

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 27.03.02 Управление качеством
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ результативности процесса строительства скважин с использованием методологии статистического управления процессами

УДК 005.642.2:622.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г61	Быкова Александра Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Редько Людмила Анатольевна	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Чичерина Наталья Викторовна	к. пед. н.		

Запланированные результаты обучения по программе

27.03.02 Управление качеством

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
Общепрофессиональные и профессиональные компетенции		
P1	Способность применять современные базовые естественнонаучные, математические инженерные знания, научные принципы, лежащие в основе профессиональной деятельности для разработки, внедрения и совершенствования систем менеджмента качества организации, учитывая экономические, экологические аспекты.	Требования ФГОС (ОК-3,ОПК-4, ПК-1, ПК-13). Критерий 5 АИОР (п.5.2.1, 5.2.2, 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Способность принимать организационно - управленческие решения, выбирать, использовать, внедрять инструменты, средства и методы управления качеством на основе анализа экономической целесообразности.	Требования ФГОС (ОПК-2,ПК-3, ПК-5, ПК-8, ПК-19). Критерий 5 АИОР (п.5.2.3, 5.2.7), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Способность осуществлять идентификацию основных, вспомогательных процессов и процессов управления организацией, участвовать в разработке их моделей, проводить регламентацию, мониторинг, оценку результативности, оптимизацию, аудит качества.	Требования ФГОС (ПК-2, ПК-4, ПК-14, ПК-17, ПК-18, ПК-20). Критерий 5 АИОР (п.5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Способность проектировать системы управления качеством производства на основе современных подходов к управлению качеством, знаниями, рисками, изменениями, разработке стратегии с использованием информационных технологий, учитывая требования защиты информации и правовые основы в области обеспечения качества.	Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК- 3, ПК-6, ПК-9, ПК-15, ПК-22). Критерий 5 АИОР (п.5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Способность использовать базовые знания в области системного подхода для управления деятельностью организации на основе качества с учетом методологии и мирового опыта применения современных концепций повышения конкурентоспособности продукции.	Требования ФГОС (ПК-10, ПК-11, ПК-16, ПК-21, ПК-23). Критерий 5 АИОР (п.5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
Общекультурные компетенции		
Р6	Способность самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности, находить, интерпретировать, критически оценивать необходимую информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности.	Требования ФГОС (ОК-1,7,8). Критерий 5 АИОР (п.5.2.5,5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
Р7	Способность результативно работать индивидуально, в качестве члена команды, в том числе интернациональной, состоящей из специалистов различных направлений.	Требования ФГОС (ОК-5,6, ПК-7, ПК-12, ПК-25). Критерий 5 АИОР (п.5.2.9), согласованный с требованиями

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 27.03.02 Управление качеством
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 27.03.02 Управление качеством

_____. _____. 2020 г.

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1Г61	Быкова Александра Андреевна

Тема работы:

Анализ результативности процесса строительства скважин с использованием методологии статистического управления процессами	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	.
--	---

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Данные по циклу строительства скважин за период с 2013 по 2018 гг.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основная информация по скважине (тип скважины, бригада, сезон, назначение, продуктивный пласт и т.д.); – оборудование и подрядчики; – информация по глубине и скорости (глубина по стволу, плановая глубина, скорость бурения, проходка и пр.); – производственное время; – непроизводственное время; – коэффициент полезного действия.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Изучить теоретические аспекты цикл строительства скважин. 2 Изучить статистические методы применимые к исследуемым данным.

<i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	3 Проанализировать цикл строительства скважин: <ul style="list-style-type: none"> – производственное время; – непроизводственное время; – скорость бурения. 4 Разработать предложения по улучшению. 5 Проанализировать проделанную работу с точки зрения финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения. 6 Проанализировать проделанную работу с точки зрения социальной ответственности.
Перечень графических материалов <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация Power Point

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Редько Л.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г61	Быкова Александра Андреевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Г61	Быковой Александре Андреевне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление качеством

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
2. <i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
3. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИИ</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности исследования цикла строительства скважин с использованием инструментов статистического управления процессами</i>

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>График проведения НИИ</i> 4. <i>Определение бюджета НИИ</i> 5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		31.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г61	Быкова Александра Андреевна		31.01.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Г61	Быкова Александра Андреевна

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Управление качеством

Тема ВКР:

Анализ результативности процесса строительства скважин с использованием методологии статистического управления процессами	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является статистический анализ цикла строительства скважин. Область применения – ООО «Газпромнефть-Восток». Рабочее место – ТПУ, 18 корпус, 604 аудитория.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: – неблагоприятный микроклимат; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенный уровень напряженности электростатического поля, электромагнитных полей; – электроопасность.
3. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; Выбор наиболее типичной ЧС; Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Г61	Быкова Александра Андреевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 118 с., 42 таблицы, 44 рис., 40 источников.

Ключевые слова: скважина, бурение, результативность, статистика, описательная статистика, дисперсионный анализ, корреляционный анализ, контрольные карты, улучшение.

Актуальность работы заключается необходимости повышения результативности цикла.

Объектом исследования являются данные цикла строительства скважин.

Цель работы: разработать предложения по уменьшению времени строительства и расчету КПД строительства скважин на основе статистического анализа данных.

В работе использованы такие статистические методы как, описательная статистика, дисперсионный анализ, корреляционный анализ, контрольные карты Шухарта и анализ возможностей процесса.

В процессе исследования проводился анализ стабильности процесса, выявление факторов, влияющих на параметры процесса и анализ вариабельности данных с учетом выявленных факторов.

Бакалаврская работа выполнена в текстовом редакторе MS Word 2016, MS Excel 2016, StatSoft 12 и представлена в распечатанном виде на листах формата А4.

Презентация работы выполнена с помощью программы MS PowerPoint 2016.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	14
ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ	16
ВВЕДЕНИЕ.....	17
1 ЦИКЛ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН	19
1.1 Подготовительные работы.....	20
1.2 Монтаж вышки и оборудования	21
1.3 Подготовка к бурению	22
1.4 Процесс бурения.....	24
1.5 Крепление и тампонаж скважины.....	25
1.6 Вскрытие пласта и испытание.....	26
1.7 Характеристика объекта исследования	26
2 ОБЗОР ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	29
2.1 Описательная статистика.....	29
2.2 Корреляционный анализ	31
2.3 Дисперсионный анализ	32
2.4 Контрольные карты Шухарта.....	34
2.5 Анализ возможностей процесса	37
3 АНАЛИЗ ЦИКЛА СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН.....	41
3.1 Сводные данные	41
3.2 Статистический анализ производственного времени при строительстве скважин	44
3.2.1 Анализ стабильности процесса	44
3.2.2 Анализ влияющих факторов	45
3.2.2.1 Дескриптивная статистика	45
3.2.2.2 Анализ статистической значимости факторов	49
3.2.2.2.1 Однофакторный дисперсионный анализ	49
3.2.2.2.2 Многофакторный дисперсионный анализ	50
3.2.3 Анализ операций цикла	52
3.2.3.1 Корреляционный анализ	53
3.2.3.2 Анализ вариабельности операций	54
3.2.3.3 Анализ стабильности операций	57

3.3	Статистический анализ непроизводственного времени при строительстве скважин	59
3.3.1	Анализ стабильности процесса	59
3.3.2	Анализ влияющих факторов	60
3.3.2.1	Однофакторный дисперсионный анализ	60
3.3.2.2	Многофакторный дисперсионный анализ	60
3.3.3	Анализ составляющих НПВ	61
3.3.3.1	Корреляционный анализ	61
3.3.3.2	Анализ вариабельности составляющих НПВ	62
3.4	Статистический анализ скорости бурения при строительстве скважин	64
3.4.1	Анализ стабильности процесса	64
3.4.2	Дескриптивная статистика	65
3.4.3	Анализ влияющих факторов	65
3.4.3.1	Однофакторный дисперсионный анализ	65
3.4.3.2	Многофакторный дисперсионный анализ	66
4	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ	67
5	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	70
5.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности НИП.....	70
5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	70
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений	70
5.1.3	Технология QuaD.....	71
5.1.4	SWOT-анализ	73
5.2	Определение возможных альтернатив проведения НИП.....	75
5.3	Планирование научно-исследовательской работы	76
5.3.1	Структура работ в рамках научного исследования	76
5.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ	77
5.3.3	Разработка графика проведения научного исследования	78
5.3.4	Бюджет научно-исследовательского проекта.....	79
5.3.4.1	Материальные затраты.....	80
5.3.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование.....	81
5.3.4.3	Заработная плата исполнителей темы.....	82

5.3.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды	84
5.3.4.5	Накладные расходы.....	84
5.3.4.6	Формирование бюджета затрат НИП.....	85
5.4	Определение эффективности исследования	85
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	88
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	89
6.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства	89
6.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	90
6.2	Производственная безопасность.....	92
6.2.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	92
6.2.2	Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	93
6.2.2.1	Неблагоприятный микроклимат	93
6.2.2.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны	94
6.2.2.3	Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	96
6.2.2.4	Электробезопасность	96
6.2.2.5	Повышенный уровень напряженности электростатического поля, электромагнитных полей.....	98
6.3	Экологическая безопасность	98
6.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	98
6.3.2	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду ...	98
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях:.....	99
6.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	99
6.4.2	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	100
6.5	Заключение по разделу социальная ответственность.....	102
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	104
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Блок-схема оценивания показателей возможностей процесса.....	110
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б Вариабельность ПВ по типам скважин	111
	ПРИЛОЖЕНИЕ В Вариабельность ПВ по подрядчикам бурения	112

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Вариабельность операций по типам скважин.....	113
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Вариабельность операций по месторождениям	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Вариабельность операций по подрядчикам	115
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Вариабельность НПВ по месторождениям.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ И Вариабельность скорости бурения	118

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

башмак: Стальной патрубок, предназначенный для придания жесткости низу обсадной колонны, для направления труб по стволу скважины и защиты от повреждения при спуске.

бурильная свеча: Подход к использованию бурильных труб в ходе проведения буровых работ, несколько бурильных труб соединяются между собой при помощи замков, состоящих из ниппеля и муфты с конической внутренней резьбой, и не развинчиваются в ходе работ, а остаются единым конструкционным элементом.

вертлюг: Важный элемент буровой установки, обеспечивающий свободное вращение буровой колонны с одновременным подводом промывочной жидкости в неё.

компоновка низа бурильной колонны: Комплекс внутрискважинного оборудования, расположенного в нижней части бурильной колонны. В состав такого комплекса включаются утяжеленные бурильные трубы, забойный двигатель, породоразрушающий инструмент, а также системы телеметрии, инструменты для центрирования и калибрования и прочие технологические устройства.

кронблок: Неподвижная часть талевого системы, устанавливается на кронблочную площадку вышки.

противовыбросовое оборудование: Комплекс оборудования, предназначенный для герметизации устья нефтяных и газовых скважин в процессе их строительства и ремонта с целью безопасного ведения работ, предупреждения выбросов и открытых фонтанов.

ротор: Один из основных механизмов буровой установки, нужен для осуществления вращения бурильной колонны (подвешенной), он также необходим при бурении забойными двигателями (с его помощью

осуществляется восприятие реактивного крутящего момента) и при проворачивании инструмента.

свабирование: Процесс интервального понижения уровня жидкости в скважине с целью снижения гидростатического давления для вызова притока из пласта.

талева система буровой установки: Набор функциональных элементов, обеспечивающих выполнение операций по спуску и подъему бурового инструмента, доставки к забою породоразрушающего инструмента, спуска в скважину обсадных труб, а также реализации мер по ликвидации аварийных ситуаций.

тампонаж: Заполнение цементом, глиной или битумом пустот и трещин в горных породах, а также нефтяных скважин для изоляции от водоносных и газоносных пластов (горизонтов).

шурф: Вертикальная (редко наклонная) горная выработка квадратного, круглого или прямоугольного сечения, небольшой глубины (редко более 20-30 м), проходима с земной поверхности для разведки полезных ископаемых, геологической съемки, вентиляции, водоотлива, транспортирования материалов, спуска и подъема людей и др. целей.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

- БУ – бурильная установка
- ВМР и ПНР – вышкомонтажные работы и пусконакладочные
- ГС – горизонтальная скважина
- ГТИ – геолого-технологические исследования
- ГФР – геофизические работы
- ННБ – наклонно-направленное бурение
- ННС – наклонно-направленная скважина
- НПВ – непроизводственное время
- ОЗУ – ожидание затвердевания цемента
- ПВ – производственное время
- ПВО – противовыбросовое оборудование
- ПЗР – подготовитель-заключительные работы
- СПО/КНБК – спуско-подъемные операции / компоновка низа
бурильной колонны

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение является одним из принципов системы менеджмента качества, направленный на постоянное развитие организации. С точки зрения статического анализа улучшение – это совершенствование процесса путем испытаний и анализа возможных решений для создания устойчивого процесса.

Цикл строительства скважин представляет собой сложный многоэтапный процесс, требующий выявления способов потерь и снижения общего времени бурения. Для его анализа в данной работе применяются математические методы, позволяющие систематизировать, описывать и интерпретировать массивы данных.

Цель работы: разработать предложения по уменьшению времени строительства и расчету КПД строительства скважин на основе статистического анализа данных.

Объект исследований – данные предоставленные ООО «Газпромнефть-Восток» по циклу строительства скважин, предметом исследования являются временные характеристики процесса, а именно производственное и непроизводственное время, скорость бурения скважин.

Для выполнения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- определение мер центральной тенденции, статистических характеристик, среднего времени работ по типам, по кварталам, по месторождениям;
- определение времени бурения скважин разных типов в разрезе годов;
- исследование зависимости времени выполнения работ от месторождения по эрам (Юра, Палеозой), от сезонности и бригады;
- определение изменения variability операций;
- проверка гипотезы о существовании сезона типа «грязь», который может повлиять на общее время потерь.

Методы, позволяющие решить поставленные задачи:

- описательная статистика, обобщает и систематизирует данные;
- дисперсионный анализ, выявляет значимые факторы, влияющие на переменные;
- корреляционный анализ, выявляет взаимосвязь между переменными;
- контрольные карты, оценивает стабильность процесса;
- анализ возможностей процесса, оценивает степень управляемости процесса.

1 ЦИКЛ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН

Скважиной называется цилиндрическая горная выработка, сооружаемая без доступа в нее человека и имеющая диаметр во много раз меньше ее длины (рис. 1.1) [1, с. 22].

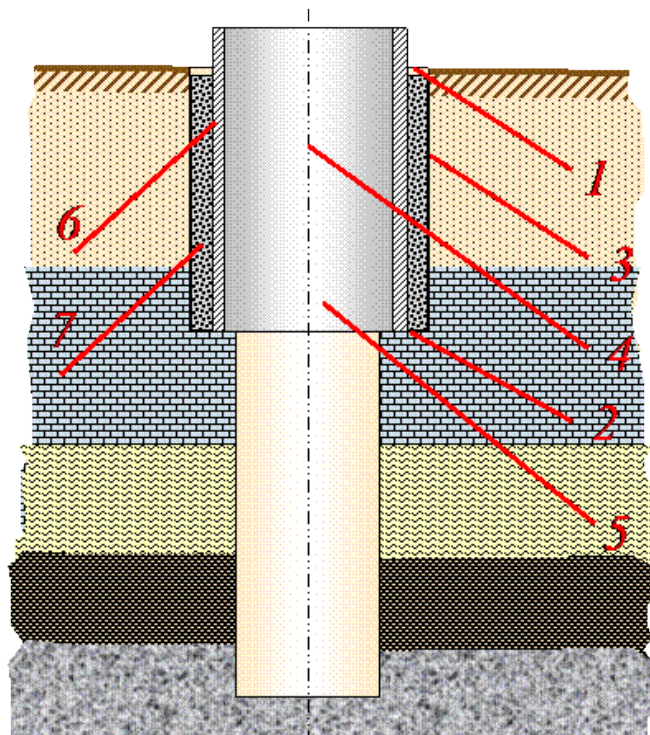


Рисунок 1.1 – Элементы конструкции скважины [1]

Основные элементы буровой скважины:

- устье скважины (1) – пересечение трассы скважины с дневной поверхностью;
- забой скважины (2) – дно буровой скважины, перемещающееся в результате воздействия породоразрушающего инструмента на породу;
- стенки скважины (3) – боковые поверхности буровой скважины;
- ось скважины (6) – воображаемая линия, соединяющая центры поперечных сечений буровой скважины;
- ствол скважины (5) – пространство в недрах, занимаемое буровой скважиной;

- обсадные колонны (4) – колонны соединенных между собой обсадных труб.

Если стенки скважины сложены из устойчивых пород, то в скважину обсадные колонны не спускают.

По пространственному расположению в земной коре буровые скважины подразделяются на (рис. 2.2):

- вертикальные;
- наклонные;
- прямолинейноискривленные;
- искривленные;
- прямолинейноискривленные (с горизонтальным участком);
- сложноискривленные.

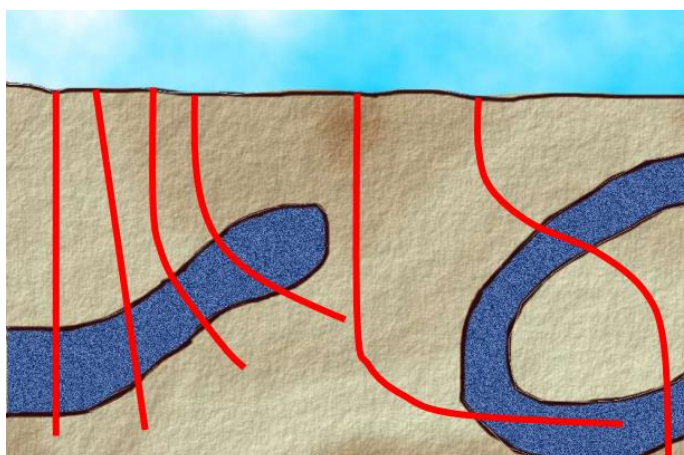


Рисунок 1.2 – Пространственное расположение скважин [1]

Нефтяные и газовые скважины бурят на суше и на море при помощи буровых установок. В последнем случае буровые установки монтируются на эстакадах, плавучих буровых платформах или судах

1.1 Подготовительные работы

Во время этого этапа выполняются следующие работы:

- 1) проектирование скважины;

- выбор профиля и конструкции скважины, комплекса геофизических исследований;
- проектирование процессов углубления и промывки скважины, крепления, испытаний;
- 2) подготовка территории;
 - расчистка и планировка площадки;
 - сооружение фундаментов под буровое оборудование;
 - устройство подъездных путей;
 - проводка систем водоснабжения и электроснабжения, коммуникации;
- 3) доставка бурового оборудования;
- 4) проведение мероприятий, направленных на устранение негативного влияния производства на окружающую среду;
- 5) учет всех необходимых правил и мер безопасности и прочее.

Грамотно составленный проект строительства поможет избежать вероятных проблем, таких как незапланированные расходы, длительный срок сооружения скважины, малые объемы добычи, перебои подачи электроэнергии и многое другое [2].

1.2 Монтаж вышки и оборудования

Выделяют три метода монтажа буровых установок. Буровой установкой называется комплекс буровых машин, механизмов и оборудования, смонтированный на точке бурения и обеспечивающий с помощью бурового инструмента самостоятельное выполнение технологических операций по строительству скважин [3].

Блочные методы обеспечивают высокие темпы монтажа БУ и качество монтажных работ, размеры таких блоков зависят от таких факторов, как дальность, условий и способа транспортировки.

1) Поагрегатный метод, в котором БУ собирается из отдельных агрегатов, для доставки которых используется автомобильный, железнодорожный или воздушный транспорт.

2) Мелкоблочный метод – собирается из 16-20 мелких блоков. Каждый из них представляет собой основание, на котором смонтированы один или несколько узлов установки.

3) Крупноблочный метод – установка монтируется из 2-4 блоков, каждый из которых объединяет несколько агрегатов и узлов буровой.

Буровая установка включает такие основные части:

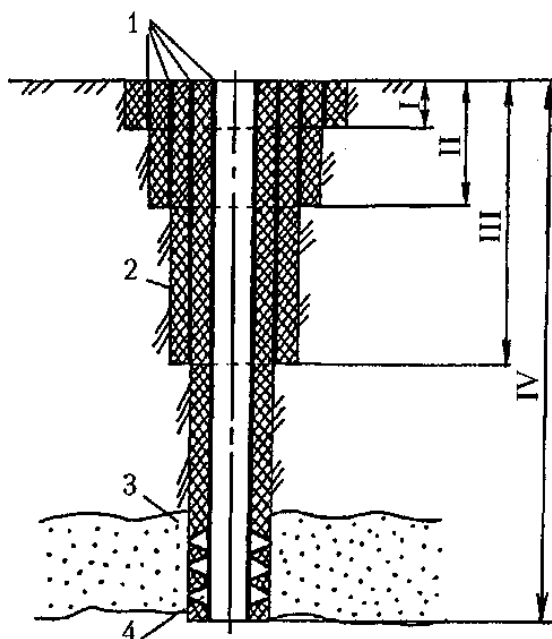
- буровое оборудование (талевый механизм, насосы, буровая лебедка, вертлюг, ротор, силовой привод и т.д.);
- буровые сооружения (вышка, основания, сборно-расборные каркасно-панельные укрытия приемные мостки и стеллажи);
- оборудование для механизации трудоемких работ;
- оборудование для приготовления, очистки и регенерации бурового раствора;
- манифольд (нагнетательная линия в блочном исполнении, дроссельно-запорные устройства, буровой рукав);
- устройства для обогрева блоков буровой установки [1, с. 32].

Вышка и оборудования монтируются в соответствии с принятой при подготовительных работах схемой их размещения. Основными критериями для такой схемы служат: удобство обслуживания, компактность и безопасность.

1.3 Подготовка к бурению

Подготовка к бурению включает опробование смонтированного оборудования и подготовку направления. Направление – стальная металлическая труба большого диаметра на глубине примерно 10-30 м

(рисунок 1.3.1), необходимо для того, чтобы верхний слой почвы не размывался при дальнейшем бурении.



1 - обсадные трубы; 2 - цементный камень; 3 - пласт; 4 - перфорация в обсадной трубе и цементном камне; I - направление; II - кондуктор; III - промежуточная колонна; IV - эксплуатационная колонна.

Рисунок 1.3 – Конструкция скважины [4]

Его верхний конец соединяют с очистной системой, предназначенной для очистки от шлама бурового раствора, поступающего из скважины, и последующей подачи его в приемные резервуары буровых насосов. Затем бурится шурф для ведущей трубы и в него спускают обсадные трубы. Буровая комплектуется долотами, бурильными трубами, ручным и вспомогательным инструментом, горюче-смазочными материалами, запасом воды, глины и химических реагентов.

В ходе пробного бурения проверяется работоспособность всех элементов и узлов буровой установки.

1.4 Процесс бурения

Процесс бурения начинается с присоединения первоначально к ведущей трубе квадратного сечения долото. Вращая ротор, передают через ведущую трубу вращение долоту.

Во время бурения происходит непрерывный спуск (подача) бурильного инструмента таким образом, чтобы часть веса его нижней части передавалась на долото для обеспечения эффективного разрушения породы.

В процессе бурения скважина постепенно углубляется. После того как ведущая труба вся уйдет в скважину, необходимо нарастить колонну бурильных труб. Нарращивание выполняется следующим образом. Сначала останавливают промывку. Далее бурильный инструмент поднимают из скважины настолько, чтобы ведущая труба полностью вышла из ротора. При помощи пневматического клинового захвата инструмент подвешивают на роторе. Далее ведущую трубу отвинчивают от колонны бурильных труб и вместе с вертлюгом спускают в шурф – слегка наклонную скважину глубиной 15-16 м, располагаемую в углу буровой. После этого крюк отсоединяют от вертлюга, подвешивают на крюке очередную, заранее подготовленную трубу, соединяют ее с колонной бурильных труб, подвешенной на роторе, снимают колонну с ротора, опускают ее в скважину и вновь подвешивают на роторе. Подъемный крюк снова соединяют с вертлюгом и поднимают его с ведущей трубой из шурфа. Ведущую трубу соединяют с колонной бурильных труб, снимают последнюю с ротора, включают буровой насос и осторожно доводят долото до забоя. После этого бурение продолжают.

При бурении долото постепенно изнашивается и возникает необходимость в его замене. Для этого бурильный инструмент, как и при наращивании, поднимают на высоту, равную длине ведущей трубы, подвешивают на роторе, отсоединяют ведущую трубу от колонны и спускают ее с вертлюгом в шурф. Затем поднимают колонну бурильных труб на высоту, равную длине бурильной свечи, подвешивают колонну на роторе, свечу

отсоединяют от колонны и нижний конец ее устанавливают на специальную площадку – подсвечник, а верхний – на специальный кронштейн, называемый пальцем. В такой последовательности поднимают из скважины все свечи. После этого заменяют долото и начинают спуск бурильного инструмента. Этот процесс осуществляется в порядке, обратном подъему бурильного инструмента из скважины.

1.5 Крепление и тампонаж скважины

Крепление скважин – процесс укрепления стенок буровых скважин обсадными трубами и тампонажным раствором. Наиболее распространено крепление скважин последовательным спуском и цементированием направляющей колонны, кондуктора, промежуточной и эксплуатационных колонн. Промежуточная и эксплуатационная колонны могут быть спущены целиком, секциями и в виде потайных обсадных колонн, которые, как правило, входят в башмак предыдущей колонны и в процессе проводки скважины могут быть наращены до устья (см. рисунок 1.3.1) [5].

Крепление скважины проводят с различными целями:

- закрепление стенок скважины в интервалах неустойчивых пород;
- изоляция зон катастрофического поглощения промывочной жидкости и зон возможных перетоков пластовой жидкости по стволу;
- разделение интервалов, где геологические условия требуют применения промывочной жидкости с весьма различной плотностью;
- разобщение продуктивных горизонтов и изоляция их от водоносных пластов; образование надежного канала в скважине для извлечения нефти или газа, или подачи закачиваемой в пласт жидкости; создание надежного основания для установки устьевого оборудования.

1.6 Вскрытие пласта и испытание

Хотя в процессе бурения продуктивные пласты уже были вскрыты, их изолировали обсадными трубами и тампонированием, чтобы проникновение нефти и газа в скважину не мешало дальнейшему бурению. После завершения проходки для обеспечения притока нефти и газа продуктивные пласты вскрывают вторично перфорационным способом. После этого скважину осваивают, т.е. вызывают приток в нее нефти и газа. Для чего уменьшают давление бурового раствора на забой одним из следующих способов:

- промывка – замена бурового раствора, заполняющего ствол скважины после бурения, более легкой жидкостью - водой или нефтью;
- поршневание (свабирование) – снижение уровня жидкости в скважине путем спуска в насосно-компрессорные трубы и подъема на стальном канате специального поршня [6].

После появления нефти и газа скважину принимают эксплуатационники, а вышку передвигают на несколько метров для бурения очередной скважины куста или перетаскивают на следующий куст.

Последними работами цикла являются:

- демонтаж бурового оборудования, вышки и привышечных сооружений и подготовка их к транспортированию на новую точку;
- отправка демонтированного оборудования и имущества на новую точку;
- очистка территории и проведение мероприятий по охране окружающей среды (восстановление плодородного слоя почвы).

1.7 Характеристика объекта исследования

Объект исследования – данные по циклам строительства скважин. Все предоставленные для анализа данные можно разделить на следующие группы.

1) Основная информация о скважине.

К такой информации относится:

- назначение;

Нагнетательная скважина – для закачки в продуктивные пласты воды, газа, теплоносителей, а также воздушной или парокислородно-воздушной смеси и др [7]. Нефтяная скважина – для добычи нефти.

- месторождение и продуктивный пласт;

Палеозой: Урманское, Арчинское, Южно-Табаганское, Смоляное.

Юра: Южно-Шингинское, Шингинское, Нижнелугинецкое, Западно-Лугинецкое, Восточно-Мыгинское.



Рисунок 1.6 – Геохронологическая шкала [8]

- тип скважины;

Горизонтальная – скважина с углом отклонения от вертикали ствола 80-90°. Наклонно-направленная – угол отклонения от вертикали более 5°.

- куст и номер скважины;
- год и сезон бурения.

2) Глубине и скорости:

- глубина по стволу, действительная и плановая, м.;
- вертикальная глубина, м.;
- проходка общая и эффективная, м.;
- отход от вертикали, м.;
- коммерческая скорость м/ст-мес (сколько метров станок дает в месяц);
- скорость бурения сут/1000 м.

3) Оборудование и подрядчики:

- тип бурильных установок с серийным номером;
- забойные двигатели, насосы, система отчистки;
- долота и их подрядчики;
- подрядчик по супервайзингу;
- подрядчик по бурению;
- подрядчик по наклонно-направленному бурению;
- подрядчик по растворам;
- подрядчик по геолого-технологическим исследованиям;
- подрядчик по цементированию;
- подрядчик по геолого-физическим работам.

4) Продолжительность цикла.

Продолжительность цикла (общая и плановая) включают в себя производственное и непроизводственное время. К ПВ относятся такие операции: бурение, ВМР и ПНР, ГФР, крепление, наращивания, ПЗР, ОЗЦ, ПВО, СПО/КНБК, циркуляция, и проработка.

К НПВ относятся: аварии, осложнения, простой, ремонт и т.д.

5) Коэффициент полезного действий

Для расчета КПД бригады используют формулу:

$$\text{КПД} = \frac{T(\text{ПВ})}{\text{глубина по стволу}}, \quad (1.1)$$

2 ОБЗОР ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

2.1 Описательная статистика

Описательная статистика – инструмент представления количественных данных способом, который позволяет определить характеристики распределения данных. Позволяет обобщать первичные результаты, полученные при наблюдении или в эксперименте. Все расчеты описательных статистик сводятся к группировке данных по их значениям, построению распределения их частот, выявлению центральных тенденций распределения и, наконец, к оценке разброса данных по отношению к найденной центральной тенденции.

Метод используют для общего рассмотрения и описания данных. Он обычно является начальным шагом при анализе количественных данных и использовании других статистических процедур.

Характеристики выборочных данных могут служить основанием для выводов относительно характеристик всей совокупности данных с заданными уровнями доверия и ошибки.

1) Показатели положения (минимальное и максимальное значения, квартили, меры центральной тенденции).

Квартиль – показатель, разделяющий выборку на две неравнозначные части. Первый квартиль делит в соотношении 25/75 (25% элементов меньше квартиля, а 75% – больше. Третий квартиль в соотношении 75/25.

Среднее значение (\bar{X}) – это самый популярный статистический показатель, который используется для измерения центра или середины в наборе числовых данных. Среднее значение – сумма всех чисел, деленная на общее количество чисел.

Медиана (Me) – показатель, разделяющий выборку на две равные части.

Мода (Mo) – наиболее часто встречающееся значение.

2) Показатели разброса (размах выборки, межквартильный размах, стандартное отклонение, дисперсия).

Стандартное отклонение позволяет оценить разброс данных относительно среднего арифметического значения.

3) Показатели распределения и асимметрии (эксцесс и асимметрия).

Показатели асимметрии характеризуют симметрию распределения данных около своего центра. К ним относятся коэффициент асимметрии (As), положение медианы относительно среднего.

$\bar{X} = Mo = Me, As = 0$ – симметричное распределение (нормальное).

$\bar{X} > Mo > Me, As > 0$ – правосторонняя асимметрия, в выборке преимущественно высокие значения.

$\bar{X} < Mo < Me, As < 0$ – левосторонняя асимметрия, в выборке преимущественно низкие значения.

Установлена следующая оценочная шкала асимметричности:

$|As| < 0,25$ – асимметрия незначительная;

$0,25 < |As| < 0,5$ – асимметрия заметная (умеренная);

$|As| > 0,5$ – асимметрия существенная.

Эксцесс (Ek) характеризует крутизну кривой распределения (заостренность или пологость в сравнении с нормальным распределением).

$Ek = 0$ – нормальное распределение.

$Ek > 0$ – заостренная форма, т.е. скопления значений признака в центральной зоне ряда распределения.

$Ek < 0$ – пологая форма, т.е. равномерное распределение по диапазону.

Таблица 2.1.1 – Эмпирическое правило и правило Бьенамэ-Чебышева

[9]

Интервал	Эмпирическое правило ¹	Правило Бьенамэ-Чебышева
$\mu \pm \sigma$	$\approx 68\%$	Как минимум 0%
$\mu \pm 2\sigma$	$\approx 95\%$	Как минимум 75%
$\mu \pm 3\sigma$	$\approx 99,7\%$	Как минимум 88,89%
$\mu \pm 4\sigma$	–	Как минимум 93,75%

¹ Эмпирическое правило действует при симметричном распределении (колоколообразная формы).

Таблица 2.1.2 – Формулы показателей описательной статистики

Показатель	Формула	Примечание
Среднее арифметическое значение	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$	X_i – i -ый элемент выборки; n – объем выборки.
Медиана	$Me(1) = \frac{n+1}{2}; Me(2) = \frac{n}{2}$	Формулы указывают на номер элемента в упорядоченной выборке. $Me(1)$ при нечетном объеме выборки, $Me(2)$ при четном.
Мода	Mo	Наиболее часто повторяющееся значение в выборке.
Первый квартиль	$Q_1 = \frac{n+1}{4}$	Формула указывает на номер элемента в упорядоченной выборке.
Третий квартиль	$Q_3 = \frac{3(n+1)}{4}$	Формула указывает на номер элемента в упорядоченной выборке.
Размах	$R = X_{max} - X_{min}$	
Межквартильный размах	$IQR = Q_3 - Q_1$	
Выборочная дисперсия	$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}$	
Среднеквадратичное выборочное отклонение	$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}}$	
Экссесс	$Ek = \frac{\mu_4}{\sigma^4}$	μ_4 – четвертый центральный элемент; σ – стандартное отклонение генеральной совокупности.
Асимметрия	$As = \frac{\mu_3}{\sigma^3}$	

2.2 Корреляционный анализ

Метод обработки статистических данных, заключающийся в изучении коэффициентов корреляции между переменными. Анализ подразумевает сравнение коэффициентов корреляции между одной парой или множеством пар признаков для установления между ними статистических взаимосвязей.

Корреляция – статистическая связь двух переменных (количественных или порядковых), показывающая, что большему значению одной величины в определенной части случаев соответствует большее (в случае положительной, прямой корреляции) или меньшее (в случае отрицательной, обратной корреляции) значение другой величины [10].

Вычисление коэффициента осуществляется по следующей формуле:

$$r = \frac{cov(X, Y)}{S_x S_y}, \quad (2.2.1)$$

где $cov(X, Y)$ – ковариация X и Y (формула 3.2); S_x и S_y – нормирующие коэффициенты (формула 3.3).

$$cov(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n - 1} \quad (2.2.2)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \text{ и } S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}} \quad (2.2.3)$$

Для оценки силы связи в теории корреляции применяется шкала английского статистика Чеддока:

- слабая – от 0,1 до 0,3;
- умеренная – от 0,3 до 0,5;
- заметная — от 0,5 до 0,7;
- высокая – от 0,7 до 0,9;
- весьма высокая (сильная) – от 0,9 до 1,0 [11].

Следует отметить, что сильная связь не свидетельствует о причинно-следственной связи, корреляция указывает только о наличии определенной тенденции для анализируемой выборки.

2.3 Дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ применяется для исследования влияния одной или нескольких качественных переменных на одну зависимую количественную переменную.

В основе дисперсионного анализа лежит предположение о том, что одни переменные могут рассматриваться как причины (факторы, независимые переменные), а другие как следствия (зависимые переменные). Независимые переменные называют иногда регулируемыми факторами именно потому, что

в эксперименте исследователь имеет возможность варьировать ими и анализировать получающийся результат [12].

Основной целью дисперсионного анализа является проверка статистической значимости различия между средними (для групп или переменных). Эта проверка проводится с помощью разбиения суммы квадратов на компоненты, т.е. с помощью разбиения общей дисперсии на части, одна из которых обусловлена случайной ошибкой, т.е. внутригрупповой изменчивостью, а вторая связана с различием средних значений. Последняя компонента дисперсии затем используется для анализа статистической значимости различия между средними значениями.

Сущность анализа заключается в расчленении общей дисперсии изучаемого признака на отдельные компоненты, обусловленные влиянием конкретных факторов, и проверке гипотез о значимости влияния этих факторов на исследуемый признак.

По количеству выявляемых регулируемых факторов дисперсионный анализ может быть однофакторным (при этом изучается влияние одного фактора на результаты эксперимента), двухфакторным (при изучении влияния двух факторов) и многофакторным (позволяет оценить не только влияние каждого из факторов в отдельности, но и их взаимодействие).

Анализ включает расчет таких показателей как:

- число степеней свободы (Degr. of freedom);
- сумма квадратов отклонений (SS);
- среднее число суммы квадратов (MS);
- выборочное значение F-статистики;
- вычисленный уровень значимости (p).

Результатом метода будет являться решение о принятии или отклонении нулевой гипотезы, т.е. о присутствии значительном различии между группами.

Таблица 2.3.1 –Этапы однофакторного дисперсионного анализа

Этап	Формула	Примечание
Постановка нулевой гипотезы, альтернативной гипотезы. Выбор доверительной вероятности	$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_m = \mu$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_m \neq \mu$ α	
Определение зависимой и независимой переменных, размера общей выборки и число степеней свободы	$N = \sum_{i=1}^m n_i$ $f_{\text{общ}} = N - 1$ $f_{\text{факт}} = m - 1$ $f_{\text{ост}} = N - m$	n – количество наблюдений у переменной (Y); m – количество уровней фактора (X).
Разложение полной дисперсии	$SS_{\text{общ}} = SS_{\text{факт}} + SS_{\text{ост}}$ $SS_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y})^2$ $SS_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^m (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2 n_i$ $SS_{\text{ост}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$	Y_{ij} – i наблюдение в j группе; \bar{Y} – общая средняя; \bar{Y}_i – групповая средняя; $SS_{\text{факт}}$ характеризует влияние фактора; $SS_{\text{ост}}$ характеризует воздействие случайных величин.
Проверка значимости	$F = \frac{SS_{\text{факт}}/f_{\text{факт}}}{SS_{\text{ост}}/f_{\text{ост}}}$ $= \frac{MS_{\text{факт}}}{MS_{\text{ост}}}$	F – критерий Фишера
Интерпретация результатов		При $F_{\text{факт}} > F_{\text{кр}}$. H_0 отклоняется $p < \alpha$

2.4 Контрольные карты Шухарта

Контрольная карта – это графическое средство, использующее статистические подходы, важность которых для управления производственными процессами была впервые показана доктором У. Шухартом.

Цель контрольных карт – обнаружить неестественные изменения в данных из повторяющихся процессов и дать критерии для обнаружения отсутствия статистической управляемости. Процесс находится в статистически управляемом состоянии, если изменчивость вызвана только случайными причинами. При определении этого приемлемого уровня

изменчивости любое отклонение от него считают результатом действия особых причин, которые следует выявить, исключить или ослабить.

Метод контрольных карт помогает определить, действительно ли процесс достиг статистически управляемого состояния на правильно заданном уровне или остается в этом состоянии, а затем поддерживать управление и высокую степень однородности важнейших характеристик продукции или услуги посредством непрерывной записи информации о качестве продукции в процессе производства. Использование контрольных карт и их тщательный анализ ведут к лучшему пониманию и совершенствованию процессов.

Основным критерием для проверки на наличие особых причин является выход точки за пределы контрольных границ. Также нужно обращать внимание на любую структуру точек, которая может указывать на проявление особых (неслучайных) причин.

В работе применяются карты индивидуальных значений, которые в совокупности рассматриваются с картами скользящего размаха. Под скользящим размахом понимают разность первого и второго измерения и т.д. В таблице 2.4.1 приведены формулы расчета контрольных границ для карт.

Таблица 2.4.1 - Формулы для нахождения контрольных границ карт индивидуальных значений [13]

Статистика	Оценки контрольных границ		Заданные контрольные границы	
	Центральная линия	ВКГ и НКР	Центральная линия	ВКГ и НКР
Индивидуальное значение	\bar{X}	$\bar{X} \pm 2,660\bar{R}m$	μ_0	$\mu_0 \pm 3\sigma_0$
Скользящий размах	$\bar{R}m$	0 $3,267\bar{R}m$	$1,128\sigma_0$	0 $3,686\sigma_0$

При использовании карт индивидуальных значений необходимо учитывать следующее:

- карты индивидуальных значений не столь чувствительны к изменениям процесса, как карты, основанные на подгруппах;

- при интерпретации карт индивидуальных значений следует проявлять осторожность, если распределение характеристики процесса не является нормальным.

Процесс считаю разлаженным в следующих случаях [14]:

- выход точек за контрольные границы;
- положение серии точек на одной из сторон от средней линии карты;
- присутствие тренда (непрерывное повышение или понижение кривой);
- периодичность трендов;
- присутствие точек (2-3) за предупредительными двухсигмовыми границами;
- большинство точек находится внутри полуторасигмовых линий;
- контрольные границы шире поля допуска.

При налаженном процессе следует продолжить наносить точки, но с перерасчетом контрольных границ через 20-30 новых точек. Если контрольная карта показывает, что процесс разлажен, находят причины разладки и производят наладку.

Выделяют два вида причин вариабельности:

- обычные причины, имеют стабильное и повторяемое распределение во времени;
- особые (неслучайные) причины, воздействуют на процесс не всегда, они не присущи процессу.

Исходя из источников процесс считается управляемым и контролируемым, если источником его изменчивости являются только случайные (обычные) причины, такую изменчивость процесса называют собственной. При наличии особых причин процесс считают нестабильным.

В ходе оценки причин необходимо учитывать следующие ошибки [15]:

1) Рассматривать как некоторый особый случай любой недостаток, рекламацию, ошибку, поломку, происшествие, когда на самом деле ничего особенного не происходило, т.е. все это было проявлением действия системы ее случайных вариаций, обусловленных общими причинами.

2) Относить на счет общих, обычных вариаций системы любой недостаток, рекламацию, ошибку, поломку, происшествие, отсутствие чего либо, когда в действительности проявилась некая особая причина.

2.5 Анализ возможностей процесса

Анализ возможностей процесса представляет собой изучение присущей процессу изменчивости и распределения характеристик процесса для оценки его способности производить продукцию, соответствующую установленным требованиям.

Возможность процесса обычно выражается в виде показателя, который связывает фактическую изменчивость процесса с допуском, установленным в спецификациях.

Показатели, применяемые для оценки возможностей стабильного процесса, называют индексами воспроизводимости процесса C_p и C_{pk} . Показатели, применяемые для оценки возможностей процессов, стабильность которых не подтверждена, называют индексами пригодности процесса P_p и P_{pk} .

Потенциальные возможности процессов в предположении, что среднее процесса настроено или может быть настроено на центр поля допуска, оценивают с помощью индексов C_p и/или P_p . Если среднее процесса отлично от центра поля допуска, то дополнительно для анализа процессов следует применять индексы C_{pk} и/или P_{pk} .

Индексы воспроизводимости стабильных процессов позволяют сделать оценку и прогноз уровня несоответствий продукции на выходе процесса. Для нестабильных процессов такой прогноз сделать невозможно.

Поэтому так важно, чтобы процессы были стабильными, тогда их результаты предсказуемы.

Показатели оценки процесса выбираются согласно схеме в Приложении А, которые учитывают три состояния процесса:

- состояние А, процесс стабилен по картам скользящего размаха и индивидуальных значений;
- состояние Б, процесс стабилен только скользящему размаху;
- состояние В, процесс нестабилен по скользящему размаху.

После выбора показателей выполняются этапы:

- 1) Оценка собственной и полной изменчивости.

Собственная изменчивость (формула 2.4) процесса зависит от влияния только обычных (общих) причин вариаций. Ее следует определять для стабильных по разбросу процессов в состояниях А и Б.

$$\sigma(I) = \frac{\bar{R}m}{1,128}, \quad (2.5.1)$$

Полная изменчивость зависит от влияния двух видов причин изменчивости, определяется для процессов в состоянии Б и В. Оценивается выборочным стандартным отклонением, обозначается – $\sigma(T)$.

- 2) Оценка индексов воспроизводимости.

Индексы воспроизводимости стабильных процессов позволяют сделать оценку и/или прогноз уровня несоответствий продукции на выходе процесса, таблица 2.6.

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6 \times \sigma(I)}, \quad (2.5.2)$$

где USL и LSL – наибольшее и наименьшее предельные значения соответственно (пределы поля допуска).

$$Cpk = \min\left(\frac{USL - \bar{X}}{3 \times \sigma(I)}, \frac{\bar{X} - LSL}{3 \times \sigma(I)}\right) \quad (2.5.3)$$

При $Cp > 1,33$ процесс считается точным (способным). В этом случае допуск на признак качества более 8σ и полное технологическое рассеяние

целиком лежит внутри поля допуска. Процесс в этом случае обладает запасом точности, равным σ с каждой стороны поля допуска. Если в этом случае средство контроля выбрано так, что его погрешность не превышает 0,2-0,1 от допуска на параметр, то тем самым брак как действительный, так и ложный практически исключается.

При $1 < C_p < 1,33$ процесс удовлетворительный (условно способный). И хотя объективно в этом случае брак отсутствует, тем не менее погрешности измерения при контроле продукции в некоторых случаях могут приводить к тому, что продукция, у которой значения параметра качества находятся вблизи границ допуска, может либо неправильно браковаться (годные в браке или ложный брак), либо неправильно приниматься (брак в годных или ложные годные).

При $C_p < 1$ процесс неудовлетворительный (неспособный), так как здесь полное технологическое рассеяние больше поля допуска, и брак в этом случае неизбежен.

Таблица 2.5.1 – Связь индексов возможностей с ожидаемым уровнем несоответствий

Значение C_p или C_{pk}	Уровень несоответствий единиц продукции	
	%	число единиц на миллион единиц продукции, ppm
0,33	32,2	322 000
0,37	26,7	267 000
0,55	9,9	99 000
0,62	6,3	63 000
0,69	3,8	38 000
0,75	2,4	24 000
0,81	1,5	15 000
0,86	0,99	9900
0,91	0,64	6400
0,96	0,40	4000
1,00	0,27	2700
1,06	0,15	1500
1,10	0,097	970
1,14	0,063	630
1,18	0,040	400
1,22	0,025	250
1,26	0,016	160
1,30	0,0096	96
1,33	0,0066	66

По значению C_{pk} из таблицы определяют максимально возможное значение ожидаемого уровня несоответствий, по значению C_p – минимально возможное, также таблицу используют в случае не ограниченного объема наблюдений, т.к. уровни могут заметно отличаться от фактически наблюдаемых уровней несоответствий действующих процессов.

3) Оценка индексов пригодности.

Для оценки возможностей процессов, стабильность которых не подтверждена, используют индексы пригодности процесса P_p и P_{pk}

Индекс P_{pk} всегда меньше, чем P_p и степень его уменьшения относительно P_p .

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6 \times \sigma(I)}, \quad (2.5.4)$$

$$P_{pk} = \min\left(\frac{USL - \bar{X}}{3 \times \sigma(T)}, \frac{\bar{X} - LSL}{3 \times \sigma(T)}\right) \quad (2.5.5)$$

Процесс считается пригодным при: $P_p > 1,67$ и $P_{pk} > 1,67$.

Как правило, процесс может быть утвержден, если величина этих индексов меньше 1,67, но не ниже 1,33, но при дальнейшем улучшении самого процесса.

4 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ

Целью данной работы является разработка предложений по улучшению анализируемого процесса – цикла строительства, который состоит из НПВ и ПВ. Повышение результативности подразумевает рациональное уменьшение ПВ и, соответственно, НПВ.

Исходя из проделанного анализа выявлено следующие предложения.

1) Поиск причин нестабильности процессов.

Процессы, для которых были построены контрольные карты Шухарта, являются нестабильны и неуправляемы. Для поиска причин вариабельности, как правило, проводят серию экспериментов с изменением параметров. Но т.к. цикл является сложным процессом, в котором будет проблематично провести такие эксперименты, то анализировать данные следует после сегментирования данных по фактору возможного влияния.

Контрольные карты стоит строить также и по составляющим ПВ и НПВ, это будет способствовать выявлению необычных причин вариабельности и поможет проследить общую тенденцию изменчивости между операциями. При этом необходимо отметить необходимость полноты и качества информации по скважинам.

2) Переход на электронный документооборот.

Предложение по переходу на электронный документооборот (ЭДО) обусловлено наличием ошибочных или некорректных значений в массиве данных. Например, ранее уже упоминалось о вводе не того месторождения или сезона, также присутствуют большое количество пустых ячеек, из-за которых результаты по анализируемым параметрам были неточны (нулевые значения у скважин №530 и №518, которые пришлось исключить).

Основными достоинствами с точки зрения дальнейшего анализа процесса будут:

- оперативный доступ к необходимой информации;

Такой доступ позволит, при возникновении вопросов по данным напрямую просмотреть необходимые оригиналы (если к этой информации не ограничен доступ) или архивы.

- повысится качество вносимой в систему информации;

При наличии форм, специально разработанных для процесса, по заполнению информации не возникнут проблемы ввода некорректных данных.

- наличие возможности экспортировать данные для их анализа без необходимости сводить их вручную.

Минусами ЭДО, как правило, считается высокая стоимость обслуживания и внедрения платформы.

3) Внедрение сообщений по качеству.

Сообщения по качеству – информация по возникшему несоответствию и запрос на его устранение.

Их можно использовать для записи следующей информации:

- описание проблемы;
- релевантные ссылочные объекты (например, материал, заказ на поставку или поставка);
- информация о партнерах;
- позиции дефектов;
- причины позиций дефектов.

Сообщение предоставляет следующие функции обработки операций:

- контроль реакции для мероприятий;
- управление статусами;
- последующие операции для мероприятий;
- строка операций;
- журнал операций [16].

Вышеперечисленные возможности предоставляет платформа SAP.

С точки зрения анализируемого процесса такие сообщения позволят детализировать непроизводственное время и рассмотреть их не только по продолжительности и количеству аварий и осложнений. На данный момент не хватает информации по причинам возникновения НПВ, месте возникновения и т.д.

4) Применение поправочных коэффициентов для расчета КПД.

На данный КПД рассчитывается как отношение производственного времени к глубине скважины, и итоговые значения крайне малы.

В качестве предложения по улучшению к этой формуле можно попробовать применить поправочные коэффициенты по факторам, от которых зависит ПВ. В работе были произведены однофакторные анализы по разным факторам к этой переменной, поэтому в качестве параметров для коэффициентов могут подойти: тип скважины, месторождение и продуктивный пласт. Статистическую значимость представлял подрядчик по бурению, но если использовать формулу для их оценки, то это будет некорректно.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности НИИ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результат исследования – анализ данных по циклу строительства скважин, а также предложения по улучшению данного процесса.

Основной потребитель – ООО «Газпромнефть-Восток». Сопутствующими могут быть различные компании, связанные с нефтедобывающей отраслью или консалтинговые компании, специализирующиеся на анализе деятельности с помощью статистических методов.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для мониторинга разработок конкурентов применяют анализ конкурирующих разработок. С целью объективной оценки используют следующие параметры:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Для того, чтобы сравнить проекты следует использовать оценочную карту (таблицу 5.1.1), которая предполагает пятибалльную шкалу для позиций (1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная).

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (5.1.1)$$

где K – конкурентоспособность научного исследования или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

В рамках анализа сравниваются три способа решений задач исследования: исследование данного проекта (Бф), исследование сотрудниками самой компании (Кк1) и консалтинговая компания (Кк2).

Таблица 5.1.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Точность расчетов	0,10	5	5	5	0,50	0,50	0,50
Количество возможных применяемых статистических методов	0,15	5	4	5	0,75	0,60	0,75
Удобство эксплуатации ПО	0,10	4	3	5	0,40	0,30	0,50
Визуализация данных	0,10	5	5	5	0,50	0,50	0,50
Улучшение исследуемого процесса	0,15	4	5	4	0,60	0,75	0,60
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность	0,20	4	4	4	0,40	0,40	0,40
Цена	0,15	5	5	3	0,75	0,75	0,45
Перспективность использования	0,15	4	4	5	0,60	0,60	0,75
Итого:	1	36	35	36	4,50	4,40	4,45

Результат исследования показывает, что проект конкурентоспособен, т.к. значение конкурентоспособности незначительно, но превосходит конкурентов. Основным преимуществом перед консалтинговой компанией является цена исследования.

5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой

разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 5.1.2 – Оценочная карта для QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
Точность расчетов	0,15	95	100	0,95	9,50
Количество возможных применяемых статистических методов	0,15	95	100	0,95	14,25
Удобство эксплуатации ПО	0,10	75	100	0,75	7,50
Визуализация данных	0,10	85	100	0,85	8,50
Улучшение исследуемого процесса	0,15	70	100	0,70	10,50
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность	0,20	70	100	0,70	7,00
Цена	0,15	85	100	0,85	12,75
Перспективность использования	0,15	80	100	0,80	12,00
Итого:	1	655	800	6,55	82,00

Результат оценочной карты (таблица 5.1.2) показал средневзвешенное значение перспективности 82, т.е. такой проект считается перспективным.

5.1.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой метод оценки факторов, влияющих на проект. К внутренним факторам относятся сильные (strengths, S) и слабые стороны (weaknesses, W), к внешним – возможности (opportunities, O) и угрозы (threats, T).

Анализ осуществляется в несколько этапов:

1) Определение внутренних и внешних факторов проекта.

Для проведения анализа следует выбрать определенное количество внутренних и внешних факторов, т.е. количество сильных, слабых сторон, возможностей и угроз должно быть равным. Выбранные параметры представлены в таблице 5.1.3.

2) Построение интерактивной матрицы проекта.

Матрица помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Результат этого этапа – запись сильно коррелирующих сильных и слабых сторон с возможностями и угрозами, каждая запись представляет собой направление реализации проекта.

По таблице 5.1.4, интерактивной матрицы, видно такие связи: O1S1, O3W1, O1O2W3, T1S1, T1T2W1, T1T2T3W3.

3) Составление итоговой матрицы SWOT-анализа (таблица 5.1.5).

Таблица 5.1.3 – Основные параметры SWOT-анализа

Сильные стороны		Слабые стороны	
S1	Актуальность исследования	W1	Отсутствие методики (плана) выполнения анализа
S2	Наличие специализированного программного обеспечения (ПО)	W2	Высокая стоимость специализированного ПО
S3	Разнообразие применяемых статистических методов	W3	Сложность исследуемого процесса
Возможности		Угрозы	
O1	Повышение эффективности процесса	T1	Неправильная интерпретация полученных результатов
O2	Разработка комплексной методики анализа процесса	T2	Разработка неосуществимых предложений по улучшению
O3	Стратификация данных для дальнейшего пользования	T3	Недостаток данных для полноценного анализа

Таблица 5.1.4 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны			Слабые стороны		
		S1	S2	S3	W1	W2	W3
Возможности	O1	+	0	0	-	0	+
	O2	-	0	0	-	-	+
	O3	-	-	-	+	0	-
Угрозы	T1	0	-	-	+	0	+
	T2	+	0	0	-	0	+
	T3	-	0	-	+	0	+

Таблица 5.1.5 – Итоговая матрица

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: S1 – Актуальность исследования. S2 – Наличие специализированного ПО. S3 – Разнообразие применяемых статистических методов.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: W1 – Отсутствие методики (плана) выполнения анализа. W2 – Высокая стоимость специализированного ПО. W3 – Сложность исследуемого процесса.
Возможности: O1 – Повышение эффективности процесса. O2 – Разработка комплексной методики анализа процесса. O3 – Стратификация данных для дальнейшего пользования.	Основное преимущество проекта – это его актуальность. Возможность стратификации данных, исходя из сильных сторон наиболее реализуема, но не столько необходима (слабая связь с актуальностью).	Проблема сложности процесса в отношении возможных результатов стоит наиболее остро. Также необходимо отметить отсутствие методики анализа, может значительно повлиять на проект.

Продолжение таблицы 5.1.5

<p>Угрозы: Т1 – Неправильная интерпретация полученных результатов. Т2 – Разработка неосуществимых предложений по улучшению. Т3 – Недостаток данных для полноценного анализа.</p>	<p>Ярко выделяющихся угроз почти не наблюдается, за исключением разработки предложений, которые не смогут быть осуществлены, а это важная составляющая работы.</p>	<p>Сложность процесса также является основной слабой стороной и со стороны угроз, т.к. при исследовании и разработке предложений могут возникнуть проблемы с причинно-следственной связью между данными. Отсутствие методики, влияет на анализ посредством недостатка по предельным или средним значениям для процесса.</p>
--	--	---

5.2 Определение возможных альтернатив проведения НИП

Определение возможных альтернатив заключается в использовании морфологического подхода, который основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Морфологическая матрица для данной исследовательской работы (таблица 3.2) содержит такие характеристики, как:

- A. программа для написания работы;
- B. программа для статистического анализа данных;
- C. программа для построения графиков;
- D. программа для создания презентации.

Наиболее подходящими вариантами будут:

- исп.1: A1-B3-C3-D1 (оптимальный вариант);
- исп.2: A1-B1-C1-D1;
- исп.3: A1-B2-C2-D1.

Таблица 5.2 – Морфологическая матрица для НИП

	1	2	3	4
A	Microsoft Word	SoftMaker FreeOffice	LibreOfficeWriter	Google Документы
B	Microsoft Excel	Statistica	Microsoft Excel + Statistica	Google Таблицы
C	Microsoft Excel	Statistica	Microsoft Excel + Statistica	LibreOffice Calc
D	Microsoft PowerPoint	Prezi	LibreOffice Impress	Google Slides

5.3 Планирование научно-исследовательской работы

5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Структура исследования (таблица 5.3.1) состоит из трех основных этапов: подготовительный, основной и заключительный.

Участники: руководитель и инженер.

Таблица 5.3.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный	1	Выбор руководителя и направления НИП	Инженер
	2	Составление и утверждение темы	Руководитель, инженер
	3	Выдача задания и данных для выполнения работы	Руководитель
	4	Подбор литературы по тематике работы	Инженер
	5	Подбор статистических методов для выполнения работы	Руководитель, инженер
	6	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
Основной	7	Изучение специфики изучаемого процесса	Инженер
	8	Структурирование теоретической части работы	Инженер
	9	Написание теоретической части работы	Инженер
	10	Выполнение основных заданий работы	Инженер
	11	Выполнение дополнительных заданий работы	Инженер

Продолжение таблицы 4.3.1

	12	Обобщение результатов выполненных заданий	Инженер
	13	Разработка предложений по улучшению процесса	Инженер
	14	Написание практической части работы	Инженер
	15	Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Инженер
	16	Написание раздела «Социальная ответственность»	Инженер
Заключительный	17	Согласование результатов работы	Руководитель, инженер
	18	Оформление работы	Инженер

5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Под трудоемкостью, как правило, понимают ожидаемое время, затрачиваемое на выполнение одним и более исполнителем. И т.к. процесс выполнения научно-исследовательского проекта не регламентируется, то такой параметр как трудоемкость будет носить вероятностный характер. Исходя из этого ожидаемая трудоемкость находится путем вычисления средней трудоемкости при оптимальных и неблагоприятных условиях.

$$T_{ож_i} = \frac{3T_{min_i} + 2T_{max_i}}{5}, \quad (5.3.1)$$

где $T_{ож_i}$ – ожидаемая трудоемкость работы, чел.-день; T_{min_i} – минимально возможная трудоемкость, чел.-день; T_{max_i} – минимально возможная трудоемкость, чел.-день.

Если работу выполняли несколько исполнителей, то необходимо использовать формулу 5.3.2. Применение такой трудоемкости используется для расчета заработной платы исполнителям, т.к. чаще всего именно эта статья затрат бюджета является наибольшей.

$$Tr_i = \frac{T_{ож_i}}{Ч_I}, \quad (5.3.2)$$

где T_{pi} – продолжительность работы, раб.дни; $Ч_l$ – количество исполнителей, выполняющих работу, чел.

5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для визуализации структуры и трудоемкости проекта был разработан такой график, как диаграмма Ганта, который представляет собой ленточную диаграмму с временными отрезками (начало и окончание выполнения работы) по исполнителям.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times K_k, \quad (5.3.3)$$

где T_{ki} – продолжительно работы, кал. дни; K_k – коэффициент календарности (формула 5.3.4).

$$K_k = \frac{T_k}{T_k - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.3.4)$$

где T_k – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней.

Для 2020 года коэффициент календарности согласно производственному календарю будет составлять 1,22 (календарных дней – 366, праздников и выходных – 66 [17]).

По формулам 5.3.1, 5.3.2 и 5.3.3 вычисляются временные показатели для работ и все сводится в таблицу 5.3.2, на основании которой строится диаграмма Ганта (рисунок 5.3).

Таблица 5.3.2 – Временные показатели проведения проекта

№ работ	T _{min} , чел.-день		T _{max} , чел.-день		T _{ож} , чел.-день		T _р , раб. дни		T _к , кал. дни	
	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2
2	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
3	1	0	3	0	1,8	0	0,9	0	2	0
4	0	2	0	5	0	3,2	0	3,2	0	4
5	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
6	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
7	0	3	0	10	0	5,8	0	5,8	0	8
8	0	2	0	16	0	7,6	0	7,6	0	10
9	0	10	0	25	0	16	0	16	0	20
10	0	6	0	15	0	9,6	0	9,6	0	12
11	0	6	0	15	0	9,6	0	9,6	0	12
12	0	3	0	7	0	4,6	0	4,6	0	6
13	0	3	0	14	0	7,4	0	7,4	0	10
14	0	2	0	10	0	5,2	0	5,2	0	7
15	0	3	0	14	0	7,4	0	7,4	0	10
16	0	3	0	14	0	7,4	0	7,4	0	10
17	2	2	5	5	3,2	3,2	1,6	1,6	2	2
18	0	2	0	5	0	3,2	0	3,2	0	4

График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней), а также с выделением разных исполнителей.

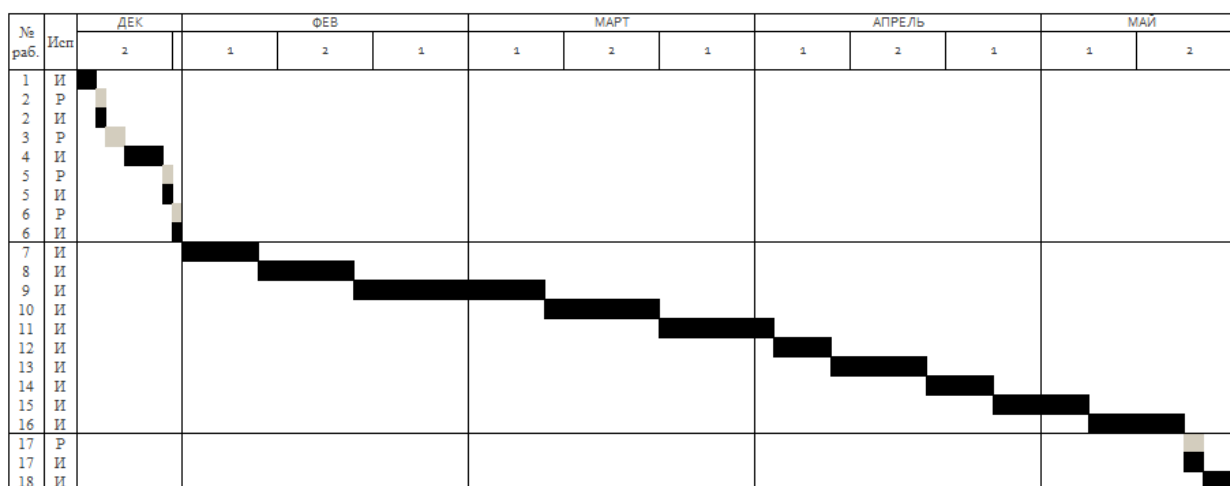


Рисунок 5.3 – Календарный план-график научно-исследовательского проекта

5.3.4 Бюджет научно-исследовательского проекта

Бюджет формируется из следующих статей затрат:

- материальные затраты;

- затраты на специальное оборудование;
- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

5.3.4.1 Материальные затраты

Материальные затраты включают в себя:

- затраты на приобретение сырья, материалов и комплектующих изделий;
- затраты на приобретение топлива, воды, энергии всех видов, расходуемых на технологические цели;
- затраты на приобретение работ и услуг производственного характера;
- потери от недостачи и порчи материально-производственные запасы в пределах норм естественной убыли;
- другие затраты.

К прямым материальным затратам для данного проекта относится энергия для основного производственного оборудования.

$$Z_m = C \times N, \quad (5.3.5)$$

где Z_m – материальные затраты (электроэнергия), руб.; C – цена за единицу., руб./ед.; N – количество, ед.

Таблица 5.3.3 –Материальные затраты

№ п/п	Наименование оборудования	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Материальные затраты, руб.
1	Электроэнергия	кВт/ч	155,2	3,5	543,20
Итого:					543,20

Количество потребляемой электроэнергии рассчитывалось исходя из количества рабочих дней (5 – у руководителя и 92 – у инженера), продолжительности рабочего дня (8 ч.) и средней потребляемой электроэнергии для специального оборудования (0,2 кВт/ч).

Для всех исполнений материальные затраты будут одинаковы.

5.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование

Специальное оборудование, необходимое для реализации проекта имеется в данной научно-технической организации, поэтому затраты будут учитываться в виде амортизационных отчислений.

Существуют несколько методов расчета отчислений, самый распространенный – линейный:

$$A = \frac{C}{\text{СПИ}} \times T, \quad (5.3.6)$$

где A – месячная сумма амортизационных отчислений, руб.; C – первоначальная стоимость, руб.; СПИ – срок полезного использования, мес.; T – период использования оборудования, мес. (для данной работы 4 месяца).

Необходимое оборудование и программное обеспечение:

1) Персональный компьютер – основное средство, относится ко второй амортизационной группе, СПИ составляет от 2 до 3 лет [18].

2) Лицензии на использование программным обеспечением – нематериальные активы, СПИ, согласно лицензионному соглашению, один год.

В таблице 5.3.4 представлен расчет для исполнений 1 и 3 (содержат одинаковые ПО), для исполнения 2 – таблица 5.3.6.

Таблица 5.3.4 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования (исполнения 1 и 3)

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	СПИ, мес.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Персональный компьютер	1	45 000,00	24	7 500,00
2	StatSoft Statistica (годовая лицензия)	1	82 037,00	12	27 345,67
3	Microsoft Office 2016 (годовая лицензия)	1	7 458,00	12	2 486,00
Итого:					37 331,67

Таблица 5.3.5 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования (исполнение 2)

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	СПИ, мес.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Персональный компьютер	1	45 000,00	24	7 500,00
2	Microsoft Office 2016 (годовая лицензия)	1	7 458,00	12	2 486,00
Итого:					9 986,00

5.3.4.3 Заработная плата исполнителей темы

Заработная плата состоит из двух частей:

- основная (зависит от размера оклада и отработанного времени);
- дополнительная (доплаты за отклонения от нормальных условий труда).

Основная заработная плата для руководителя и инженера определяется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \quad (5.3.7)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, раб.дни. (таблица 5.3.2).

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}, \quad (5.3.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (11,2 при 5-дневной неделе и 10,4 при 6-дневной неделе); F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 5.3.6).

Таблица 5.3.6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней: выходные дни; праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени: отпуск; невыходы по болезни	48	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	258	272

Месячный должностной оклад:

$$Z_m = Z_{тс}(1 + k_{пр} + k_{д})k_{р}, \quad (5.3.9)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3; $k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок; $k_{р}$ – районный коэффициент (для Томска – 1,3).

Расчет дополнительной заработной платы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \times k_{доп}, \quad (5.3.10)$$

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

Таблица 5.3.7 – Расчет заработной платы

Составляющие заработной платы	Руководитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, руб	25 000,00	17 000,00
Премиальный коэффициент	0,15	0,10
Коэффициент доплат и надбавок	0,00	0,00
Районный коэффициент	1,3	1,3
Месячный должностной оклад, руб.	37 375,00	24 310,00
Среднедневная заработная плата, руб.	1 506,59	929,50
Продолжительность работ, раб. дни.	5	92
Основная заработная, руб.	7 532,95	85 514,00
Коэффициент дополнительной заработной платы	0,12	0,12
Дополнительная заработная плата	903,95	10 261,68
Заработная плата	8436,90	95 775,68

5.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Обязательные страховые отчисления зависят от размера заработной платы и ставки внебюджетного фонда, в Российской Федерации это:

- пенсионный фонд России (ПФР), 22%;
- федеральный фонд обязательного медицинского страхования (ФФОМС), 5,1%;
- фонд обязательного социального страхования (ФСС), 2,9% и 0,2% на обязательное социальное страхование от несчастных случаев (I класс профессионального риска).

Ранее действовал Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ [19], который вводил пониженную ставку (27,1%) для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность. На данный момент закон утратил силу и отчисления будут рассчитываться по вышеуказанным ставкам.

Таблица 5.3.8 – Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления	Руководитель		Инженер	
	от Зосн, руб.	от Здоп, руб.	от Зосн, руб.	от Здоп, руб.
ПФР	1 657,95	198,87	18 813,08	2 257,57
ФФОМС	384,18	46,10	4 361,21	523,35
ФСС	218,46	26,21	2 479,91	297,59
ФСС от	15,07	1,81	171,03	20,52
Итого:	2 274,95	272,99	25 825,23	3 099,03
	2 547,94		28 924,26	
	31 472,20			

5.3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя прочие затраты, не вошедшие в предыдущие статьи, например, оплата услуг связи, электроэнергия, арендная плата, печать, ксерокопирование и пр.

Величина расходов определяется по формуле:

$$\text{Знакл} = \left(\sum \text{статей} \right) \times k_{нр}, \quad (5.3.11)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент накладных расходов, 16%.

5.3.4.6 Формирование бюджета затрат НИП

Бюджет формируется для разных исполнений (п. 5.2), но т.к. 1-ый и 3-ий включают одинаковый набор программного обеспечения, то и итоговый бюджет у них будет одинаков. Для второго исполнения изменится только статья специального оборудования, которая не будет включать стоимость лицензии StatSoft.

Таблица 5.3.9 – Расчет бюджета затрат НИП

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИП	543,20	543,20	543,20	п. 5.3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование	37 331,67	9 986,00	37 331,67	п. 5.3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей	93 046,95	93 046,95	93 046,95	п. 5.3.3.2
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	11 165,63	11 165,63	11 165,63	п. 5.3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	31 472,20	31 472,20	31 472,20	п. 5.3.3.4
6. Затраты на научные и производственные командировки	–	–	–	
7. Контрагентские расходы	–	–	–	
8. Накладные расходы	27 769,54	23 394,24	27 769,54	п. 5.3.3.5 (16% от суммы ст. 1-7)
9. Бюджет затрат НИП	201 329,19	169 608,22	201 329,19	Сумма ст. 1-8

5.4 Определение эффективности исследования

Эффективность исследования определяется путем расчета и сравнения показателей разных исполнений.

1) Интегральный финансовый показатель – отношение бюджета выбранного исполнения к максимально возможному.

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi p_i}{\Phi \text{max}}, \quad (5.4.1)$$

где Φp_i – стоимость i-го варианта исполнения; Φmax – максимально возможная стоимость исполнения.

Результат расчета показателей в сводной таблице 5.4.2.

2) Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$I_p^{\text{исп } i} = \sum a_i \times b_i, \quad (5.4.2)$$

где a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения; b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Показатель ресурсоэффективности лучше проводить в форме таблицы по 5-ти бальной шкале.

Таблица 5.4.1 – Сравнительная оценка характеристик исполнения

Критерии оценки	Весовой коэффициент	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Точность расчетов	0,20	5	3	5
Количество возможных применяемых статистических методов	0,25	5	4	5
Удобство эксплуатации ПО	0,10	4	4	2
Визуализация данных	0,15	5	4	5
Улучшение исследуемого процесса	0,30	5	5	5
Итого:	1	24	20	22

3) Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения позволяет наиболее целесообразно выбрать наилучший из предложенных вариантов.

$$I_{\text{исп } i} = \frac{I_p^{\text{исп } i}}{I_{\text{фин}}^{\text{исп } i}} \quad (5.4.3)$$

Сравнительная эффективность:

$$I_{\text{исп } i} = \frac{I_{\text{исп } 1}}{I_{\text{исп } 2}} \quad (5.4.4)$$

Таблица 5.4.2 – Сравнительная эффективность исследования

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель	1,00	0,84	1,00
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,90	4,10	4,70
Интегральный показатель эффективности	4,90	4,87	4,70
Сравнительная эффективность	1,00	0,99	0,96

В ходе выполнения данного раздела были определены финансовый показатель разработки, показатель ресурсоэффективности, интегральный показатель эффективности, на основании сравнительной эффективности вариантов исполнения, оптимальным был выбран вариант исполнения 1.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Научно-исследовательская работа представляет собой анализ данных по циклу строительства скважин с использованием статистических инструментов. Объект исследования – данные по циклу, включающие:

- продолжительность операций цикла;
- подрядчики по разным операциям;
- тип скважин;
- продуктивный пласт, месторождение и др.

Результатом исследования является дескриптивный анализ данных (представленный в табличной форме и форме диаграммы разброса), дисперсионный и корреляционный анализы в различных вариациях данных, построенные контрольные карты индивидуальных значений по продолжительности операций. разработка предложений по улучшению и пр.

Основным потребителем является собственник данных – ООО «Газпромнефть-Восток». Сопутствующими могут быть различные компании, связанные с нефтедобывающей отраслью или консалтинговые компании, специализирующиеся на анализе деятельности с помощью статистических методов.

Раздел «Социальная ответственность» направлен на изучение правовых и организационных вопросов по обеспечению безопасности, анализ и разработку мероприятий по снижению вредных и опасных производственных факторов. Пункт по экологической безопасности включает анализ влияния исследования на окружающую среду, пункт по безопасности в чрезвычайных ситуациях (далее ЧС) – анализ вероятных ЧС на рабочем месте.

Место проведения научно-исследовательской работы – ТПУ, 18 корпус, 604 аудитория. Все работы производились с использованием персонального компьютера.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Существуют основные и специальные нормы трудового законодательства. Общие нормы распространяются на всех работников, выражая единство трудового права, его принципы, права и обязанности субъектов, а специальные нормы действуют в отношении отдельных категорий работников, особенности правового регулирования труда которых обусловлены теми или иными основаниями.

Основные права работника содержатся в статье 21 ТК РФ [20], некоторые из них:

- рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям охраны труда и условиям, предусмотренным коллективным договором;
- своевременную и в полном объеме выплату заработной платы в соответствии со своей квалификацией, сложностью труда, количеством и качеством выполненной работы;
- отдых, обеспечиваемый установлением нормальной продолжительности рабочего времени, предоставлением еженедельных выходных дней, нерабочих праздничных дней, оплачиваемых ежегодных отпусков;
- полную достоверную информацию об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте, включая реализацию прав, предоставленных законодательством о специальной оценке условий труда;
- подготовку и дополнительное профессиональное;
- объединение, включая право на создание профессиональных союзов и вступление в них для защиты своих трудовых прав, свобод и законных интересов;

- защиту своих трудовых прав, свобод и законных интересов всеми не запрещенными законом способами;
- обязательное социальное страхование в случаях, предусмотренных федеральными законами.

Специальные нормы учитывают различные основания:

- особенности разных субъектов труда (несовершеннолетние работники в возрасте до 18 лет, женщины, лица с семейными обязанностями и др.);
- характер и специфику труда отдельных категорий работников;
- особенности и условия производства и труда;
- территориальное местонахождение, обусловленное климатическими условиями Крайнего Севера и приравненных к нему местностей, и другие основания [21].

С целью соблюдения правовых норм, улучшения социально-экономического положения работников дополнительно к ТК и законодательству РФ в ТПУ был принят коллективный договор (2019 - 2021 гг.), который распространяется на все деятельности университета, и регулирует:

- условия найма и увольнения, обеспечение занятости;
- оплату и нормирование труда, отпуска;
- условия и охрану труда, охрану здоровья;
- правовую и социальную защиту работников;
- гарантии и условия работы профкома и его актива [22].

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочая зона – пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного (непостоянного) пребывания работников. Рабочим местом являются все места,

где работник должен находиться или куда ему необходимо следовать в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя [23].

Исследования и практическая часть работы проводились в офисном помещении с использованием компьютера, которое должно соответствовать требованиям требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [24].

Согласно документу, площадь на одно рабочее место с персоналом компьютером (ПК) должна составлять не менее 6,0 м². Высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм. Расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПК, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Рабочее место пользователя ПК следует оборудовать подставкой для ног, шириной 300 мм, глубиной 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20° [24].

Рабочее место – аудитория 604 учебного корпуса № 18, компьютерный класс площадью 33,4 м² с количеством мест: 13.

Рабочее место соответствует требованиям стандарта.

6.2 Производственная безопасность

Научное исследование, заключающаяся в статистическом анализе данных, подразумевает использование ПК и серверного оборудования в офисном помещении, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при исследовании и работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

6.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Для идентификации потенциальных факторов, которые могут на рабочем месте при проведении исследования, необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 [25]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 6.2.1.

Таблица 6.2.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Статистический анализ цикла строительства скважин	Неблагоприятный микроклимат	Электроопасность Пожаровзрывоопасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2.542-96
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Работы с ЭВМ и оргтехникой	Повышенный уровень шума на рабочем месте	СанПиН 2.2.4.1191-03	
	Повышенный уровень напряженности электростатического поля, электромагнитных полей	СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 ГОСТ 30494-2011	

Неблагоприятные производственные факторы по результирующему воздействию на организм работающего человека подразделяют:

- на вредные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания;
- опасные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной.

6.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

6.2.2.1 Неблагоприятный микроклимат

Микроклимат помещения – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

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

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Оптимальные (таблица 6.2.2) и допустимые микроклиматические условия установлены в документе СанПиН 2.2.4.548-96 [26] для холодного периода (среднесуточная температура наружного воздуха, равной +10 °С и ниже) и теплого периода года (выше +10 °С). Работа менеджера по качеству относится к категории Ia – работа с величиной энергозатрат до 139 Вт

(производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением).

Таблица 6.2.2 – Оптимальные параметры микроклимата [26]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

Для поддержания оптимальных условий, как правило, используют следующие мероприятия:

- соблюдение режима проветривания и влажной уборки
- использование систем отопления, кондиционирования и вентиляции и пр.

Для работы инженера ИНШКБ, согласно сводной ведомости результатов проведения специальной оценки условий труда [27], показатели микроклимата в норме.

6.2.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Плохая освещенность помещений и рабочего места отрицательно воздействует на здоровье человека, снижает концентрацию внимания, работоспособность, появляется раздражительность и сбои в психике. Очень яркий свет также является раздражителем.

Нормы показателей освещенности (таблица 6.2.3) для естественного, совмещенного и искусственного освещения приведены в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [28]. В документе также содержится требование о том, что рабочие столы в аудитории должны быть размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

В качестве показателей используют:

- среднее значение коэффициента естественной освещенности (КЕО);
- освещенность, E_v ;
- показатель дискомфорта, M ;
- коэффициент пульсации освещенности, КП.

Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО, освещенности (B – вертикальная, Γ – горизонтальная) и высота плоскости над полом приведена во втором столбце таблицы 6.2.3.

Для работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [28].

Таблица 6.2.3 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений [28]

Помещение	РПи П, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		E_v , лк	M , не бол ее	КП, %, не бол ее
		При верхнем или комбинирова нном освещении	При боково м освеще нии	При верхнем или комбинирова нном освещении	При боково м освеще нии			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Помещения для работы с дисплеями и видеотермина лами, залы ЭВМ	Γ - 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	30 0	15	10

Для работы инженера ИНШКБ, согласно сводной ведомости результатов проведения СОУТ [27], показатели световой среды в норме.

6.2.2.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Нормированные показатели уровней шума рабочего места устанавливает ГОСТ 12.1.003-83 [29]. Максимальный уровень шума должен составлять не более 50 дБА, категория напряженности труда I и категория тяжести труда I. Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука представлены в таблице 6.2.3.

Источниками шума в помещении могут быть ПК, сетевое оборудование, система кондиционирования и прочее используемое оборудование.

Таблица 6.2.3 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука [29]

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Научная деятельность. Рабочие места в помещениях для обработки данных.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для работы инженера ИНШКБ, согласно сводной ведомости результатов проведения СОУТ [27], показатели шума в норме.

6.2.2.4 Электробезопасность

Основными источниками электрической опасности на данном рабочем месте являются компьютер и электрические сети.

Электробезопасность и допустимые нормы регламентируются Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [30], ГОСТ 12.1.038-82 [31] и ГОСТ 12.1.019-2009 [32].

Уровень напряжения для питания ПЭВМ в помещении – 220 В, для серверного оборудования 380 В. Класс помещения, в котором проводилась работа, по опасности поражения током: 1 – без повышенной опасности, так как помещение сухое, хорошо отапливаемое, отсутствуют токопроводящие полы, токопроводящая пыль, с температурой воздуха 18-20°С, с влажностью 40-50% [30].

Основными причинами электротравматизма являются:

- контакт человека с токоведущими частями, находящимися под напряжением в случае нарушения изоляции;
- контакт с металлическими корпусами, оказавшимися под напряжением в результате пробоя изоляции на корпус;
- ошибочное включение.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются:

- защитное заземление;
- зануление;
- автоматическое отключение питания;
- устройство защитного отключения;
- изолирующие электрозащитные средства;
- знаки и плакаты безопасности [30].

Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Работа с электрическим оборудованием в 604 аудитории 18 корпуса ТПУ является безопасной, все выполнено согласно Правилам устройства электроустановок.

6.2.2.5 Повышенный уровень напряженности электростатического поля, электромагнитных полей

Так как работа выполняется при непосредственном контакте с компьютером, следовательно, на организм оказывают воздействие электромагнитные поля. Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [24].

Таблица 6.2.4 - Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ [24]

Наименование параметров	Диапазон ДУ	ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25нТл
Напряженность электростатического поля		15кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП на рабочем месте в аудитории 604, 18 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 6.2.4 соответствуют нормам [27].

6.3 Экологическая безопасность

6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Объектом исследования является данные о цикле строительства скважин в виде документа для программы STATISTICA. Электронный документ не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

6.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования включает в себя работу с ПК и оргтехникой.

Влияние компьютера на окружающую среду разделяется по трем этапам жизненного цикла продукции.

1. Производство. Производители электроники используют тяжелых металлов, ядовитых веществ (например, ингибиторов горения) и пластика. Добывающие производства разрушают поверхность Земли и зачастую загрязняют окружающий воздух и воду. Добыча редкоземельных минералов невозможна или нерентабельна без использования процессов, которые наносят серьезный вред окружающей среде [33].

2. Эксплуатация. Офисный работник использует компьютер весь рабочий день, т.е. порядка восьми часов компьютер потребляет электроэнергию. Энергозатраты зависят от общей мощности, (суммы мощностей каждого компонента) и загруженности компьютера.

3. Утилизация. При неправильной утилизации оргтехники, загрязнение будет существовать в течение продолжительного времени и успеет нанести ущерб экологии. Этот процесс регулируется следующими руководящими документами:

- КоАП РФ Статья 8.2. Несоблюдение требований в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления [34];
- Федеральный закон «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» от 26.03.1998 N 41-ФЗ [35];
- Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ [36].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью

людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [37].

По природе возникновения ЧС можно разделить на техногенные, природные, экологические, антропогенные, социальные и комбинированные.

Информация, данные по циклу, которая является объектом исследования не может стать инициатором ЧС.

6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

На рабочем месте чаще всего возникают техногенные ЧС, причинами которых могут быть:

- неудачное размещение объектов производства, хозяйственной или социальной инфраструктуры;
- отсталость в технологиях, применяемых при производстве; недостаточная внедряемость энергосберегающих и иных инновационных процессов;
- высокий износ производственного оборудования, приводящий к предаварийным ситуациям;
- снижение производственной дисциплины, низкая ответственность должностных лиц;
- низкий уровень техники безопасности, отсутствие соответствующих функциональных должностей;
- воздействие внешних природных факторов, приводящих к образованию предаварийных ситуаций;
- конструктивные недостатки при строительстве зданий, объектов хозяйственной и социальной инфраструктуры [38].

Для данного исследования более вероятен пожар, по следующими причинам:

- неисправность электрооборудования, электросетей;

- нарушение правил пожарной безопасности;
- низкая ответственность должностных лиц.

Меры по обеспечению пожарной безопасности включают:

- организационно-распорядительные меры, т.е. разработка журналов, приказов и инструкций по пожарной безопасности;
- обучение мерам пожарной безопасности, предлагает
 - обучение руководителя и ответственного за пожарную безопасность 1 раз в 3 года по программе «пожарно-технический минимум» (ПТМ);
 - обучение всех сотрудников противопожарному инструктажу (1 раз в год);
 - тренировки по эвакуации и работе с огнетушителем;
 - создания уголка пожарной безопасности с информационными плакатами [39];
- технические меры, т.е. разработка планов эвакуации, размещение знаков, оснащение огнетушителями и первичными средствами пожаротушения, установка сигнализации и т.д.

604 аудитория 18 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1 шт., ОП-3, 1 шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПЭВМ и оргтехники, класс пожаров А, Е.). Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках представлены в таблице 6.4.1.

Таблица 6.4.1 - Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках [39]

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 рабочее помещение, относится к типу В – пожароопасное (таблица 6.3.2) [40].

Таблица 6.4.2 - Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности [40]

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В - пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б

6.5 Заключение по разделу социальная ответственность

Раздел содержит ознакомление с основными и специальными правовыми нормами трудового законодательства. Основные связаны с правами работника, а специальные обусловлены дополнительными обстоятельствами. Рассмотрена организация рабочей зоны при сидячей работе за компьютером.

Также раздел содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды. К вредным относятся: неблагоприятный микроклимат, недостаточная освещенность, повышенный уровень шума и повышенная напряженность электрического и магнитного полей. Для рабочего места все показатели в норме.

К опасным факторам относятся электробезопасность и пожвровзрывоопасность, которые могут стать причинами ЧС на рабочем месте.

Так как объектом исследования являются данные, которые представлены в электронном документе, то влияния на окружающую среду они не оказывают, как и не могут быть инициатором ЧС.

Процесс исследования влияет на окружающую среду посредством энергопотребления используемого оборудования (ПК и оргтехника). При

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы был проанализирован цикл строительства скважин по временным показателям и скорости бурения. В качестве инструментов анализа использовались методы статистического анализа (описательная статистика, дисперсионный анализ, контрольные карты и корреляционный анализ), применяемые в специализированном программном обеспечении.

Исследование процесса выявило:

- нестабильность процессов по этим параметрам и также неуправляемость (низкие показатели возможностей процесса);
- наиболее продолжительные операции – бурение, спуско-подъемные операции и компоновки низа бурильной установки, крепление, наиболее быстровыполнимые операции – наращивание, проработка и герметизация ПВО;
- на производственное время влияют: тип скважины, подрядчик по бурению, месторождение и продуктивной пласт;
- отсутствует общая тенденция изменчивости применительно ко всем операциям в разрезе годов;
- сезонность не несет статистической значимости относительно переменных и т.д.

На основании этого анализа были разработаны предложения по улучшению, связанные с внедрением электронного документооборота, сообщений по качеству, поиска причин вариабельности процессов и параметры для поправочных коэффициентов к формуле КПД.

Рассмотрены вопросы социальной ответственности и экономической эффективности при реализации данного дипломного проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дмитриев А.Ю. Основы технологии бурения скважин: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 216 с.
2. Строительство нефтяных и газовых скважин [Электрон. ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа <https://www.neftegaz-expo.ru/ru/articles/2016/stroitelstvo-neftyanyh-i-gazovyh-skvazhin/>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 25.04.20).
3. Самохвалов М.А. Монтаж и эксплуатация бурового оборудования: учебное пособие / М.А. Самохвалов; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 312 с.
4. Цикл строительства скважины: офиц. сайт. – Режим доступа <http://oilloot.ru/78-tekhnika-i-tehnologii-stroitelstva-skvazhin/616-tsikl-stroitelstva-skvazhiniy-etapy-skhemu>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 25.04.20). .
5. Крепление скважин: офиц. сайт. – Режим доступа <http://www.gazprominfo.ru/terms/well-casing/>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 25.04.20).
6. Крец В.Г. К 79. Основы нефтегазового дела: учебное пособие / В.Г. Крец, А.В. Шадрина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 182с.
7. Нагнетательная скважина: офиц. сайт. – Режим доступа <http://www.mining-enc.ru/n/nagnetatel'naya-skvazhina/>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 13.05.20).
8. Палеозой: офиц. сайт. – Режим доступа <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%B9>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 13.05.20).

9. Статистические методы контроля качества. Практикум: учебное пособие / Л.А. Редько, В.В. Редько, Б.Б. Мойзес ; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 107 с.

10. Корреляционный анализ [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://statistica.ru/glossary/general/korrelyatsionnyu-analiz/>, свободный (Дата обращения 20.12.2019).

11. Корреляционно-регрессионный анализ [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/statistika/korrelyacionno-regressionnyu-analiz.html>, свободный (Дата обращения 20.12.2019).

12. Дисперсионный анализ: офиц. сайт. – Режим доступа http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 13.05.2020)..

13. ГОСТ ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта: офиц. сайт. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200124585>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 13.05.2020)..

14. Контрольные карты по количественным признакам: офиц. сайт. – Режим доступа <https://statmetkach.ru/lab8.html>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 13.05.2020)..

15. Менеджмент качества начинается с глубинных знаний: офиц. сайт. – Режим доступа <https://studylib.ru/doc/666284/organizaciya-kak-sistema>, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 13.05.2020)..

16. Сообщения по качеству (QM-QN): офиц. сайт. – Режим доступа https://help.sap.com/saphelp_erp2005/helpdata/ru/dc/edbd3c793511d295d000a0c930e04c/frameset.htm, свободный. - Загл. с экрана (Дата обращения 20.05.2020).

17. Справочная информация: «Производственный календарь на 2020 год для шестидневной рабочей недели» [Электронный ресурс] – режим

доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_324428/, свободный (дата обращения 25.04.2020).

18. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 27.12.2019) "О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы" [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34710/, свободный (дата обращения 25.04.2020).

19. Федеральный закон "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования" от 24.07.2009 N 212-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89925/, свободный (дата обращения 25.04.2020).

20. ТК РФ Статья 21. Основные права и обязанности работника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/b94bd4dad3b39d0497eb33b8fc3d99356959c2da/, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 02.05.20).

21. Действие норм трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права, во времени, в пространстве и по кругу лиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/110024/pravo/deystvie_norm_trudovogo_zakonodatelstva_inyh_aktov_soderzhaschih_normy_trudovogo_prava_vremeni_prostra, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 02.05.20).

22. Коллективный договор Томского политехнического университета на 2019-2021 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://hr.tpu.ru/hrfiles/kd_2019-2021.pdf, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 02.05.20).

23. Понятие рабочее место и рабочая зона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.trudcontrol.ru/~3d/item/tpz9455U>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 02.05.20).

24. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

25. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

26. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

27. Сводная ведомость результатов проведения СОУТ ТПУ в 2018 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://portal.tpu.ru/departments/otdel/oot/Tab1:Tab1>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 02.05.20).

28. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901859404>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

29. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200291>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

30. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98464/, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

31. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200313>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

32. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

33. Волков Н.В. Влияние компьютерной техники на окружающую среду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200080203>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

34. КоАП РФ Статья 8.2. Несоблюдение требований в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/5d94a3e5987f4b54531d0d8bad631b120c42b594/, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

35. Федеральный закон "О драгоценных металлах и драгоценных камнях" от 26.03.1998 N 41-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18254/, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

36. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

37. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-0-02-94>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

38. Техногенные чрезвычайные ситуации: причины и последствия: <https://stavto.ru/articles/tekhnogennye-chrezvychaynye-situatsii-prichiny-i-posledstviya/>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

39. Пожарная безопасность на предприятии <https://takir.ru/2018/08/16/pozharnaya-bezopasnost-na-predpriyatii/>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 07.05.20).

40. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200032102>, свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения 02.05.20).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Блок-схема оценивания показателей возможностей процесса

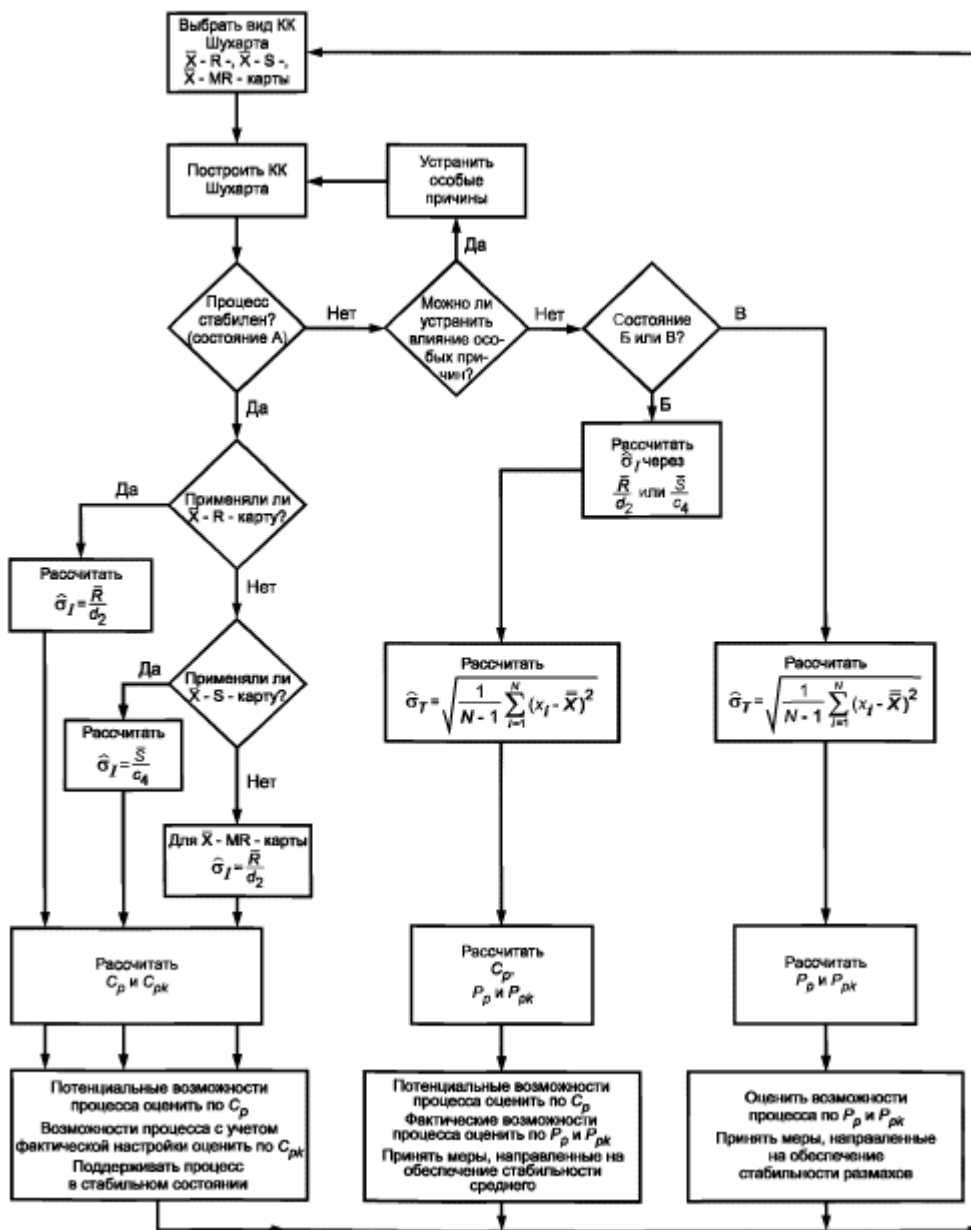


Рисунок А.1 – Блок схема [13]