the activity of the laboratory to a new high level.