

Школа: Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело (эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти)  
 Отделение школы (НОЦ): Нефтегазовое дело

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Прогнозирование режимов работы дожимной компрессорной станции на X нефтегазоконденсатном месторождении (ЯНАО)</b>

**УДК 622.279.51(571.16)**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б5В	Гулевич Артем Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Хомяков Иван Сергеевич	К.Х.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Вершкова Елена Михайловна			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

### Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
В соответствии с общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
P1	Приобретение профессиональной эрудиции и широкого кругозора в области гуманитарных и естественных наук и использование их в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-8) (ЕАС-4.2a) (АВЕТ-3А)
P2	Уметь анализировать экологические последствия профессиональной деятельности в совокупности с правовыми, социальными и культурными аспектами и обеспечивать соблюдение безопасных условий труда	Требования ФГОС ВО (ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-9) ПК-4, ПК-5, ПК-13, ПК-15.
P3	Уметь самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-7, ОК-8, ОК-9) (АВЕТ-3i), ПК1, ПК-23, ОПК-6, ПК-23
P4	Грамотно решать профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3e)
в области производственно-технологической деятельности		
P5	Управлять технологическими процессами, эксплуатировать и обслуживать оборудование нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15)
P6	внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ПК-12)
в области организационно-управленческой деятельности		
P7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, обеспечивать корпоративные интересы	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ОК-6, ПК-16, ПК-18) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d)
P8	Осуществлять маркетинговые исследования и участвовать в создании проектов, повышающих эффективность использования ресурсов	Требования ФГОС ВО (ПК-5, ПК-14, ПК17, ПК-19, ПК-22)

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
в области экспериментально-исследовательской деятельности		
Р9	Определять, систематизировать и получать необходимые данные для экспериментально-исследовательской деятельности в нефтегазовой отрасли	Требования ФГОС ВО (ПК-21, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26)
Р10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий	Требования ФГОС ВО (ПК-22, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26,) (АВЕТ-3b)
в области проектной деятельности		
Р11	Способность применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО (ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30) (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2е)

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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело (эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти)  
 Отделение школы (НОЦ): Нефтегазовое дело

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Максимова Ю.А.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б5В	Гулевичу Артему Андреевичу

Тема работы:

Прогнозирование режимов работы дожимной компрессорной станции на X нефтегазоконденсатном месторождении (ЯНАО)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 №59-122/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> <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 и т.д.),</i>	<i>Технологические регламенты, нормативно-правовые акты и документы различной юридической силы, научная литература, официальные статические и информационные материалы, различные исследовательские работы.</i>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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></p>	<p><i>Исследовать особенность эксплуатации технологических объектов дожимных компрессорных станций. Исследовать работу газоперекачивающих агрегатов, предназначенных для компримирования и транспорта газа. Анализировать режимы работы дожимной компрессорной станции с объемом газа собственной добычи месторождения и с подачей дополнительных объемов к газу собственной добычи.</i></p>
--	--

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
Консультант	Раздел
Вершкова Елена Михайловна, старший преподаватель	Геолого-физическая характеристика X НГКМ
Вершкова Елена Михайловна, старший преподаватель	Комплексная модель разработки X НГКМ
Вершкова Елена Михайловна, старший преподаватель	Прогнозирование режимов работы дожимной компрессорной станции X НГКМ
Рыжакина Татьяна Гавриловна, доцент, к.э.н.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Сечин Андрей Александрович, ассистент, к.т.н.	Социальная ответственность

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	02.03.2020
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Хомяков Иван Сергеевич	к.х.н.		02.03.2020
Старший преподаватель	Вершкова Елена Михайловна			02.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б5В	Гулевич Артем Андреевич		02.03.2020

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

Школа: Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность): 21.03.01 Нефтегазовое дело (эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти)  
 Отделение школы (НОЦ): Нефтегазовое дело  
 Период выполнения: весенний семестр 2019 /2020 учебного года  
 Форма представления работы:

<b>Бакалаврская работа</b>
----------------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.03.2020	Геолого-физическая характеристика X НГКМ	25
13.04.2020	Комплексная модель разработки X НГКМ	25
30.04.2020	Прогнозирование режимов работы дожимной компрессорной станции X НГКМ	30
11.05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	10
25.05.2020	Социальная ответственность.	10

**СОСТАВИЛ: Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Хомяков Иван Сергеевич	К.Х.Н.		02.03.2020

**Консультант**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Вершкова Елена Михайловна			02.03.2020

**СОГЛАСОВАНО: Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Максимова Юлия Анатольевна			02.03.2020

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВО - аппарат воздушного охлаждения;

АКЗ - аппаратура контроля загазов;

ГДХ - газодинамические характеристики;

ГКС - головная компрессорная станция ;

ГПА - газоперекачивающий агрегат;

ГТД - газотурбинный двигатель;

ДКС - дожимная компрессорная станция;

ЕСУНТ - единой системы управления нормирования труда;

ЕСУОТиПБ - единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью;

КИПиА - контрольно-измерительные приборы и автоматика;

КПД - коэффициент полезного действия;

КРС - капитальный ремонт скважин;

КС - компрессорная станция ;

КЦ - компрессорный цех;

ЛКС - линейная компрессорная станция;

МГ - магистральный газопровод;

МПП - модуль порошкового пожаротушения;

НГКМ - нефтегазоконденсатное месторождение;

НИР - научно-исследовательская работа;

НКТ - насосно-компрессорные трубы;

НТИ - национальная технологическая инициатива;

ОПО - опасный производственный объект;

ОПР - опытно-промышленная разработка;

ПД - пластовое давление;

ПНГ - попутный нефтяной газ;

ППУ - пожарное пусковое устройство;

ПФ - пенсионный фонд;

ПХГ - подземное хранилище газа;

СИ - международная система единиц;

СИЗ - средства индивидуальной защиты;

СПЧ - сменная проточная часть;

УКПГ - установка комплексной подготовки газа;

ЦБК - центробежный компрессор;

ЦБН - центробежный нагнетатель;

ЧС - чрезвычайная ситуация;

ЯНАО - Ямало-Ненецкий автономный округ.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 122 стр., 30 рис., 40 табл., 28 источников литературы.

**Ключевые слова:** Месторождение, попутный нефтяной газ, компрессор, сменная проточная часть, нагнетатель, газоперекачивающий агрегат.

**Цель работы:** Прогнозирование режимов работы дожимной компрессорной станции на X нефтегазоконденсатном месторождении.

**Результаты исследования:** Произведен расчетный анализ по определению возможности подачи объемов газа Z НГКМ на УКПГ X НГКМ, в ходе которого проведена оценка исходных данных, использованных при расчетах, и анализ самих расчётов.

**Область применения:** Газоперекачивающие станции.

**Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:** Обоснование выбора сменной проточной части для устойчивости режимов работы дожимной компрессорной станции при подаче дополнительных объемов газа.

**Экономическая эффективность:** Расчет экономических затрат на внедрение дополнительной ступени аппарата воздушного охлаждения.

Информационной базой для написания выпускной квалификационной работы послужила учебная и научная литература, нормативно-правовые акты различной юридической силы, официальные статические и информационные материалы различных министерств и ведомств.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	12
<b>1 ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА X НГКМ</b> .....	14
1.1 Характеристика X НГКМ .....	14
1.2 Литолого-стратиграфическое строение X НГКМ.....	16
1.3 Основные характеристики дожимной компрессорной станции.....	18
<b>2 АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ X НГКМ</b> .....	20
2.1 Комплексная модель разработки X НГКМ.....	20
2.2 Алгоритм моделирования режимов работы дожимных компрессорных станций .....	23
<b>3 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДОЖИМНОЙ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ X НГКМ (удалена)</b> .....	30
3.1 Расчет режимов работы ДКС с подачей объемов X НГКМ (удалена) .....	
3.2 Расчет режимов работы ДКС с подачей объемов X и Z НГКМ (удалена) .....	
3.3 Расчет оптимизационного варианта режимов работы дожимной компрессорной станции (удалена) .....	
3.4 Расчет режимов работы ДКС при пиковых нагрузках (удалена) .....	
3.5 Анализ результатов расчета режимов работы ДКС (удалена).....	
<b>4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b> .....	32
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	32
4.2 Анализ конкурентных технических решений .....	33
4.3 SWOT-анализ.....	35
4.4 Планирование научно-исследовательских работ .....	41
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	41
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	43
4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	44
4.5 Бюджет научно-технического исследования .....	47
4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ .....	47
4.5.2 Основная заработная плата исполнителей.....	50
4.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей.....	54
4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	55
4.5.5 Накладные расходы.....	56

4.5.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	56
4.6	Определение ресурсоэффективности проекта .....	57
<b>5</b>	<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b> .....	<b>62</b>
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	62
5.2	Производственная безопасность .....	63
5.2.1	Опасные факторы при работе на дожимной компрессорной станции:.....	65
5.2.2	Вредные факторы при работе на дожимной компрессорной станции: .....	67
5.3	Экологическая безопасность.....	69
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	73
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>81</b>
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	<b>83</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Z нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ), было открыто в 1962 году. Оно находится северо-восточнее на 500 км города С. Геологические подтвержденные запасы составляют 439 миллионов тонн нефти и 185 миллиардов кубометров газа. Месторождение относится к классу крупных.

Промышленное освоение Z НГКМ запланировано на 4 квартал 2020 года, пик добычи прогнозируется на 2021 год и составит 2 миллиона тонн нефти и порядка 6-ти миллиардов кубометров газа в год. Всего предусмотрено строительство 10-ти газовых и 132-ух нефтяных скважин.

На Z НГКМ осваиваются нефтяные оторочки – это тонкий слой нефти между газовой шапкой и водоносным слоем. На нефтяных оторочках встречается много попутного нефтяного газа (ПНГ).

Еще недавно основным способом борьбы с ПНГ, было его сжигание на факельных установках. По мнению экологов, в процессе сжигания ПНГ образуется большое количество углекислого газа, а так же выбросы сажи, частицы которой осаждаются на весоом расстоянии от факела. Все это наносит существенный вред экологии.

Сам по себе ПНГ это тот же природный газ, только доля  $\text{CH}_4$  (метан) в нем значительно меньше за счет большего количества различных примесей.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ №1148 от 8 ноября 2012г., ПНГ, получаемый в существенном количестве, в процессе добычи нефти необходимо использовать полезно. Один из способов полезного использования ПНГ, это процесс его компримирования (сжатия) для дальнейшей подачи вместе с технологическим газом.

Для транспортировки ПНГ и газа собственной добычи Z НГКМ будет проложен газопровод расстоянием в 50км до X НГКМ. Далее газ поступит в магистральный газопровод З. – Н.У., вместе с газом собственной добычи X НГКМ.

Дожимные компрессорные станции (ДКС), X НГКМ, рассчитывались на компримирование (сжатие) объемов газа собственной добычи. В перспективе компримирование объемов газа Z НГКМ, а так же попутного нефтяного газа (ПНГ), дополнительно к газу собственной добычи. Для этого необходимо всесторонне оценить возможность действующего оборудования.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрим возможность подачи газа Z НГКМ вместе с газом собственной добычи X НГКМ. Произведем расчет оптимизационного варианта режима работы ДКС, а так же произведем анализ режимов работы ДКС.

# 1 ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА X НГКМ

## 1.1 Характеристика X НГКМ

X нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ), является объектом добычи газа обеспечивающим колоссальный объем добычи (занимает пятое место по добыче газа в России).

Месторождение открыто в 1965 году, оно является одним из малых по площади (8745 га), но крупнейшим по объему запасов. Начальные геологические запасы составляют более 3.4 триллионов кубометров газа, 82 миллионов тонн газового конденсата и нефти. По запасам газа месторождение относится к категории уникальных.

X НГКМ расположено на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) в северо-западной части П.-Т. междуречья, южнее на 81 км от районного центра - поселка Т. и севернее на 222 км от города Н. У. Ближайший поселок – Са., находится в 63 км на западе.

Населенным пунктом является вахтовый поселок Нов., построенный с целью размещения рабочего персонала для разработки X НГКМ.

Территория П.-Т. междуречья представляет пологохолмистый рельеф, ее поверхность наклонена к долине реки Таз в северо-восточном направлении.

Озера занимают 62% площади водораздела, их размеры 5 км в поперечнике и глубина до 3- метров. Наличие слоя вечной мерзлоты способствует сильному заболачиванию почвы.

Реки (Юр., Малая Хэ., Большая Хэ.), несудоходны, с обрывистыми берегами и извилистыми руслами. Движение транспорта по водным переправам возможно в конце ноября. Освобождение рек ото льда происходит в конце к середине июня.

Среднегодовая температура минус 11<sup>0</sup>С. Устойчивые морозы продолжаются 211 дней. Самые холодные месяцы – декабрь, январь. Морозы достигают минус 45-55<sup>0</sup>С. Самый теплый месяц - август, его средняя

температура 15-20<sup>0</sup> С. Климат района резко континентальный. Зима продолжительная и суровая. Лето короткое и прохладное.

Количество атмосферных осадков 338 - 636 мм в год, в среднем составляют 464 мм. Население ханты, ненцы и русские. По плотности расположения населения - 1 человек приходится на 5,9 км<sup>2</sup>. Жители занимаются рыбным промыслом а так же оленеводством. Природно-климатические условия суровые, освоение данного района труднодоступное.

Промышленная эксплуатация Х НГКМ началась в 2001 году с разработки сеноманской залежи, тогда же была построена первая УКПГ-1С мощностью 35 миллиардов кубометров газа в год – установка получила статус крупнейшей в мире. В 2004 году, после ввода УКПГ-2С в 2002 году и УКПГ-3С в 2003 году, добыча газа составила 100 миллиардов кубометров газа в год. В 2011 и 2013 году были введены еще две УКПГ 2В и 1В для добычи газа с валанжинской залежи. Глубина скважин составила до 3км. Суммарная добыча всех установок комплексной подготовки газа (УКПГ) составила 130 миллиардов кубометров газа в год.

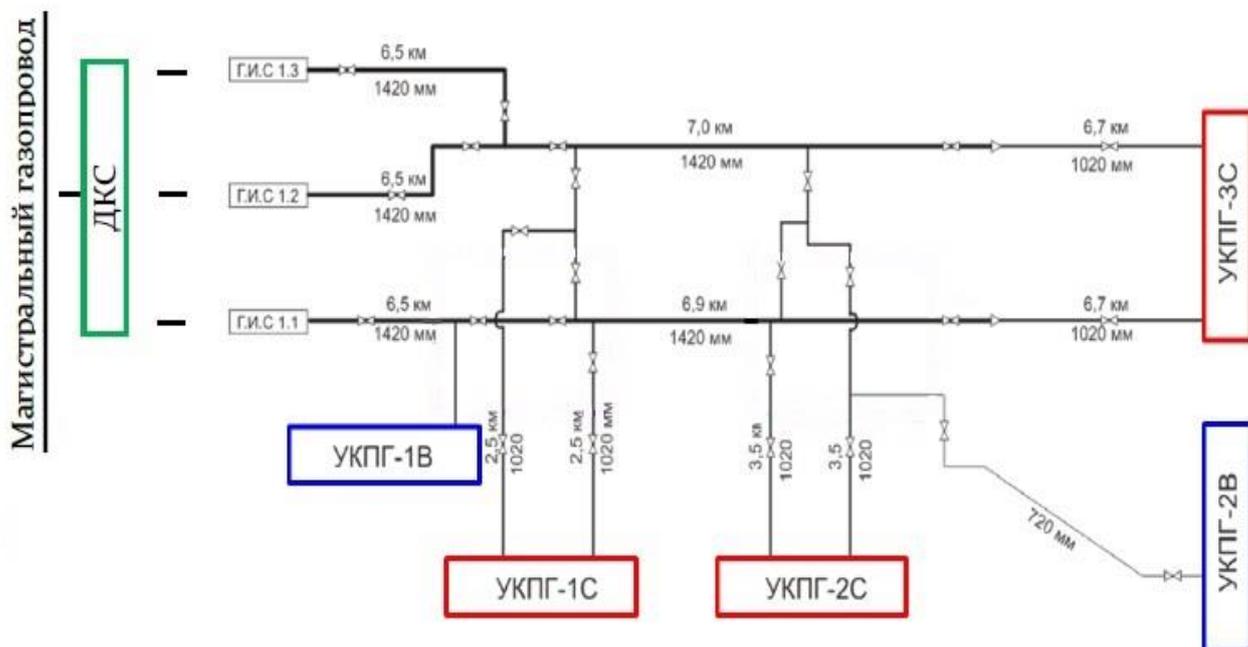


Рисунок 1.1 – Технологическая схема Х НГКМ

На сегодняшний день количество УКПГ на X НГКМ составляет 5 единиц, 3 единицы осуществляют добычу из сеноманской залежи, 2 единицы с валанжинской. Количество скважин 163, которые сгруппированы в 29 кустов. Расстояния между скважинами 1.5 – 2 км.

## **1.2 Литолого-стратиграфическое строение X НГКМ**

В строении месторождения отложения юрские, меловые, палеогеновые и четвертичные. Фундамент залегает по данным сейсмических исследований на глубине до 4,5 км. [1]

Месторождение находится в Т нефтегазоносном районе П.-Т. области. Выделено два комплекса резервуаров: верхний – газоносный, приурочен к верхнемеловым отложениям – покурской свите сеномана (пласты ПК) и нижний – нефтегазоконденсатный, приурочен к валанжинским отложениям (пласты БТ).

Сеноманская залежь относится к массивной и является водоплавающей. Газо-водяной контакт находится на отметке - 1315м рисунок 1.2. Дебиты газа при испытании газонасыщенных интервалов составили от 305 до 846 тыс. м<sup>3</sup>/сут. [2]

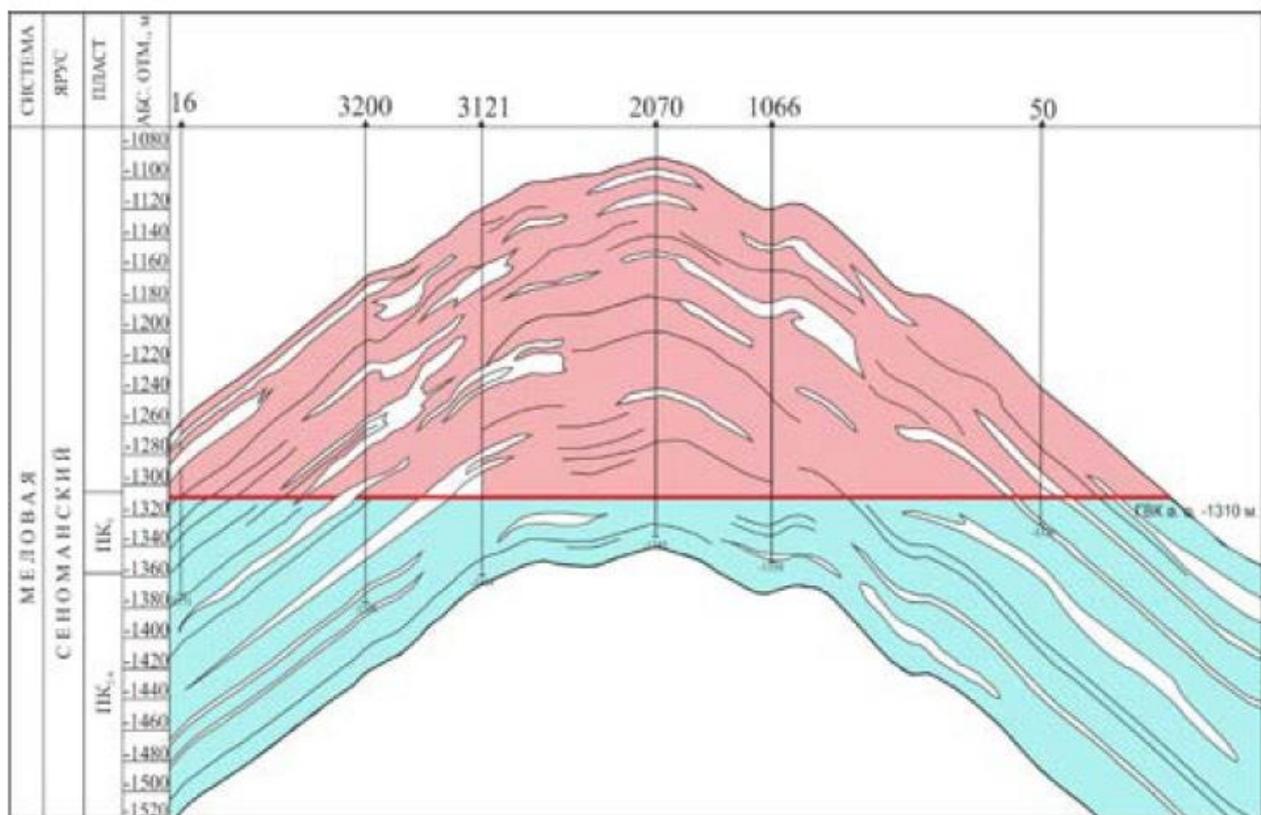


Рисунок 1.2 – Геологический разрез сеноманской залежи X НГKM по скважинам 16-3200-3121-2070-1066-50

Коллекторами сеноманской залежи являются песчаники и алевролиты слабосцементированные, покрышкой - морские глины кузнецовской свиты. По условиям образования и литологическим особенностям пласт ПК1 делится на пять песчаных пропластков, разделенных углистыми и глинистыми прослоями.

Породы нижней части пласта ПК1, песчаники крупно-среднезернистые с разнонаправленной косо́й, участками присутствует размытая слоистость. Породы верхней части пласта ПК1 представлены мелкозернистыми песчаниками и алевролитами.

Коллекторы из продуктивного пласта ПК1 характеризуются высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Средневзвешенная эффективная пористость газонасыщенных пород-коллекторов составляет 24,1-31,7 %, присутствует небольшая группа пород с карбонатным цементом, их пористость менее 20 %.

Газ сеноманской залежи имеет метановый состав, сухой, малая доля азота, содержание тяжелых углеводородов составляет 0,13 %. В малом количестве присутствуют следы бутана и инертные газы.

### **1.3 Основные характеристики дожимной компрессорной станции**

Компрессорная станция (КС) - это сложное инженерное сооружение, которое обеспечивает технологические процессы по транспорту и подготовке природного газа.

Развитие компрессорных станций (КС) началось в следствии не возможности транспортировки природного газа на большие расстояния только за счет пластового давления (ПД), так как в процессе разработки месторождения на всем протяжении процесса добычи углеводорода пластовое давление (ПД) постепенно снижается, что приводит к недостаточному давлению для подачи продукта (природного газа) в магистральный газопровод, а так же в связи с потерей давления на трение природного газа о стенки трубопровода.

На сегодняшний день, различают несколько видов (КС):

- Линейная компрессорная станция (ЛКС) – Устанавливается непосредственно на магистральном газопроводе обычно каждые 90-150км, ее назначение компенсировать потерю давления на предыдущем участке путем сжатия продукта (природного газа)
- Головная компрессорная станция (ГКС) – Устанавливается на месторождении для поддержания давления либо компримирования (сжатие) продукта до требуемых значений перед запуском в магистральный газопровод (МГ)
- Дожимная компрессорная станция (ДКС) – Устанавливается вблизи с подземным хранилищем газа (ПХГ) для подачи продукта под необходимым давлением от магистрального газопровода (МГ) в подземное хранилище газа (ПХГ), либо наоборот отбор продукта из ПХГ в МГ. Также Дожимная

компрессорная станция (ДКС) при установке на месторождении может выполнять роль Головной компрессорной станции (ГКС).

С падением пластового давления в сеноманской залежи, в 2017 году введена первая дожимная компрессорная станция (ДКС) для УКПГ-3С, в 2018 году введена вторая ДКС для УКПГ-2С, в 4 квартале 2020 года планируется ввод еще одной ДКС для УКПГ-1С. Всего на X НГКМ будет 3 ДКС.

Дожимная компрессорная станция X НГКМ введена в эксплуатацию в 2017 году для УКПГ-3С, ее работу обеспечивают 6 центробежных компрессоров ЦБК 425/76 с применением системы магнитных подвесов «S2M» и сухих газодинамических уплотнений в конструкции сменной проточной части (СПЧ). Данное решение позволяет исключить механическое трение ротора, в следствии чего, повышается надежность в эксплуатации агрегата. Привод ДКС газотурбинный ПС-90ГП-2. Оборудование эксплуатируется в составе газоперекачивающих агрегатов (ГПА) мощность 16МВт каждый. ЦБК имеет параметры: производительность 355 кубометров газа в минуту; давление газа на выходе 6,38МПа; степень сжатия 1,7; политропный КПД 0,855; частота вращения ротора – 5300 об./мин. Суммарная мощность ДКС 96МВт.

## 2 АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ X НГКМ

### 2.1 Комплексная модель разработки X НГКМ

Комплексная геолого-технологическая модель X НГКМ включает сеноманскую и валанжинскую залежь, модели сеноманских и валанжинских скважин, единую модель системы сбора для двух пластов. Так же, в комплексную модель включены модели трех газовых промыслов, модели сепарационных установок, модели ДКС с учетом фактического и прогнозного оснащения, модели цехов осушки газа. Стоит отметить, что комплексная постоянно действующая геолого-технологическая модель X НГКМ включает в себя центральную дожимную компрессорную станцию, модель межпромыслового газопровода и модель трубопровода для подключения к магистральной точке.

На рисунке 2.1 приведено наглядное представление результата объединения сеноманской и валанжинской залежей в единую модель.

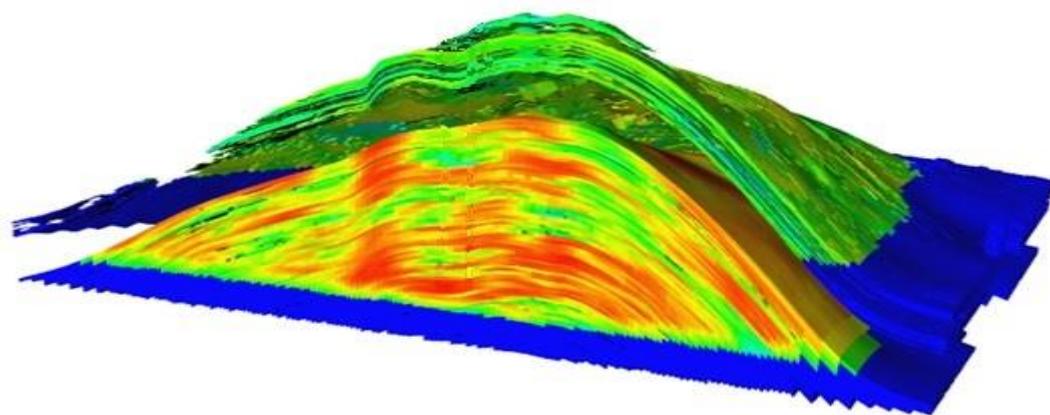


Рисунок 2.1 – Наглядное представление результата объединения сеноманской и валанжинской залежей в единую модель

Комплексная модель обеспечивает процесс разработки месторождения с учетом экономических показателей, неразрывности и взаимовлияния элементов добывающей системы.

Модель позволяет с высокой точностью рассчитать:

- гидравлическую реакцию на разрабатываемый пласт со стороны сети;
- влияние ограничений подготовки на работу пласта;
- взаимодействие нескольких месторождений, работающих в единую сеть сбора;
- совместную эксплуатацию пластов с разными PVT свойствами добываемых флюидов (к примеру: нефтегазоконденсатное месторождение с нефтяной оторочкой);
- влияние ограничений нагнетательных систем, накладываемых на работу месторождения (перераспределение закачки между пластами).

Комплексный подход позволяет найти проблемные участки в добывающей системе, а так же организовать непрерывный цикл управления участком.

Ключевыми задачами моделирования, являются оценка взаимовлияния пласта, оборудования, сложных многопластовых и наземных систем.

При комплексном моделировании есть возможность связать модель пласта с моделью сбора на забое, что позволяет находить точное решение для потока в насосно-компрессорные трубы (НКТ), моделировать внутрискважинное оборудование. Расчеты ведутся в рамках гидродинамического симулятора с применением простой двухходовой балансировки: от терминального узла к скважинам – расчет давлений; от скважин к терминальному узлу – расчет потоков.

Контроль ограничений работы наземного оборудования и скважин является основным инструментом в комплексной модели, который применяется в регулировании добычи. К ограничениям скважин могут относиться максимальные и минимальные значения: депрессий на забое; скорости потока флюида по стволу скважины; величина дебита; обводненность; водогазовый

фактор и другие соотношения добываемых фаз. Ограничения работы наземного оборудования и сети сбора включают минимальные и максимальные значения: давления в узлах сети; скорости потока флюида на участках сбора; в пунктах подготовки продукции и компримирования; характеристики компрессоров по мощностям; соотношения расхода и давления, а также значение давления на терминале.

Корректное определение ограничений позволяет получить прогнозные технологические показатели, согласованные с реальными техническими, технологическими и экономическими показателями работы месторождения, а так же оптимизировать весь процесс разработки, сведя к минимуму различного рода технологические потери в работе наземной сети и пласта.

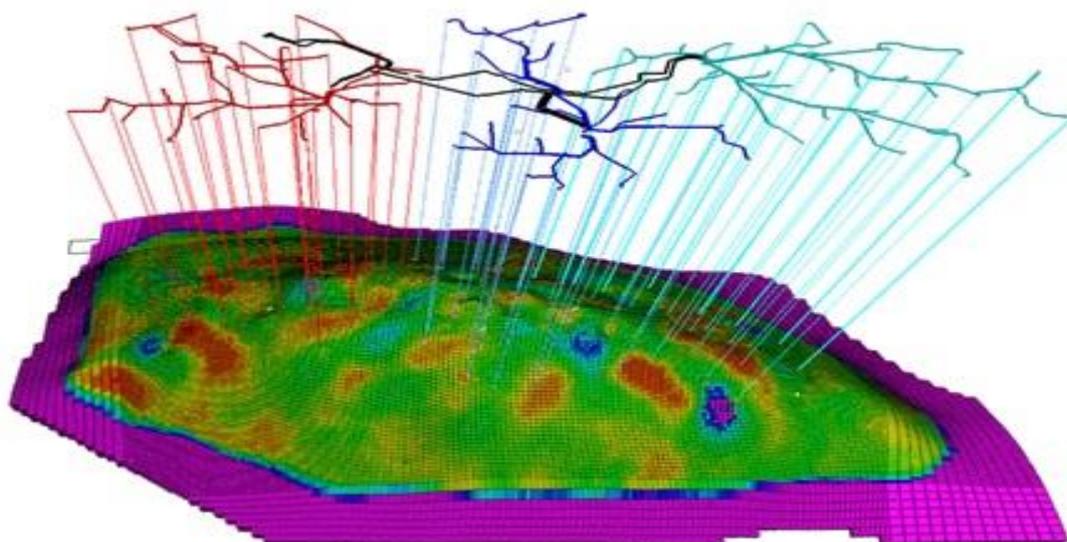


Рисунок 2.2 – Наглядное представление комплексной геолого-технологической модели X НГКМ

При выполнении прогнозных расчетов были рассмотрены технологические решения по разработке сеноманской и валанжинской залежей. Данные решения учитывают раннюю историю, динамику годовых отборов и модель фильтрационных процессов, как в окружающем водоносном бассейне так и в газовой залежи. В газонасыщенной части динамика процессов определяется сложившимся темпом отборов, процессом между зонами размещения эксплуатационных скважин и частями залежи.

## 2.2 Алгоритм моделирования режимов работы дожимных компрессорных станций

В начале разработки месторождения применяют бескомпрессорную добычу газа. В процессе отбора давление в пласте снижается и возникает необходимость в компрессорной установке. В связи с этим требуется включить в добычу звено – ДКС. В состав ДКС входят газоперекачивающие агрегаты (ГПА) со сменными проточными частями (СПЧ) [3]. Режимы работы зависят от характеристик газа, которые определяются в зависимости от выходных параметров и скважин. Также возникает необходимость в разработке алгоритмов и создание программного комплекса для экспериментов с помощью модели многоступенчатой ДКС с учетом работы нагнетателей.

Газодинамические характеристики являются основными показателями, определяющими эффективность работы нагнетателя, в зависимости от режима работы. Частота вращения и производительность нагнетателя используется в качестве режима работы. Политропный КПД используется в качестве экономичности нагнетателя ГПА. Использование политропного КПД в место адиабатного позволяет получить достоверные результаты [4]. Важными параметрами работы нагнетателя, являются внутренняя мощность нагнетателя и отношение давлений  $\pi$ . Расчет энергоэффективности выполняется в соответствии с СТО 2-3.5-113-2007 [5].

Внутренняя мощность нагнетателя это зависимость объемного расхода и частоты вращения. Имеет вид: (2.1):

$$\pi, \eta_p, N = f(n, V), \quad (2.1)$$

Где:	$\pi$	степень сжатия	д.ед.
	$N$	внутренняя мощность	Вт
	$\eta_p$	политропный КПД	д.ед.
	$V$	объемный расход	м <sup>3</sup> /сут
	$n$	частота оборотов рабочего колеса	мин <sup>-1</sup>

Формула (2.1) является газодинамической характеристикой нагнетателя. Каждая ступень нагнетателя моделируются именно на этой зависимости.

Внутренняя мощность вычисляется согласно ПР 51-31323949-43-99[6].  
Имеет вид: (2.2)

$$N = \frac{k}{k-1} z_{cp} R (T_{2H} - T_{1H}) G_H = 4 \frac{k}{k-1} z_{cp} R (T_{2H} - T_{1H}) q_H, \quad (2.2)$$

Где:	$G_H$	массовая производительность ЦБН	кг/с
	$z_{cp}$	среднее значение коэффициента сжимаемости природного газа	-
	$\frac{k}{k-1}$	показатель псевдоизоэнтропы	-
	$R$	газовая постоянная	Дж/(моль · К)
	$q_H$	коммерческая производительность ЦБН	млн м <sup>3</sup> /сут
	$T_{1H}, T_{2H}$	температура газа на входе и выходе нагнетателя	К

Со временем при эксплуатации ДКС, условия работы изменяются в больших пределах. Поэтому, для оценки характеристик нагнетателя нужно много размерных характеристик, чтобы этого избежать, применяют универсальные характеристики (рисунок 2.3).

Газодинамические характеристики компрессора НЦ-16/56-1,45,  
расчётные величины:  $k = 1.312$ ,  $Z = 0.925$ ,  $R = 507.9$  Дж/(кг·К),  $T_n = 288$ К,  $n_{ном} = 5300$  об/мин

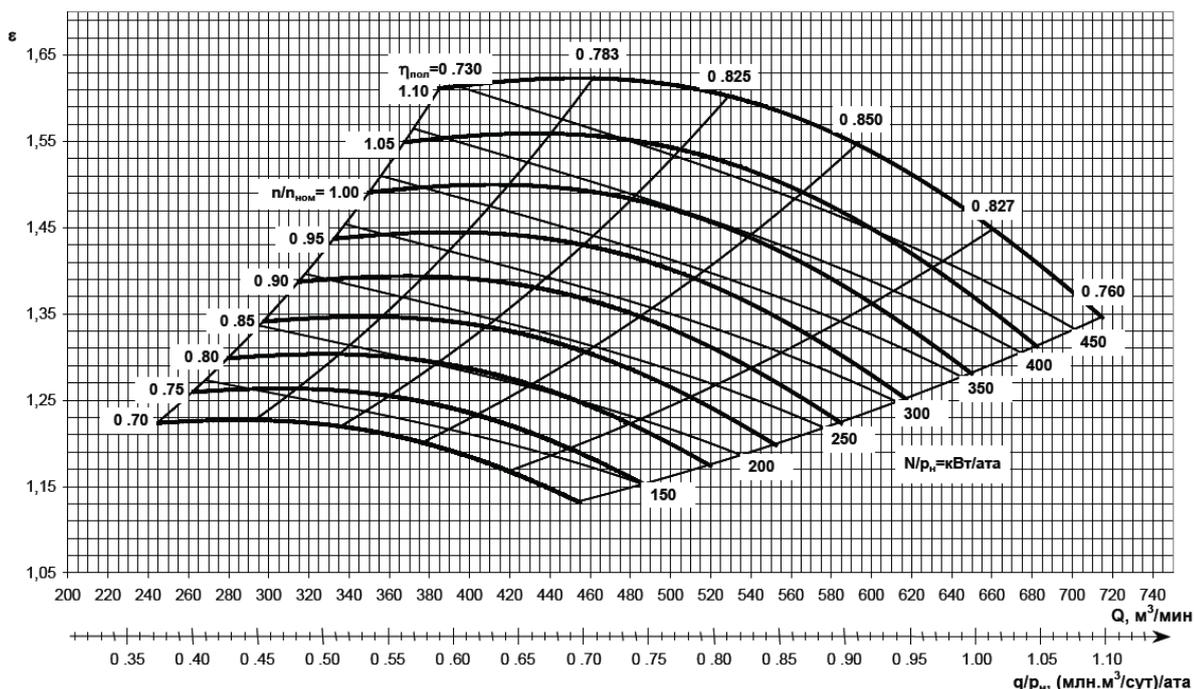


Рисунок 2.3 – Степень сжатия расхода ЦБН и приведенный  
политропный КПД

Газодинамические характеристики при испытаниях ГПА с постоянными значениями  $T_k$ ,  $p_k$  и  $\pi$  нельзя снять и получить экспериментальную зависимость типа (2.1) в диапазоне изменения частот. В связи с этим моментом и высокой стоимости испытаний, что бы повысить достоверность результатов используется аппарат теории. Из теории, на процесс сжатия и потребляемую нагнетателем мощность  $N$ , Вт, влияют факторы: свойства газа (плотность  $\rho_n$ , вязкость  $\mu$ , показатель адиабаты  $K$ , газовая постоянная  $R$ ), геометрия частоты вращения и проточной части. Эта зависимость имеет вид: (2.3)

$$\pi, \eta, N = f(D, n, V, R, \rho, K, \mu) \quad (2.3)$$

Где:	$D$	диаметр рабочего колеса	м
	$n$	частота вращения рабочего колеса	мин <sup>-1</sup>
	$V$	объемный расход	м <sup>3</sup> /сут
	$\rho$	плотность	кг/м <sup>3</sup>
	$R$	газовая постоянная	Дж/(моль · К)

	$\mu$	вязкость	Па·с
	$\pi$	степень сжатия	д. ед
	$\eta$	политропный КПД	д. ед

При использовании теоремы размерностей, данное уравнение можно преобразовать, оно будет иметь вид: (2.4)

$$\pi, \eta, N = f(\Phi, M, Re, K) \quad (2.4)$$

Где:	$M$	условное число Маха	д. ед
	$\Phi$	коэффициент расхода	д. ед
	$K$	показатель адиабаты	д. ед
	$Re$	условное число Рейнольдса	д. ед

При работе нагнетателя в изменении  $n$ ,  $R$ ,  $V$ ,  $\rho$ , указанные критерии неизменны, процесс сжатия в нагнетателе при этих режимах будет такой же, причем не изменится не только степень сжатия, мощность и КПД, но и такие соотношения как: отношения давлений и температур, коэффициенты напора. На основе безразмерных критериев получена зависимость испытаний при разных режимах для коэффициента напора и политропного КПД в виде коэффициента расхода (2.5)

$$\eta_{\pi}, \psi_{\pi} = f(\Phi), \quad (2.5)$$

Где:	$\Phi$	коэффициент расхода	-
	$\psi_{\pi}$	коэффициент напора	-
	$\eta_{\pi}$	политропный КПД	%

Температурный показатель политропы, находится по формуле: (2.6)

$$m_T = \frac{\lg \frac{T_{2H}}{T_{1H}}}{\lg \frac{P_{2H}}{P_{1H}}} \quad (2.6)$$

Где:	$P_{1H}, P_{2H}$	давление газа на входе и выходе нагнетателя	атм
	$T_{1H}, T_{2H}$	температура газа на входе и выходе нагнетателя	К

Политропный КПД ЦБН (2.7) также может быть вычислен согласно методическим указаниям ПР 51-31323949-43-99 [6]:

$$\eta_{\Pi} = \frac{k-1}{k} \cdot \frac{1}{m_T}, \quad (2.7)$$

Для большинства газов при давлении до 1-2 МПа применяется уравнение Менделеева-Клапейрона, их считают идеальными (2.8).

$$\frac{p}{\rho} = RT \quad (2.8)$$

Где:	$p$	давление	Па
	$\rho$	плотность газа	кг/м <sup>3</sup>
	$T$	температура газа	К
	$R$	газовая постоянная	Дж/(моль · К)

Газы считают реальными при большом давлении, их отклонения от уравнений состояния применяют специальными функциями сжимаемости  $Z$  ( $P$ ,  $T$ ). Определяем работу сжатия по уравнению состояния газовой смеси (2.9)

$$H_{\Pi} = \frac{k}{k-1} Z_{\Pi} T_{\Pi} R \left( \pi^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right), \quad (2.9)$$

Где:	$T$	температура	К
	$H_{\Pi}$	работа сжатия	Дж
	$Z$	коэффициент сверхсжимаемости	д.ед
	$k$	показатель политропы	д.ед
	$R$	газовая постоянная	Дж/(моль · К)
	$\pi$	степень сжатия	д. ед

По вычисленным значениям окружной скорости и работы сжатия определяется коэффициент политропного напора  $\psi_{\Pi}$  (2.10)

$$\psi_{\Pi} = \frac{H_{\Pi}}{u^2}, \quad (2.10)$$

Где:	$H_{\Pi}$	работа сжатия	Дж
	$u$	окружная скорость рабочего колеса	м/с

Условный коэффициент расхода (2.11) рассчитывается по условиям всасывания и измеренной производительности

$$\Phi = \frac{4V_{\text{вх}}}{\pi D^2 u}, \quad (2.11)$$

Где:	$V_{\text{вх}}$	объемный расход	$\text{м}^3/\text{с}$
	$u$	окружная скорость рабочего колеса	$\text{м}/\text{с}$
	$D$	диаметр рабочего колеса	$\text{м}$

Уравнение окружной скорости будет иметь вид: (2.12)

$$u = \frac{\pi D n}{60} \quad (2.12)$$

Где:	$D$	диаметр рабочего колеса	$\text{м}$
	$n$	частота вращения рабочего колеса	$\text{мин}^{-1}$
	$u$	окружная скорость рабочего колеса	$\text{м}/\text{с}$

По полученным экспериментальным значениям политропного КПД (2.7) и коэффициента напора, строится графическая зависимость – безразмерная характеристика нагнетателя (рисунок 2.4), которая аппроксимируется методом наименьших квадратов полиномом  $n$ -степени. Кривую аппроксимации нужно ограничить линией режима помпажа (при небольших объемных расходах) и линией при вводе в турбулентный режим (потому что при больших объемных расходах в лопатках колеса начинаются завихрения).

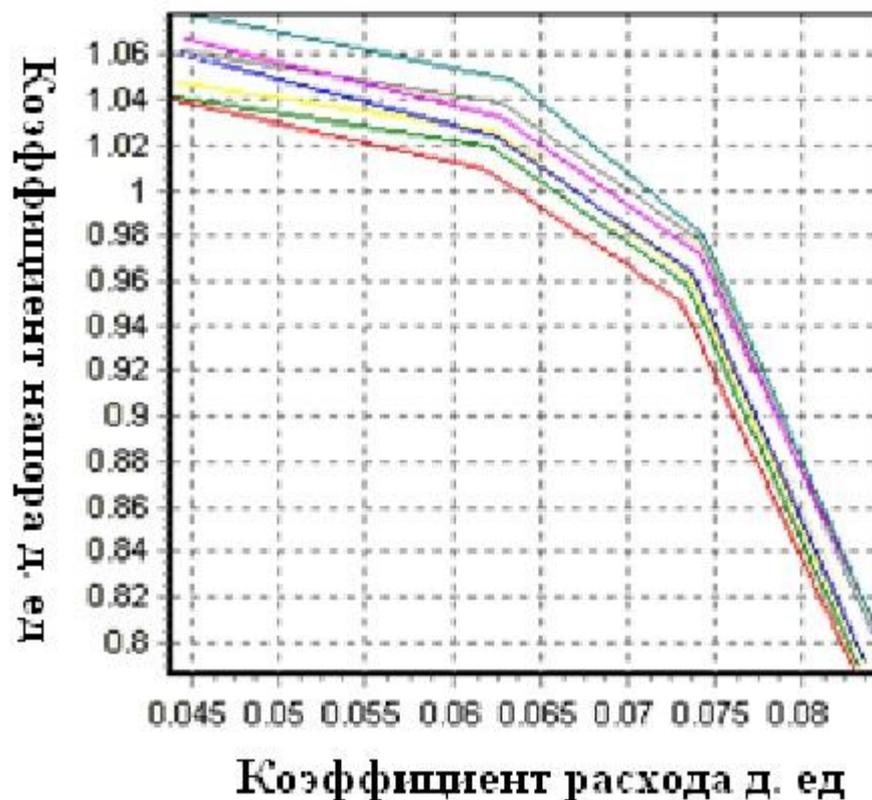


Рисунок 2.4 – Пример безразмерных характеристик нагнетателя

Построение зависимости позволяет увидеть степень разброса экспериментальных значений, найти «выпавшие» точки. Полученная экспериментальная безразмерная характеристика нагнетателя в дальнейшем используется что бы определить приведенные характеристики нагнетателя при разных условиях его работы.

Расчет приведенных характеристик производится следующим образом. По характеристике (безразмерной) определяется ряд значений  $\eta$ ,  $\psi$ . Для частот вращения определяются соответствующие окружные скорости. Значения степени сжатия  $\pi$  для окружной скорости определяются на основании расчета сжатия. В каждой из принятых точек  $\Phi$  диапазона, рассчитываем работу сжатия по уравнению (2.9). По полученным значениям сжатия нужно пересчитать значения степени сжатия при данных значениях коэффициентов расхода, а производительность определяется из соотношения (2.11).

### **3 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДОЖИМНОЙ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИЙ X НГКМ**

Глава №3 удалена (содержит коммерческую тайну)

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Б5В	Гулевичу Артему Андреевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	Нефтегазовое дело
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

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

<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>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

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

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>4.1 Потенциальные потребители результатов исследования. 4.3 SWOT-анализ.</i>
<i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	<i>4.2 Анализ конкурентных технических решений.</i>
<i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>4.4 Планирование научно-исследовательской работы. 4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования. 4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ. 4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования. 4.5 Бюджет научно-технического исследования. 4.5.1 Расчет материальных затрат НИИ. 4.5.2 Основная заработная плата исполнителей. 4.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей. 4.5.4 Отчисления во внебюджетные формы. 4.5.5 Накладные расходы. 4.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.</i>
<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Определение оценки ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>

<i>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</i>	02.03.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		02.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Б5В	Гулевич Артем Андреевич		02.03.2020

## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

В данной выпускной квалификационной работе было установлено, что для подачи газа Т. нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) на дожимную компрессорную станцию (ДКС) X НГКМ с целью его компримирования и дальнейшей подачи в магистральный газопровод, потребуется усовершенствование ДКС путем ввода дополнительных четырех газоперекачивающих агрегатов (ГПА) с сменными проточными частями (СПЧ) 45-1,7 а так же строительство дополнительной ступени аппарата воздушного охлаждения (АВО).

В этом разделе произведем расчет ресурсоэффективности и ресурсосбережения дополнительной ступени АВО.

Расчет ресурсоэффективности и ресурсосбережения был произведен по учебно-методическому пособию.

### **4.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Потребитель ООО «Г. д. Я.» объект X НГКМ, также произведем анализ иных потребителей.

Для анализа потребителей нужно рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Продукт: аппарат воздушного охлаждения.

Целевой рынок: предприятия нефтегазоперерабатывающей отрасли промышленности.

Таблица 4.1 – Сегментирование рынка услуг по подбору вспомогательного оборудования

		Вид исследования вспомогательного оборудования		
		Расчет и подбор аппарата воздушного охлаждения	3D модель и анализ работы аппарата воздушного охлаждения	Конструирование аппарата воздушного охлаждения
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

В различных исследованиях по подбору и расчету аппаратов воздушного охлаждения, нуждаются в основном крупные компании, так как без этого оборудования невозможна работа дожимной компрессорной установки. Также существуют различные критерии, которые влияют на расчёт данного типа оборудования, например, климатические условия.

#### 4.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентоспособных технических решений позволяет определить направления для будущего и провести оценку сравнительной эффективности научной разработки.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>Ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>Ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Срок службы	0,1	3	2	2	0,3	0,2	0,2
Продолжение таблицы 4.2							
2. Ремонтпригодность	0,13	2	2	3	0,27	0,26	0,4
3. Надежность	0,1	4	5	3	0,4	0,4	0,4
4. Простота ремонта	0,12	2	4	2	0,34	0,47	0,24
5. Удобство в эксплуатации	0,11	3	3	2	0,25	0,31	0,43
6. Уровень шума	0,08	3	4	4	0,31	0,32	0,16
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	2	4	3	0,06	0,13	0,08
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	3	4	2	0,24	0,31	0,15
3. Цена	0,07	4	3	3	0,4	0,3	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	2	4	4	0,13	0,28	0,28
5. Послепродажное обслуживание	0,02	4	4	3	0,25	0,26	0,18
6. Наличие финансирования	0,06	4	2	3	0,08	0,04	0,06
Итого	1	39	38	34	2,95	3,2	3

Б<sub>Ф</sub> - Применение аппарата воздушного охлаждения с горизонтальным расположением теплообменника;

Б<sub>к1</sub> - Применение аппарата воздушного охлаждения с вертикальным расположением теплообменника;

Б<sub>к2</sub> - Применение другого вида аппарата воздушного охлаждения.

По таблице 4.2 видно, что наиболее эффективно использовать аппарат воздушного охлаждения с горизонтальным расположением теплообменника, так же он является наиболее конкурентоспособным к другим видам и обладает рядом преимуществ, главным из которых является то, что он способен выдавать большой коэффициент полезного действия (КПД), при этом имея малые габаритные размеры, что важно на рынке.

### 4.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

Таблица 4.3 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования; С2. Повышение степени охлаждения газа; С3. Сокращение расходов на электроэнергию; С4.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов; Сл2. Допущения, производимые при расчетах; Сл3. Высокая
--	---	--

	Отсутствие необходимости закупки материалов и комплектующих; С5. Квалифицированный персонал.	стоимость модернизации; Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с результатами исследования; Сл5. Сложность модернизации;
<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Повышение качества компримированного газа за счет большей степени охлаждения. В3. Сотрудничество с предприятием, эксплуатирующим исследуемый аппарат воздушного охлаждения 2АВО - 100; В4. Получение гранта для дальнейших исследований; В5. Повышение стоимости конкурентных исследований.</p>		
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на результаты исследования; У2. Развитая конкуренция технологий; У3. Снижение бюджета на исследование; У4.</p>		

Недостаточная точность расчетов, обусловленная упрощениями при их проведении;		
---	--	--

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблицах 4.4, 4.5, 4.6, 4.7.

Таблица 4.4 Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	-	+
	B2	0	+	-	-	-
	B3	-	-	-	+	+
	B4	+	-	-	-	+
	B5	-	0	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C1C5, B2C2, B3C5, B4C1C5.

Таблица 4.5 Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	-	-	-	-
	B3	+	0	+	-	-
	B4	-	-	+	-	-

	B5	-	-	+	-	+
--	----	---	---	---	---	---

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: В3Сл1Сл3, В4Сл3, В5Сл3Сл5.

Таблица 4.6 Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	-	+	+	-	0
	У3	-	+	-	-	-
	У4	-	+	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2С2С3, У3С2, У4С2.

Таблица 4.7 Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	0	+
	У2	-	+	+	-	+
	У3	+	+	-	-	-
	У4	+	+	-	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1Сл1Сл2Сл3Сл5, У2Сл2Сл3Сл5, У3Сл1Сл2, У4Сл1Сл2Сл5.

Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа.

Таблица 4.8 SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования; С2. Повышение степени охлаждения газа; С3. Сокращение расходов на электроэнергию; С4. Отсутствие необходимости закупки материалов и комплектующих; С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов; Сл2. Допущения, производимые при расчетах; Сл3. Высокая стоимость модернизации; Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с результатами исследования; Сл5. сложность модернизации</p>
<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ; В2. Повышение качества компримированного газа за счет большей степени охлаждения. В3 Сотрудничество с предприятием, эксплуатирующим исследуемый аппарат воздушного охлаждения 2АВО - 100; В4. Получение гранта для дальнейших исследований; В5.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»: В1С1С5 – использование инновационной инфраструктуры ТПУ для проведения научного исследования предполагает возможности для реализации бюджетного финансирования с вовлечением квалифицированного персонала; В2С2 -</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»: В3Сл1Сл3 – предприятие-изготовитель, возможно, не будет заинтересовано в сотрудничестве по поиску решений, не имеющих возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов и при этом могут быть не готовы к крупным</p>

<p>Повышение стоимости конкурентных исследований.</p>	<p>Повышение степени охлаждения газа подразумевает улучшение эксплуатационных свойств и качества компримированного газа. В3С5 - Сотрудничество с предприятием, эксплуатирующим аппарат воздушного охлаждения, подразумевает обслуживание данного аппарата квалифицированным персоналом. В4С1С5 – Наличие бюджетного финансирования, как и высокая квалификация персонала, увеличивает возможности получения гранта;</p>	<p>капиталовложениям ; В4Сл3 – без получения гранта на дальнейшие исследования ввиду высокой стоимости модернизации технического процесса дальнейшие исследования становятся крайне затруднительными. В5Сл3Сл5 – так как модернизация данного технического процесса сложна и крайне затратная, то ценообразование на конкурентные исследования могут варьироваться в широких пределах.</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на результаты исследования; У2. Развитая конкуренция технологий; У3. Снижение бюджета на исследование; У4. Недостаточная точность расчетов, обусловленная упрощениями при их проведении;</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: У2С2С3 – конкурентные исследования могут обладать более точными данными о температуре газа при завершении процесса охлаждения и энергосбережению технологии; У3С2 – при недостатке финансирования, получить необходимую</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: У1Сл1Сл2Сл3 - отсутствие спроса на результаты исследования может быть обусловлено влиянием на точность расчетов упрощений и допущений, а также крупные капиталовложения и отсутствие возможности проверки результатов</p>

	<p>степень охлаждения газа не представляется возможным. У4С2 – при проведении расчета степени охлаждения газа производились допущения и упрощения, что снижает точность расчетов.</p>	<p>исследования с помощью практических опытов, а также сложность модернизации технологии. У2Сл2Сл3Сл5 – конкурентные исследования могут быть проведены с более высокой точностью и более глубоким анализом, также потребитель привык доверять уже известным предприятиям занимающимся данной деятельностью; У3Сл1Сл2 – снижение бюджета может быть обусловлено недостаточностью анализа проблемы; У4Сл1Сл2Сл5 - недостаточная точность расчетов может быть обусловлена влиянием на точность расчетов упрощений и допущений, а также сложностью модернизации системы.</p>
--	---	--

#### **4.4 Планирование научно-исследовательских работ**

##### **4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 4.9.

Таблица 4.9 Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Дипломник
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, дипломник
Теоретические и расчетные исследования	5	Поиск необходимых технических решений для усовершенствования системы охлаждения	Дипломник
	6	Проведение расчетов по подбору и расчетов эксплуатационных характеристик аппарата воздушного охлаждения	Дипломник

Продолжение таблицы 4.9			
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, дипломник
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, дипломник

#### 4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула 4.1:

$$t_{ожj} = \frac{3t_{minj} + 2t_{maxj}}{5}, \quad (4.1)$$

Где:	$t_{ожj}$	ожидаемая трудоемкость выполнения $i$ -ой работы	чел.- дн.
	$t_{minj}$	минимально возможная трудоемкость выполнения заданной $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств)	чел.- дн.
	$t_{maxj}$	максимально возможная трудоемкость выполнения заданной $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств)	чел.- дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pj}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pj} = \frac{t_{ожj}}{Ч_j} \quad (4.2)$$

Где:	$T_{pj}$	продолжительность одной работы	раб.дн.
	$t_{ожj}$	ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы	чел.-дн.
	$Ч_j$	численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе	чел.

#### 4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой 4.3:

$$T_{kj} = T_{pj} * k_{кал} \quad (4.3)$$

Где:	$T_{kj}$	продолжительность выполнения i-й работы в календарных днях
------	----------	--

	$T_{pj}$	продолжительность выполнения $i$ -й работы в рабочих днях
	$k_{\text{кал}}$	коэффициент календарности

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле 4.4:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (4.4)$$

Где:	$T_{\text{кал}}$	365 – количество календарных дней в году
	$T_{\text{вых}}$	104 – количество выходных дней в году
	$T_{\text{пр}}$	14 – количество праздничных дней в году

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{kj}$  округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сводим в таблицу (табл. 4.10).

Таблица 4.10 Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнитель и	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pj}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , чел-дн.	$t_{\text{max}}$ , чел-дн.	$T_{\text{ож}}$ , чел-дн.			
Составление и утверждение технического задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3
Выбор направления исследования	6	10	7,6	Руководитель	8	12
Подбор и изучение литературы по теме	7	14	9,8	Дипломник	10	15

Продолжение таблицы 4.10						
Календарное планирование работ по теме	1	2	2	Руководитель, дипломник	1	2
Поиск необходимых технических решений для усовершенствования системы охлаждения	15	20	17	Дипломник	17	25
Проведение расчетов по подбору и расчетов эксплуатационных характеристик аппарата воздушного охлаждения	5	10	7	Дипломник	7	10
Оценка результатов исследования	2	5	3,2	Руководитель, дипломник.	3	4
Составление пояснительной записки	5	10	7	Руководитель, дипломник.	7	10

На основе таблицы 4.10 строим план-график

Таблица 4.11 Календарный план-график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнитель	Т <sub>кп</sub> , кал.дн	Продолжительность выполнения работ												
				Фев.		Март			Апрель			Май				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	3	4		
1	Составление ТЗ	Руков.	3	■												
2	Выбор направления	Руков.	12	■	■	■										
3	Изучение литературы	Дипл.	15			□	□	□								
4	Планирование работ	Руков. дипл.	2					□								
5	Поиск технических решений	Дипл.	25					□	□	□						
6	Проведение расчетов	Дипл.	10									□				
7	Оценка результатов	Руков. дипл.	4											□		
8	Пояснительная записка	Руков. дипл.	10											■	■	■

■ Руководитель      □ Дипломник

#### 4.5 Бюджет научно-технического исследования

##### 4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо выше указанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле 4.5:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{j=1}^m C_j * N_{расхj} \quad (4.5)$$

Где:	m	количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;	-
	$N_{расхj}$	количество материальных ресурсов j-го вида, планируемых к использованию	шт., кг, м, м <sup>2</sup> и т.д.

		при выполнении научного исследования	
	$C_j$	цена приобретения единицы $j$ -го вида потребляемых материальных ресурсов	руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м <sup>2</sup> и т.д
	$k_T$	коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы	-

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 4.12.

Таблица 4.12 Материальные затраты и затраты на оборудование

Наименование	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы $Z_{м.}$ , руб.
Аппарат воздушного охлаждения	Шт.	9	750000	6750000
Шаровый кран	Шт.	12	25000	300000
Газовые трубы	Т.	100	30000	3000000
Прочие затраты	-	-	-	6500000
Итого 1 ИСП.				16550000
Итого 2 ИСП.				16650000
Итого 3 ИСП.				16700000

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

Под возвратными отходами производства понимаются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, теплоносителей и других видов материальных ресурсов, образовавшиеся в процессе производства научно-технической продукции, утратившие полностью или частично потребительские качества исходного ресурса (химические или физические свойства) и в силу этого используемые с повышенными затратами (понижением выхода продукции) или вовсе не используемые по прямому назначению.

#### 4.5.2 Основная заработная плата исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 4.13.

Таблица 4.13 Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Зарботная плата, приходящая на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу(окладам), тыс. руб.			
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	

Продолжение таблицы 4.13												
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель		2	3	4	3,489	3,489	3,489	6,28	9,769	13,258
2	Выбор направления исследования	Руководитель	8	9	10	3,489	3,489	3,489	26,51	29,99	33,48	
3	Подбор и изучение литературы по теме	Дипломник	10	12	12	0,185	0,185	0,185	1,813	2,183	2,183	
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, дипломник	2	4	5	3,674	3,674	3,674	7,348	14,696	18,37	
5	Поиск необходимых технических решений для усовершенствования конструкции подшипников	Дипломник	17	17	18	0,185	0,185	0,185	3,145	3,145	3,33	
6	Проведение расчетов толщины масляного слоя в подшипниках центробежного компрессора, обеспечивающей их работу в режиме жидкостного трения	Дипломник	7	9	10	0,185	0,185	0,185	1,295	1,665	1,85	
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, дипломник	4	5	6	3,674	3,674	3,674	11,75	15,424	19,098	
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, дипломник	7	8	8	3,674	3,674	3,674	25,71	29,384	29,384	
Итого:									83,851	106,265	110,961	

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Где:	$Z_{осн}$	основная заработная плата
	$Z_{доп}$	дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$ )

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле 4.6:

$$Z_{осн} = T_p * Z_{дн} \quad (4.6)$$

Где:	$Z_{осн}$	основная заработная плата одного работника	-
	$T_p$	продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником	раб.дн.
	$Z_{дн}$	среднедневная заработная плата работника	руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 4.7:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} \quad (4.7)$$

Где:	$Z_m$	месячный должностной оклад работника	руб.
	$M$	количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб.дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя	-
	$F_d$	действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала	раб.дн.

Таблица 4.14 Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные - праздничные	104 14	104 14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175

Месячный должностной оклад работника находится по формуле 4.8:

$$Z_m = Z_{TC} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p \quad (4.8)$$

Где:	$Z_{TC}$	заработная плата по тарифной ставке	Руб.
	$k_{пр}$	премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{TC}$ )	-
	$k_d$	коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{TC}$ )	-
	$k_p$	районный коэффициент, равный 1,3	-

Таблица 4.15 Расчет основной заработной платы для исполнения 1

Исполнители	$Z_{TC}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	33162,87	0,3	0,4	1,3	73289,94	3830,23	21	88095,3
Дипломник	5707,81	0	0	1,3	7420,23	353,34	47	16606,98

Продолжение таблицы 4.15	
Итого $Z_{\text{осн}}$	104702,28

Таблица 4.16 Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	33162,87	0,3	0,4	1,3	73289,94	3830,23	29	111076,7
Дипломник	5707,81	0	0	1,3	7420,23	353,34	55	19433,7
Итого $Z_{\text{осн}}$								130510,4

Таблица 4.17 Расчет основной заработной платы для исполнения 3

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	33162,87	0,3	0,4	1,3	73289,94	3830,23	33	126397,6
Дипломник	5707,81	0	0	1,3	7420,23	353,34	59	20847,06
Итого $Z_{\text{осн}}$								147244,66

### 4.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 4.9:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

Где:	$k_{\text{доп}}$	коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15)
------	------------------	---

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,15 * 88095,3 = 13214,3$$

Исполнение 1	13214,3
Исполнение 2	16661,51
Исполнение 3	18959,64

Расчет дополнительной заработной платы дипломнику:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,15 * 16606,98 = 2491,05$$

Исполнение 1	2491,05
Исполнение 2	2915,06
Исполнение 3	3127,06

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

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы 4.10:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (4.10)$$

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

На 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2020 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 4.18 Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	88095,3	111076,7	126397,6	13214,3	16661,51	18959,64
Дипломник	16606,98	19433,7	20847,06	2491,05	2915,06	3127,06
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого:	Руководитель			Дипломник		
Исп. 1	27454,9			5175,57		
Исп. 2	34617,06			6056,51		
Исп. 3	39391,81			6496,99		

#### 4.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле 4.11:

$$Z_{\text{накл}} = \left( \text{сумма статей} \frac{1}{7} \right) * k_{\text{нр}} \quad (4.11)$$

Где:	$k_{\text{нр}}$	коэффициент, учитывающий накладные расходы, равен 16%
------	-----------------	--

#### 4.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 4.19 Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
1. Материальные затраты НИИ	1655000 0	166500 00	167000 00	-
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей	104702,2 8	130510, 4	147244, 66	-
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	15705,35	19576,5 7	22086,7	15% от 2
4. Отчисления во внебюджетные фонды	32630,47	40673,5 7	45888,8	27,1% от суммы 2-3
5. Накладные расходы	24486,1	30521,6 9	34435,2 3	16% от суммы 2-4
6. Бюджет затрат НИИ	1672752 4,2	168712 82,23	169496 55,39	Сумма ст.1-5

В данном разделе планирования научно-исследовательской работы была создана структура необходимой работы, проанализирована трудоёмкость выполняемых работ, построен план-график проведения работы, рассчитан необходимый бюджет для выполнения исследовательской работы, а также заработная плата исполнителям работ и отчисления во внебюджетные фонды, так и прочие расходы, составлен бюджет затрат на научно-исследовательскую работу.

#### **4.6 Определение ресурсоэффективности проекта**

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

ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как 4.12:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}j} = \frac{\Phi_{pj}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{16727524,2}{16949655,39} = 0,987 \quad (4.12)$$

Исполнение 1	0,987
Исполнение 2	0,995
Исполнение 3	1

Где:	$\Phi_{pj}$	стоимость i-го варианта исполнения
	$\Phi_{\text{max}}$	максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом 4.13:

$$I_{pj} = \sum a_j * b_j \quad (4.13)$$

Где:	$a_j$	весовой коэффициент разработки
	$b_j$	балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания

Таблица 4.20 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэф.	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Безопасность	0,1	5	3	3

Продолжение таблицы 4.20				
2. Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	4
3. Срокслужбы	0,15	5	5	4
4. Ремонтпригодность	0,15	5	3	3
5. Надёжность	0,15	4	3	4
6. Материалоёмкость	0,25	4	4	3
Итого:	1	4,6	3,9	3,5

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,1 * 5 + 0,2 * 5 + 0,15 * 5 + 0,15 * 5 + 0,15 * 4 + 0,25 * 4 = 4,6;$$

$$I_p = 0,1 * 3 + 0,2 * 3 + 0,15 * 5 + 0,15 * 3 + 0,15 * 3 + 0,25 * 4 = 3,9;$$

$$I_p = 0,1 * 3 + 0,2 * 4 + 0,15 * 4 + 0,15 * 3 + 0,15 * 4 + 0,25 * 3 = 3,5.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки  $I_{исп}$ , определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле 4.14:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}} ; I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} ; I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр.3}} , \quad (4.14)$$

Исполнение 1	4,66
Исполнение 2	3,92
Исполнение 3	3,5

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.min}} \quad (4.15)$$

Исполнение 1	1,33
Исполнение 2	1,12
Исполнение 3	1

Таблица 4.21 – Сравнительная эффективность разработки

№ П/П	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,987	0,995	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,9	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,66	3,92	3,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,33	1,12	1

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

По расчетам видно следующее, что самый наибольший коэффициент интегральности является у многосекционного аппарата воздушного охлаждения.

Таким образом многосекционный аппарат воздушного охлаждения остается эффективным и сохраняет конкурентоспособность.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT – анализ

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

**Студенту:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Б5В	Гулевичу Артему Андреевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Нефтегазовое дело
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 Нефтегазовое дело

**Тема ВКР:**

Прогнозирование режимов работы дожимной компрессорной станции на X нефтегазоконденсатном месторождении (ЯНАО)
---

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

Объект исследования и область его применения	-Объектом исследования является дожимная компрессорная станция на X нефтегазоконденсатном месторождении -Область применения: компримирования газа
--	--

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

<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	-Рациональное использование трудовых ресурсов для повышения уровня организации и качества нормирования труда -Специальные правовые нормы трудового законодательства (в соответствии с ТК РФ)
<b>2. Производственная безопасность:</b> -Опасные факторы при работе на дожимной компрессорной станции -Вредные факторы при работе на дожимной компрессорной станции	- Опасные факторы: взрывоопасность, пожароопасность, электрический ток - Вредные факторы: превышение уровня шума, превышение уровня вибрации, климатические условия
<b>3. Экологическая безопасность:</b> -Воздействие объекта на атмосферу (выбросы) -Воздействие объекта на гидросферу (сбросы) -Воздействие объекта на литосферу (отходы)	-Воздействия на атмосферу: продукты неполного сгорания газа -Воздействие на гидросферу: утечка технологических жидкостей -Воздействие на литосферу: различные бытовые отходы
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> -Перечень возможных ЧС при эксплуатации ДКС -Действия в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий	Возможные ЧС на объекте: – Техногенного характера – Природного характера Действия согласно инструкции по ЧС предписанной данному предприятию

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	02.03.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		02.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Б5В	Гулевич Артем Андреевич		02.03.2020

## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

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

Нормирование труда зависит от того, как рассчитаны затраты времени на трудоемкость работ. Чем рациональнее рассчитаны затраты времени, тем эффективность производственного процесса выше.

Нормирование труда чаще всего подразделяется на формы:

- Государственная
- Договорная

Для рабочего персонала устанавливаются конкретные меры или нормы труда при определенных производственных условиях.

Согласно требованиям статей ТК РФ, которые регламентируют нормирование труда, рассмотрим решение этих вопросов на примере X нефтегазоконденсатного месторождения

ООО «Г. д. Я.» является одним из ведущих в своей отрасли. В условиях нынешних конкуренций на энергетическом рынке, снижение затрат на производство относится к главным задачам Общества. Для реализации этой задачи требуется улучшить качество нормирования труда за счет создания единой системы управления нормирования труда (ЕСУНТ)[12].

Цель этой задачи – рациональное использование рабочего времени и силы, для повышения эффективности деятельности.

Цели единой системы управления нормирования труда:

- усиление роли нормирования труда в оптимизации численности работников и снижении трудоемкости производства;
- повышение качества и обеспечение равной напряженности норм и затрат труда на работы, выполняемые в подобных организационно-технических условиях.
- создания и внедрения единой нормативной базы для нормирования труда;
- повышение уровня структуры управления нормированием труда;
- установление единых методов нормирования труда;

- разработка нормативов труда на новые технологии, работы и услуги.

В ООО «Г. д. Я.» действует единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью (ЕСУОТ ПБ), они устанавливают единый порядок организации и проведения работ. Эти системы позволяют добиваться высокого уровня по безопасности труда для работников [12].

Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью устанавливает требования к безопасности труда и регламентирует:

- единый для всех организаций ООО «Г. д. Я.», порядок управления охраной труда и промышленной безопасностью в соответствии с законодательством РФ;

- создание безопасных условий труда, снижение производственного травматизма;

- совершенствование структуры управления охраной труда в соответствии с нормативными актами государственных органов контроля и надзора.

Основным приоритетом ООО «Г. д. Я.» является охрана труда, окружающей среды и промышленная безопасность. Экономические, технические и иные вопросы ставят на вторую позицию.

## **5.2 Производственная безопасность**

Эксплуатация объектов, связанных с газовой промышленностью всегда сопряжена с опасностью для человека и окружающей среды.

ООО «Г. д. Я.» эксплуатирует более 80-ти объектов, зарегистрированных в реестре опасных производственных объектов. Численность персонала, работающего непосредственно в области ОПО, – свыше четырех тысяч человек [13].

В ООО «Г. д. Я.» действует система промышленной безопасности, она регламентирует обеспечение безопасной эксплуатации ОПО соблюдением обязанностей руководства и специалистов структурных подразделений.

Дожимная компрессорная станция относится к опасному производственному объекту (ОПО) т.к. она работает при высоком давлении и с взрывоопасными веществами

ДКС согласно [14] относится к ОПО II категории поскольку:

- при работе используется, транспортируется и хранятся горючий газ и жидкости;
- в оборудовании газы под давлением выше 0,07 МПа;
- в сетях газопотребления, газы под давлением свыше 1,2 МПа.

Количество объемов горючих жидкостей при работе ДКС более 20т, площадка ДКС относится к III классу опасности. Но т.к. количество газа в рабочем процессе более 200т, площадку ДКС нужно отнести ко II классу опасности.

Газопроводы ДКС, работают под давлением свыше 1,6 МПа, они относятся к III классу опасности. Сети газопотребления работают под давлением свыше 1,2 МПа согласно [14] они относятся ко II классу опасности. Согласно ФЗ №116, для ОПО, имеющих разные классы опасности устанавливается наивысший, таким образом ДКС является ОПО II класса.

Эксплуатация ДКС осуществляется в соответствии с документами, в которых прописаны обязательные требования к эксплуатации трубопроводов и технологического оборудования [16-17] а так же рекомендации по безопасной эксплуатации [18, 19].

При работе на ОПО, согласно ФЗ №116 [14], организация получает лицензию на эксплуатацию опасных производственных объектов, а также выполняет комплекс организационно-технических мероприятий:

- страхование гражданской ответственности владельца опасных объектов за причинение вреда в результате аварии на объекте;
- экспертизу промышленной безопасности, контрольные испытания, технические освидетельствования, диагностические обследования;
- плановые ремонты в соответствии с графиками;
- аттестацию персонала ОПО в сфере промышленной безопасности;

- отработка действий персонала при возникновении ЧС;

Кроме основного оборудования, на дожимной компрессорной станции применяются системы отопления, пожаротушения, вентиляции, освещения, электроснабжения и автоматики. Иные производственные объекты подготовки газа, конденсата, добыча газа, генераторы электроэнергии и другие ОПО в обязательном порядке оснащаются системами автоматического управления технологическим процессом, они в автоматизированном режиме контролируют параметров работы, и защиту объектов от возможных сбоев и внештатных ситуаций.

### **5.2.1 Опасные факторы при работе на дожимной компрессорной станции:**

#### **Взрывоопасность и пожароопасность**

Мероприятия по пожарной безопасности разделяются на основные группы:

- исключение причин возникновения пожара;
- ограничение сферы распространения огня;
- обеспечение успешной эвакуации людей, животных и материальных ценностей из очага пожара;
- создание условий для эффективного тушения пожара.

Персонал может получить допуск к работе, только после прохождения противопожарного инструктажа. Если происходит изменение специфики работ, то необходимо провести внеочередной инструктаж.

В процессе проведения огнеопасных работ на площадке компрессорной станции и обслуживания оборудования существует возможность возникновения пожара.

В зависимости от размера и расположения очага, в качестве средств пожаротушения применяются следующие средства:

- первичные средства пожаротушения;
- огнетушители переносные, передвижные, стационарные углекислотные;
- пожарные рукава;

- пожарный инвентарь;
- установка пожаротушения.

Для защиты ДКС от взрывоопасности и пожароопасности проектом предусмотрена система пожаротушения типа Буран-50 КД-В.

### **Электрический ток**

Воздействие электрического тока на организм человека наносит негативные последствия. Проходя через организм человека, ток вызывает термическое, электролитическое, биологическое и механическое действие. Электрический ток при воздействии на организм может привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации регламентируются ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электро-безопасность. Общие требования и номенклатуры видов защиты» [20].

Что бы предотвратить контакт человека с токоведущими частями проводятся мероприятия по электробезопасности, которые включают в себя:

- все токоведущие части электрических устройств изолированы;
- по способу защиты человека от поражения электрическим током изделия средств автоматического управления соответствуют классам 1 и 2 и классу 3 по ГОСТ 12.2.007-03;
- все потребители электроэнергии имеют заземление или зануление согласно ГОСТ 12.1.030-96;
- все части устройств, находящиеся под напряжением размещены в корпусах, обеспечивающих защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям.

## 5.2.2 Вредные факторы при работе на дожимной компрессорной станции:

### Превышение уровня шума

Технологические процессы являются источником сильного шума. Для людей, работающих в области источника сильного шума, это сказывается на здоровье.

Источником сильного внешнего шума на дожимной компрессорной станции являются движущиеся машины, газоперекачивающие агрегаты, системы воздушного охлаждения.

В результате научных исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека.

Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость.

Предельно допустимые значения до 75 децибел, характеризующие шум, нормируются согласно по ГОСТ 27409-97 и регламентируются согласно СН2.2.4/2.1.8.562-96.

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [21].

Рабочие места	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	
Работа требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и								

дистанционного управления производственными циклами	103	91	83	77	73	70	68	75
---	-----	----	----	----	----	----	----	----

Основные методы борьбы с шумом:

- снижение шума в источнике;
- средства индивидуальной защиты (СИЗ): наушники.

### **Превышение уровня вибраций**

Источником вибрации на ДКС являются машины, оборудование и технологические процессы. Воздействие вибрации на человека классифицируется:

- по способу передачи вибрации на человека;
- по направлению действия вибрации;
- по временной характеристике вибрации.

Защита от вибрации:

- применяют рукавицы или перчатки следующих видов: со специальными виброзащитными упругодемпфирующими вкладышами, полностью изготовленные из виброзащитного материала [22];
- виброзащитные прокладки или пластины, которые снабжены креплениями к руке [23];
- использовать обувь на толстой резиновой или войлочной подошве.

При защите от вибраций важную роль играет рациональное планирование режима труда и отдыха. Суммарное время воздействия вибрации не должно превышать 2/3 продолжительности рабочей смены. Необходимо устраивать перерывы для активного отдыха, проводить физиопрофилактические процедуры, производственную гимнастику и т.д. [23].

### **Климатические условия**

Работы, выполняемые при эксплуатации дожимной компрессорной станции, происходят как на открытых площадках, так и на закрытых. Климат в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) холодный, в зимнее время

температура воздуха достигает до  $-60^{\circ}\text{C}$ , летом до  $+30^{\circ}\text{C}$ . Холод может привести к переохлаждению, высокие температуры к тепловому удару.

Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия их на организм рабочего. Работающие на открытой территории в зимний и летний периоды года в каждом из климатических регионов должны быть обеспечены спецодеждой [24]:

- костюмы для защиты (от токсичных веществ, от пыли, от механических воздействий, от насекомых, т.д.);
- ботинки или сапоги с жестким подноском;
- перчатки с полимерным покрытием;
- каска защитная;
- очки защитные;
- прочие виды защитных спецодежд.

### **5.3 Экологическая безопасность**

Окружающая нас среда – это физическая среда человека, растительного и животного мира а так же микроорганизмов. Окружающая среда включает в себя человека, природу и антропогенную деятельность, они значительно влияют на все сферы Земли. Охрана окружающей среды специализируется на решении таких проблем, как: загрязнение воздуха и воды вредными промышленными выбросами, отравляющими радиоактивными и химическими веществами, продуктами жизнедеятельности человека и т.п.

В результате деятельности предприятий связанных с газодобывающей областью, в районе местоположения месторождения (где непосредственно идет добыча природных ресурсов), возможно изменение растительного и животного мира в следствии загрязнения поверхностных вод и атмосферного воздуха.

Сохранение окружающей среды обеспечивается:

- сохранением естественной структуры ландшафта, сохранением уникальных для зоны воздействия трудно восстанавливаемых компонентов мест обитаний в пределах отведённых под использование земель;

- проведением мероприятий по очистке и охране поверхностных вод;
- проведением мероприятий по рекультивации нарушенных земель;
- организация защиты от вибрационного и шумового воздействия;
- ограничение доступа людей и техники в места обитания животных.

В соответствии с требованиями международных стандартов ISO 14001:2015 ООО «Г. д. Я.» работает система экологического менеджмента. Предприятие реализует экологическую политику и обеспечивает качественную охрану окружающей среды на эксплуатируемых месторождениях. Действие системы экологического менеджмента [14] распространяется на все виды деятельности организации – от добычи углеводородов до вспомогательных работ – и охватывает все уровни управления. В деятельность по защите окружающей среды вовлечены все сотрудники, и руководители, и простые рабочие, ответственность за охрану окружающей среды распределяется на всех солидарно.

Основой экологической политики ООО «Г. д. Я.» является снижение негативного воздействия на окружающую среду в зонах размещения производственных объектов [14].

Много вреда атмосфере, в частности оксидами азота и углерода наносят газотурбинные двигатели (ГТД).

При работе ГТД на ДКС наносится вред атмосфере:

- продуктами сгорания горючих топливных компонентов, в том числе углекислый газ, окислы азота и серы;
- остатками неполного сгорания топлива, в том числе различными углеводородами и сажей;
- золовыми частицами, которые образуются из негорючих примесей;
- регулярно стравливаемым природным газом из различных

коммуникаций.

За процесс загрязнения окружающей среды Росприроднадзором с ООО «Г. д. Я.» ежегодно взимаются платы, если загрязнения (атмосферы, водных объектов и т.д.) укладываются в нормативные величины. Превышение объемов установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ, сопровождается большими штрафами. Для предприятий ПАО «Газпром» действует собственный стандарт [25] в способе складирования отходов и других условий а также требований природопользования. Не соблюдение стандартов приводит к ухудшению экологии окружающей среды, а также к возникновению угрозы здоровья населения. Под воздействием хозяйственной деятельности предприятие влечет за собой ограничение деятельности. Проведение последовательной работы в области экологической безопасности приводит к улучшенной динамике изменения показателей по [14] уменьшению доли отходов, направляемых на утилизацию в 2019 году составило 2 % относительно 2014 года (51 %), а оплата за сверхнормативное воздействие отсутствовала. Плата за негативное воздействие на окружающую среду осуществлялась в пределах установленных нормативов.

В 2019 г. по сравнению с 2014 г. валовые вредные загрязняющие выбросы были снижены на 1 237,9 тонны (5 %). Исключен сброс сточных вод в поверхностные водные объекты на 100 % (за счет перенаправления хозяйственно-бытовых сточных вод на УКПГ).

С 2014 года изменена была также схема обращения с отходами бурения: право собственности на отходы бурения возникает у подрядной организации в момент их образования. Недропользователь, он же и заказчик, должен обеспечивать контроль за обращением с отходами бурения при строительстве поисково-оценочных и эксплуатационных скважин подрядной организацией.

Охрана недр включает мероприятия против загрязнения, агрессивности и коррозионной активности геологической среды, а также мероприятия, направленные на устранение последствий загрязнения компонентов геологической среды.

В мероприятия по охране почв включаются:

- техническая и биологическая рекультивация нарушенных земель;
- сокращение площади земель, отводимых под трубопроводы;
- строительство противоэрозионных сооружений вдоль трасс газопроводов, озеленение рекультивируемых земель, проведение мероприятий по улучшению почвенных условий фито-, агро- и культуротехнической мелиорацией;
- при проведении работ, связанных с нарушением земель, снятие и транспортировка плодородного слоя почвы должна производиться в места временного складирования;
- очистка поверхности почвы, загрязненной углеводородной жидкостью, производится путем применения эффективных химических средств их деградации;
- контроль за физико-химическими и биологическими свойствами почв.

При проверках проводимых в организациях на всех уровнях разработки \ осуществляется оценка выполнения требований законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды. Перспективными мероприятиями в области экологической безопасности для ООО «Г. д. Я.» являются:

- учебно-тренировочные занятия и учебные тревоги для персонала ОПО; обучение готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий; отработка практических навыков по действию работников в результате проведения тактико-специальных учений, командно-штабных тренировок;
- проведение экологических субботников: зачистка от металлолома и строительных отходов земель общего пользования, участие в региональных экологических акциях;

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Нефтегазодобывающие и газотранспортные предприятия являются источником техногенных и чрезвычайных ситуаций, на территории их местоположения также могут возникать и аварии природного происхождения.

Правила противопожарного режима – это основной документ в Российской Федерации, который регламентирует пожарную безопасность.

В связи с территориальным расположением ООО «Г. д. Я.» (ЯНАО), среднегодовая температура воздуха составляет минус 11°C, пожароопасным считается летний период. В это время возможно появление не только техногенных возгораний на объектах ДКС, но и возгорания на территориях расположения трубопроводов компримируемого газа, в тундре. Причинами таких пожаров могут быть не только факторы деятельности человека, но и природные явления.

Для координации пожарно-профилактической работы на объектах в летний пожароопасный период года на предприятии издается приказ, которым определяются мероприятия по предупреждению и подготовке к тушению природных пожаров; перечень техники, выделяемой для тушения пожаров; разрабатывается порядок взаимодействия с подразделениями пожарной охраны. Проводятся в ходе подготовки к летнему пожароопасному периоду на месторождениях также практические тренировки добровольных пожарных дружин и подразделений пожарной охраны по тушению тундровых пожаров.

Вопросы пожарной безопасности в ООО «Г. д. Я.» рассматриваются на ежемесячных селекторных совещаниях по охране труда, промышленной и пожарной безопасности под руководством главного инженера. В соответствии с требованиями приказа МЧС РФ от 12 декабря 2007 г. № 645 «Об утверждении Норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» проводится работа по обучению персонала мерам пожарной безопасности:

- обучение по программам пожарно-технического минимума;

- проведение инструктажа по пожарной безопасности работникам сторонних организаций, привлекаемых для работы на объектах организации;
- проведение противопожарных инструктажей для работников.

В подразделениях предприятия регулярно проводятся теоретические и практические занятия (тренировки) с добровольными пожарными дружинами, а также практические тренировки по эвакуации людей в случае возникновения пожара на объектах с массовым пребыванием людей.

Для защиты помещения ДКС проектом предусмотрена система пожаротушения типа Буран-50 КД-В.

Предусмотрено автоматическое включение модулей Буран-50 КД-В от извещателей и ручное включение от кнопки, устанавливаемой в защищаемом помещении [26].

Система автоматического пожаротушения состоит из:

- системы выпуска огнетушащего вещества порошкового вида;
- системы обнаружения пожара;
- системы формирования сигналов оповещения (сигнализации) и отключения технологического оборудования.

Защищаемое помещение ДКС – имеет следующие характеристики:

- Категория по взрывопожарной опасности – А по НПБ 105-03;
- Класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.1;
- Класс конструктивной пожарной опасности – С 0;
- Степень огнестойкости – II;
- Защищаемый объем – 1511,06 м<sup>3</sup>;
- Класс помещения по ПУЭ - В 1а.

При разработке проекта были использованы следующие материалы:

- НПБ 110-03 (Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией);

- НПБ 88-2001 (Установки пожаротушения и сигнализации, нормы и правила проектирования);
- Паспорт и руководство по эксплуатации Буран-50 КД-В;
- Правила устройств электроустановок, ПУЭ;
- «Инструкция по проектированию электроустановок систем автоматизации ВСН 205-84».

Обнаружение возгорания в помещении ДКС с помощью систем извещателей пламени Пульсар 3-015 Н, они реагируют на инфракрасное излучение и работают с прибором Корунд-2/4 СИ, который при обнаружении возгорания дает команду на пожарное пусковое устройство (ППУ) Аргус-ППУ-02, где формируется импульс для включения модулей порошкового пожаротушения (МПП) действия Буран-50 КД-В [27].

- Включение модулей Буран-50 КД-В кнопкой, установленной в защищаемом помещении компрессорной.
- Подача предупреждающего светового и звукового сигнала перед срабатыванием порошкового пожаротушения для эвакуации персонала, у входа в помещение загорается табличка «Не входи! Порошок!» и «Уходи! Порошок!».
- Отключение компрессорных агрегатов и вентиляционных установок при возникновении пожара.
- Прибор Корунд-2/4 СИ, устройства Аргус-ППУ-02, блок питания и щит ППА размещаются в помещении оператора. Питание схемы автоматизации пожаротушения осуществляется сборкой по проекту марки ЭМ. Категория надежности электроснабжения I. Потребляемая мощность около 1кВт.

В защищаемом помещении хранятся вещества, относящиеся к классу пожара «В», «С», для тушения которых используется порошок.

В проекте принята система модульного порошкового пожаротушения (МПП) с использованием модулей Буран-50 КД-В. В качестве огнегасящего вещества применяют порошок марки Феникс ЛВС, Вексон-АВС, ПФКЧС-2 и прочие [26].

Модуль пожаротушения Буран 50 КД-В МПП(Н)-50-КД-2-ГЭ-УЗ имеет взрывозащитное исполнение по ГОСТ 22782.3-77, вид взрывозащиты (взрывонепроницаемая оболочка) по ГОСТ Р 51330.1-99 (МЭК 60079-1-98) и уровнем взрывозащиты (надежность против взрыва), с маркировкой взрывозащиты-2 по ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98).

Трубопровод для подачи порошка монтируется из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75 Ду25мм и собирается с помощью фитингов. Распылители имеют наружную резьбу G 3/4, с помощью которой они завинчиваются в фитинги трубопровода.

Количество модулей составляет 15 штук, определяется с учетом рекомендаций НПБ 88-2001 и паспорта на изделие. Проектом предусмотрен запас порошка в 100%, который хранится на складе.

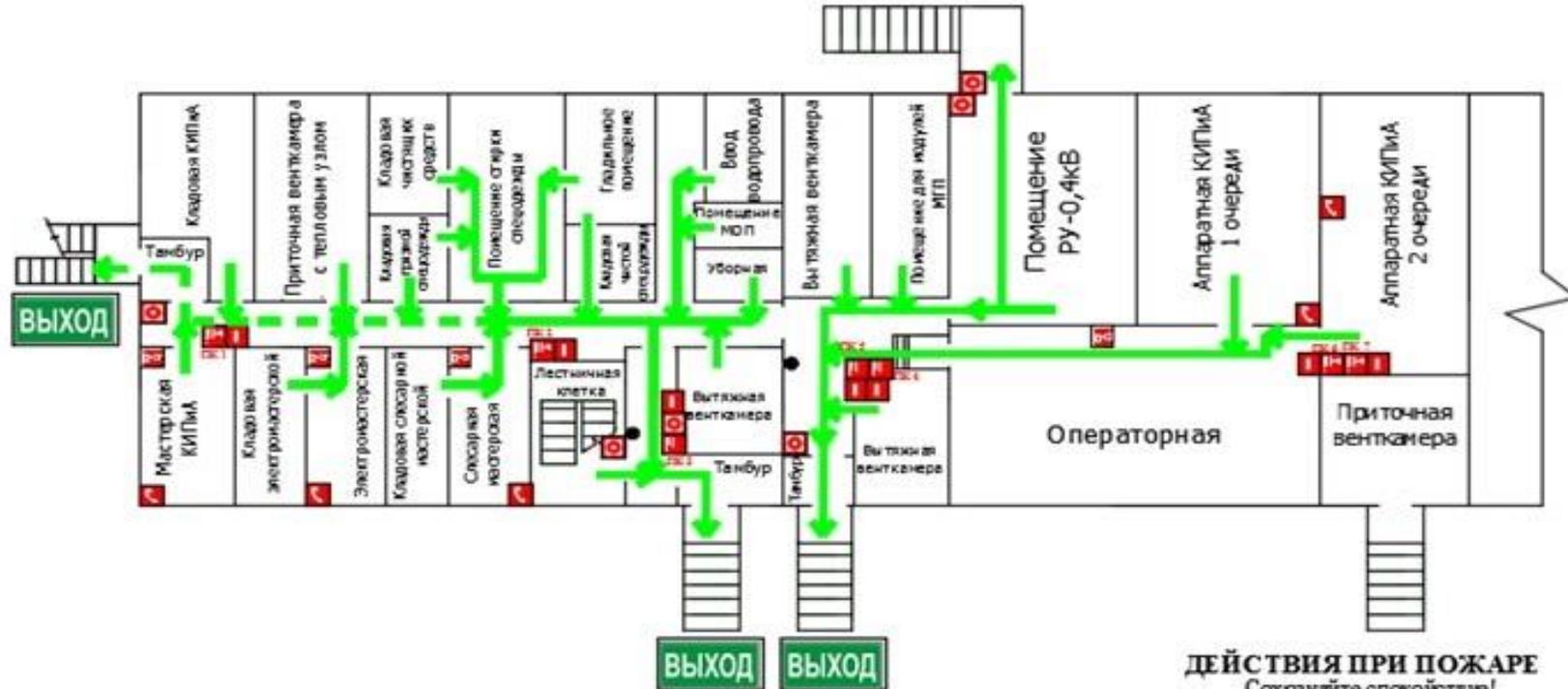
При возникновении ЧС персонал обязан действовать согласно плану ликвидации аварий.

На объекте должно быть организовано обучение персонала ДКС действиям во время ЧС, для снижения последствий той или иной аварии.

При всех возникших чрезвычайных ситуациях персонал ДКС, не участвующий в ликвидации последствий, следует эвакуировать согласно утвержденному плану (рисунок 5.1).

Чрезвычайные ситуации техногенного характера, возникновение которых вероятно при работе ДКС, а также способы их предотвращения, и устранения сведены в таблицу 5.2.

**ПЛАН ЭВАКУАЦИИ**  
**1 этаж здания ПЭБ (поз. 324)**  
**ДКС**



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| ● Место расположения плана эвакуации | → Направление движения к основному эвакуационному выходу |
| 🔥 Огнетушитель                       | → Направление движения к запасному эвакуационному выходу |
| 📞 Извещатель пожарный ручной         | 🚪 Эвакуационный выход                                    |
| ☎ Телефон                            | 🔔 Сигнальный извещатель                                  |
| 🚒 Пожарный кран                      |  |

Разработано на ДКС

**ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОЖАРЕ**

Сохраняйте спокойствие!

- Сообщить по телефону 01. 101;
  - адрес объекта;
  - место возникновения пожара;
  - свою фамилию.
- Эвакуировать людей:
  - ориентироваться по знакам направления к эвакуационному выходу;
  - оказать помощь пострадавшим.
- Принять меры к тушению пожара (по возможности):
  - использовать первичные средства пожаротушения;
  - обесточить помещение (перед подачей воды из пожарного крана).

Рисунок 5.1 - План эвакуации из помещений ДКС

Таблица 5.2 Анализ возможных чрезвычайных ситуаций на ДКС

Наименование возможной ЧС	Условия возникновения ЧС	Возможные последствия ЧС	Методы и средства предотвращения ЧС	Мероприятия по локализации
Пожар на территории ДКС	Нарушение правил противопожарного режима	Распространение пожара по всей территории, угроза взрыва оборудования, человеческие жертвы, экологическая катастрофа	- соблюдение правил противопожарного режима - в пожароопасный период необходимо обеспечивать противопожарные мероприятия	- вызвать пожарную бригаду, при небольших масштабах пожара приступить к его тушению собственными силами до приезда пожарных - в случае воспламенения газа на коммуникациях ДКС и невозможности быстрой ликвидации возгорания – остановка ГТУ со стравливанием газа из всей обвязки ДКС
Воспламенение масла	Разрыв маслопровода, попадание масла на горячие участки оборудования, проведение работ вблизи-маслообъектов	Аварийная ситуация на ГПА, выход из строя системы защиты, пожар.	Контроль за плотностью разъемов маслопроводов, проведение пожароопасных работ при наличии средств пожаротушения	Использование пожарной сигнализации и средств пожаротушения, прекращение подачи масла на объект
Разрыв газопровода и утечка газа	Повреждение газопровода	Взрыв, пожар, прерывание транспорта газа	Контроль параметров компримируемого газа, планово-предупредительное обследование трубопроводов	Останов работы ДКС, закрытие арматуры, стравливание газа

Продолжение таблицы 5.2				
Взрыв природного газа, используемого в качестве рабочего тела ГТУ	Утечка природного газа, наличие открытого источника пламени	Взрыв с разрушением конструкций укрытия и агрегата, пожар	Постоянный контроль за плотностью тракта, особый контроль при проведении ремонтов, запрет пожароопасных работ при наличии газа в обвязке; планово-предупредительные обследования трубопроводов	Использование пожарной сигнализации и средств пожаротушения, прекращение подачи топливного газа. Расчет остекления помещения нагнетателя
Короткое замыкание и возгорание кабелей	Механические повреждения, попадание воды, износ проводки, чрезмерное нагружение электросети	Пожар на ГЩУ, авария генератора	Эксплуатация электропотребителей на ГЩУ, и кабелей генератора согласно утвержденным правилам технической эксплуатации	Использование пожарной сигнализации и средств пожаротушения, отключение от сети энергопотребителей
Разрушение укрытия, повреждения оборудования или агрегата	Сильные снегопады, сильный ветер, ураган	Поломка оборудования, взрывопожароопасная ситуация, повреждение линий связи	Прогноз погоды, оповещение персонала	Аварийный останов агрегата, разбор завалов, устранение повреждений
Скачок напряжения, короткое замыкание	Попадание молнии	Выход из строя САР, оборудования, пожар в укрытии ГПА	Профилактические работы согласно графику	Аварийный останов ГПА

Для того чтоб минимизировать возникновения ЧС нужно правильно организовывать подготовительные работы до наступления пожароопасного режима, а так же грамотное реагирование на возникающие ЧС позволяют избежать повреждения на ОПО и уменьшить ущерб для экологической системы.

Использование пожарной сигнализации, систем контроля параметров работы оборудования, средств защиты, позволяет предотвращать появление серьезных ЧС на объектах газоперекачивающей промышленности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной аттестационной работе приведен расчетный анализ по определению возможности подачи объемов газа Z НГКМ на УКПГ X НГКМ, в ходе которого проведена оценка исходных данных, использованных при расчетах, и анализ самих расчётов. С учетом фактических данных об оборудовании дожимного комплекса X НГКМ и утвержденных планов его развития выделены основные факторы, определяющие возможность подачи газа Z НГКМ. Кроме того, в настоящей работе выполнены расчеты режимов работы ДКС по трём вариантам с учетом подачи как собственной добычи сеноманского и валанжинского газа X НГКМ, так и уровней подачи газа Z НГКМ. Обозначены основные риски эксплуатации наземного оборудования, связанные с подачей стороннего газа, даны рекомендации по корректировке динамики подачи газа Z НГКМ.

По результатам анализа возможность подачи газа Z НГКМ без технического перевооружения и модернизации наземного оборудования появится лишь в конце 2029 г. Перераспределение добычи газа между УКПГ X НГКМ для высвобождения мощности ДКС не представляется возможным. Исходя из фактического и прогнозного оснащения ДКС УКПГ, а также с учетом обеспечения объёмов добычи собственного газа X НГКМ, согласно плану ООО «Г. д. Я.», осуществление подачи газа Z НГКМ, приведенной в работе, без технического перевооружения и модернизации наземного оборудования сопряжено с рисками недостижения требуемого давления в МПК и на входе в ЦДКС, а также недостижения требуемых максимальных суточных отборов собственного газа X НГКМ в периоды пиковых нагрузок.

При этом варианты со строительством собственной ДКС на Z НГКМ, а также смещение срока ввода в промышленную разработку Z НГКМ могут быть

рекомендованы к рассмотрению в рамках проектирования разработки и обустройства Z НГКМ.

С целью выработки окончательной оценки возможности подачи стороннего газа были проведены детальные расчёты прогнозных режимов работы ДКС по трём вариантам, предусматривающим актуальную динамику добычи собственного газа X НГКМ и различающимся объемами подаваемого стороннего газа.

По результатам расчётов перспективных режимов работы ДКС X НГКМ установлено, что с учётом уточненных объёмов добычи собственного газа и перераспределения нагрузки между ступенями сжатия, существует технологическая возможность приема газа Т. месторождения на вход 1 очереди ДКС в полном объеме с 2022 года. В 2021 году для обеспечения норматива по количеству резервных ГПА без сокращения собственной добычи газа X НГКМ потребуется снижение поставок стороннего газа до 3,39 млрд. м<sup>3</sup>/год при плане ООО «Г.н.-Я.» 6,0 млрд. м<sup>3</sup>/год. В 2020 году прием газа Z НГКМ при соблюдении принятых условий невозможен (по плану 1,5 млрд. м<sup>3</sup>).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев В.Г. Газовые месторождения СССР. Издание второе, дополнительное и переработанное. Изд-во «Недра», 1968г., с.333-334.
2. ХХХ Х.Х. Особенности строения сеноманской залежи на Х месторождении (ЯНАО). Проблемы геологии и освоения недр: Изд-во Томского политехнического университета, 2015, с 204-206.
3. Тер-Саркисов Р.М. Разработка и добыча трудноизвлекаемых запасов углеводородов / Р.М. Тер-Саркисов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2005.- 407 с.
4. Критерии экономичности центробежных и осевых компрессоров/ Энергомашиностроение. – 1981. - №10. – с. 6-10.
5. СТО Газпром 2-3.5-113-2007 Методика оценки энергоэффективности газотранспортных объектов и систем. – Москва, 2007г.
6. Методические указания ОАО «Газпром» ПР 51-31323949-43-99. Методические указания по проведению теплотехнических и газодинамических расчетов при испытаниях газотурбинных газоперекачивающих агрегатов.
7. Актуализация технологических показателей разработки сеноманской залежи Х месторождения: Отчет о НИР / ТФ ООО «Газпром проектирование»; Руководитель ХХХ Х.Х. – Тюмень, 2018г.
8. Авторский надзор за выполнением проектных решений по разработке сеноманской газовой залежи Q НГКМ и X НГКМ. Этап 2 – Анализ текущего состояния разработки сеноманской залежи X НГКМ по состоянию на - 1.01.2018г. технологические показатели разработки сеноманской залежи ХНГКМ: Отчет о НИР / ТФ ООО «Газпром проектирование»; Руководитель ХХХ Х.Х. – Тюмень, 2018г.
9. Технологический проект разработки X НГКМ: Отчет о НИР / ООО «ТюменНИИгипрогаз»; Отв. Исполн. ХХХ Х.Х. – Тюмень, 2013г.

10. Дополнение к проекту разработки сеноманской газовой залежи Х НГКМ: Отчет о НИР / ООО «ТюменНИИгипрогаз» Отв. Исполн. ХХХ Х.Х. – Тюмень, 2009г.
11. СТО Газпром 2-3.5-051-2006 Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов. – Москва, 2006г.
12. СТО Газпром 18000.1-003-2014. Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром».
13. Федеральные нормы и правила «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014г. №116).
14. Социальный отчет ООО «Газпром добыча Ямбург» - 2017г. 35с.
15. Федеральный закон от 21.07.1997г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями и дополнениями). Москва, 1997г.
16. Федеральные нормы и правила «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (Приказ Ростехнадзора от 12.03.2013г. №101).
17. Федеральные нормы и правила «Правила безопасности газораспределения и газопотребления» (Приказ Ростехнадзора от 15.11.2012г. №542).
18. Руководство по безопасности. Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологический трубопроводов (Приказ Ростехнадзора от 27.12.2012г. №784).
19. Руководство по безопасности факельных систем (Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012г. №779).
20. ГОСТ Р 12.1.019-2009г. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

21. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.1.012-90. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
23. ГОСТ 12.4.002-74. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования.
24. ГОСТ 12.0.003-2015г. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
25. СТО Газпром 2-1.19-33. Технические нормативы выбросов. Газоперекачивающие агрегаты ОАО «Газпром» 2-09. Москва 2009г.
26. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность.
27. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. [Электронный курс].
28. Свентский С.Ю. Комплексное проектирование геолого-технологических систем добычи газа крупных месторождений: диссертация кандидата технических наук: 25.00.17 / Свентский Сергей Юрьевич: [Место защиты: Уфим. Гос. Нефтяной техн. Ун-т.] – Тюмень, 2016г. – 135с.