

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

---

Институт электронного обучения  
Специальность – Информационно-измерительная техника и технологии  
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка бесконтактного датчика для аварийного отключения буровых приводов</b>

УДК 62-791.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Каличенко Сергей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Вавилова Г.В.	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.	-		

По разделу «Расчет надежности»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Степанов А.Б.	-		

По разделу «Конструкторская-технологическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Степанов А.Б.	-		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2016 г.

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

---

Институт электронного обучения  
Специальность – Информационно-измерительная техника и технологии  
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

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

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

В форме:

дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Каличенко Сергей Сергеевич

Тема работы:

Разработка бесконтактного датчика для аварийной остановки буровых приводов

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 277/с от 22.01. 2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2016

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Объект исследования – бесконтактный аварийный выключатель бурильного привода. Режим работы: непрерывный. Требования к продукту: минимизация затрат на приобретение и установку, быстрота и простота замены в случаи выхода из строя.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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>Обзор существующих энкодеров, применяемых для аварийного отключения бурового оборудования. Рассмотрение вопроса замены дорогостоящего энкодера на более дешевый бесконтактные индукционных датчик.</p> <p>Выбор основных датчиков угла поворота вала электродвигателя для реализации аварийного отключения бурового привода.</p> <p>Экспериментальные исследования применения индукционного датчика для отключения бурового оборудования при возникновении аварийной ситуации.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Внешний вид индукционного датчика. Печатная плата. Конструкция крепления индукционного датчика на валу.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Кырмакова О.С.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Петухов О.Н.</p>
<p>Конструкторско-техническая часть</p>	<p>Степанов А.Б.</p>
<p>Расчет надежности</p>	<p>Степанов А.Б.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Заключение</p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>16.09.2015</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Вавилова Г.В.</p>	<p>-</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-1401</p>	<p>Каличенко Сергей Сергеевич</p>		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1401	Каличенко Сергей Сергеевич

<b>Институт</b>	<b>Электронного обучения</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФМПК</b>
Уровень образования		Направление/специальность	Информационно-измерительная техника и технологии

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
<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 и инновационного потенциала НТИ</i>	
<i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Определение этапов исследования. Определение трудоемкости работ. Расчет бюджета исследования для альтернативных вариантов.
<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Эффективность проекта.

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

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1401	Каличенко Сергей Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1401	Каличенко Сергею Сергеевичу

<b>Институт</b>	электронного обучения	<b>Кафедра</b>	ФМПК
<b>Уровень образования</b>	специалитет	<b>Направление/специальность</b>	Приборостроение

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

1. Характеристика объекта исследования (прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Местом работы оператора КТУ является кустовая площадка промысла на открытом воздухе и в помещении
--	---

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

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)Повышенный уровень шума и вибрации</li> <li>2) Тяжелые метеоусловия</li> <li>3)Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны</li> <li>4) Биологический фактор</li> </ol> <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)Поражение электрическим током;</li> <li>2)Пожароопасность;</li> <li>3) Производственный травматизм</li> </ol>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению</li> </ul>	<p>Охрана атмосферного воздуха на Южно-Приобском месторождении. Охрана водной среды. Охрана земель, флоры и фауны.</p>

экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Возможны ЧС техногенного характера (из-за внутренних неисправностей оргтехники (короткое замыкание, перегрев, сбой в системе управления);</p> <p>Меры защиты при ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Устройства оповещения при пожаре, датчики дыма,</li> <li>-Разработка планов эвакуации,</li> <li>-Проведение учений по эвакуации</li> <li>- Наличие средств индивидуальной защиты.</li> </ul>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Для работы в условиях крайнего Севера предусматриваются надбавки и коэффициенты к заработной плате.</p> <p>Работники обеспечиваются спецодеждой и СИЗ.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Каличенко Сергей Сергеевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 90 с., 15 рис., 20 табл., 20 источников, 2 прил.

Ключевые слова: Контейнер технического обслуживания, индукционный бесконтактный выключатель, энкодер, датчик, контроллер.

Объектом разработки является индукционный бесконтактный выключатель аварийной остановки буровых приводов.

Цель работы: разработка бесконтактного индукционного датчика для аварийной остановки буровых приводов.

В процессе исследования производился обзор имеющихся видов энкодеров выбран наиболее перспективный для реализации поставленной задачи, проведено исследование бесконтактного индукционного датчика описание энкодеров ; исследование бесконтактного индукционного датчика, установка датчика,

В результате экспериментальных исследований показана эффективность использования индукционного датчика для решения поставленной задачи.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: габаритные размеры датчика составляют 15x10 мм., вес 90г., диапазон срабатывания 0,2-0,8 мм.

Степень внедрения: ведутся экспериментальные исследования по возможности внедрения.

Область применения: газодобывающая отрасль. Датчик может применяться как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Экономическая эффективность / значимость работы предложенный датчик отличается от других датчиков простотой реализацией, невысокой стоимостью, несложен в установке, что повышает экономическую эффективность его использования.

В будущем планируется внедрить на нефтедобывающем предприятии ООО ЮССК «Север-Альянс».

## Оглавление

### Оглавление

Введение.....	11
1 Буровая установка ЕУК 3000.....	12
2 Энкодер.....	15
2.1 Инкрементальный энкодер.....	15
2.2 Абсолютный энкодер.....	17
2.3 Оптические энкодеры.....	19
2.4 Магнитный энкодер.....	20
2.5 Магниторезисторные энкодеры.....	22
3 Индукционный датчик для аварийного отключения буровых приводов...	23
4 Экспериментальное исследование.....	26
5 Расчет надежности.....	30
6 Конструкторско-технологическая часть.....	36
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	45
7.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	45
7.2 Технология QuaD.....	45
7.3 SWOT-анализ.....	48
7.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	49
7.5 Бюджет научного исследования.....	52
8 Социальная ответственность.....	59
8.1 Введение.....	59
8.2 Анализ вредных факторов производственной среды.....	59
8.3 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению.....	63
8.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений....	66
8.5 Безопасность в чрезвычайные ситуации.....	67
8.6 Региональная безопасность.....	68
Заключение.....	83

The conclusion .....	84
Список используемой литературы. ....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Внешний вид индукционного датчика.....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Печатная плата .....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Конструкция крепления индукционного датчика на валу .....	90

## Введение

Россия является самой богатой страной в мире по запасу природных ресурсов, в частности нефти. Важнейшей проблемой на сегодняшний день является затраты на дорогостоящие импортное оборудование, используемого при добычи нефти. Одним из направлений решений данной проблемы является замена в случае выхода из строя дорогих частей оборудования на более дешевые детали отечественного производства.

Наиболее часто из-за постоянной вибрации оборудования выходит из строя энкодер, который отвечает за считывание положения вала электродвигателя. Нецелесообразно использовать энкодер импортного производства так как они обладают высокой стоимостью и сложны в их установке. Целью данной работы является разработка бесконтактного датчика для аварийной остановки буровых приводов.

В представленной работе рассматривается замена энкодера бесконтактным выключателем, что позволит считывать обороты вала электродвигателя. Преимущества предлагаемой разработки открывает новые возможности позволяющие минимизировать затраты, сократить время затрачиваемое для установки и обслуживание энкодеров, что позволит повысить качество работы.

Целью данной выпускной квалифицированной работы является разработка индукционного датчика для аварийной остановки буровых приводов.

## 1 Буровая установка ЕУК 3000

На Южно-Приобском месторождении находится модернизированная буровая установка ЕУК-3000 (Рисунок 1), которая предназначена для бурения скважин глубиной до 6000 метров.



Рисунок 1– Буровая установка ЕУК-3000

Структурная схема буровой установки представлена на рисунке 2.

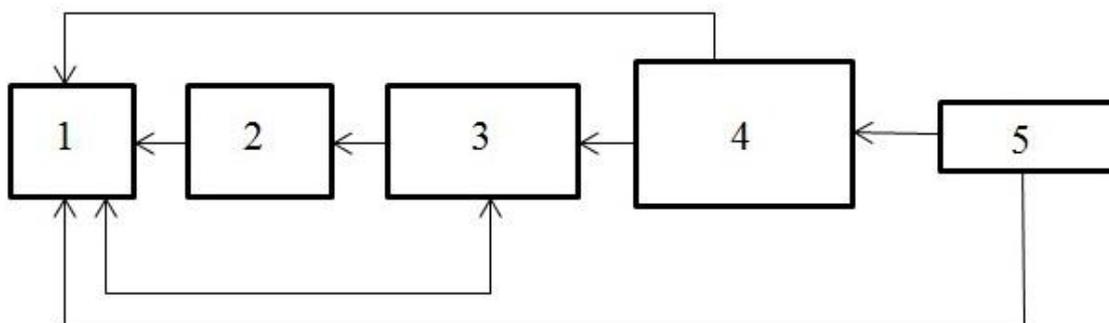


Рисунок 2 - Блок-схема буровой установки ЕУК-3000.

Первый блок – роторный блок. Он отвечает за состав буровых свечей и бурильного оборудования. Бурильное оборудование включает в себя свечи, долото, кермак, 8-кп, верхний привод, ключ АКБ.

Второй блок – лебедочный блок, в нем находятся вспомогательная и основная лебедки. Лебедочный блок отвечает за подъем и опускание инструмента для бурильного верхнего привода.

Третий блок – емкостной блок. Он представляет собой закрытое помещение с пятью виброситами, которые отвечают за отбор бурового раствора и двенадцатью емкостями с электродвигателем в каждой. Емкость предназначена для замешивания раствора, который предназначен для бурения скважин.

Четвертый блок – насосный блок, в котором находятся два подпорных и два главных буровых насоса. Буровые насосы под давлением подают готовый буровой раствор, которым бурят и готовят скважины. К буровым насосам подключены главные буровые электродвигатели мощностью до 660 кВт. В каждом электродвигателе на валу установлен магнитный энкодер, который осуществляет считывание количества вращений вала и передает данные на контроллер. По полученным данным выставляется литраж подачи бурового раствора.

Энкодеры выходят из строя чаще всего из-за сильных вибраций и погодных условий. В случае выхода энкодера из строя происходит неверный

расчет литража бурового раствора. Бурильщику очень сложно угадать положенный расход раствора.

Пятый блок – контейнер технического управления (КТУ) буровых приводов и бурового процесса. КТУ состоит из одного контейнера, в котором находится автоматизированная система управления. КТУ обслуживается инженером АСУ ТП, который отвечает за качество и контроль работы буровых приводов, в частности и такой детали как энкодер на электродвигателях буровых приводов. Сигнал с энкодера поступает на контроллер, расположенный в шкафу управления в КТУ Инженер АСУ ТП отслеживает весь процесс работы оборудования на панели визуализации и в случае поломки производит замену вышедших из строя деталей бурового привода. Замена вышедшего из строя энкодера занимает очень много времени и требует больших затрат, поэтому существует необходимость в замене его на практичный аналог с наименьшей стоимостью.

За простой буровой установки заказчиком взимается штраф из расчёта один миллион за сутки простоя. Поэтому необходимо обеспечить постоянную работу всех блоков буровой установки. В связи с этим особую актуальность приобретает быстрая и качественная замена вышедших из строя частей оборудования.

Наиболее часто из строя выходит энкодер, его замена связана с большой потерей времени и бюджетных затрат. В данной работе предлагается заменить дорогостоящий энкодер на более дешевый бесконтактный датчик, позволяющий в достаточный короткий срок произвести замену и преступить к дальнейшей работе.

## 2 Энкодер

Энкодер – датчик угла поворота, то есть, устройство, которое предназначено для преобразования угла поворота вала в электрические импульсы, по которым можно определить: угол поворота, скорость вращения, направление вращения, и текущее положение относительно начальной точки работы. Также с помощью энкодера можно измерить длину и расстояние или установить перемещение инструмента. Устанавливают энкодер непосредственно на вал, или соединяют их через гибкую переходную муфту.

Энкодеры нашли широкое применение в различных механизмах, в которых необходимо точно знать текущее положение. Такими механизмами могут быть: сервоприводы, печатная промышленность, металлообработка, лифтовая техника, робототехника и прочие машины, требующие точной регистрации показателей движения частей [1].

Энкодеры имеют деление на:

- инкрементальные;
- абсолютные.

По характеру исполнения подразделяются на резисторные, магнитные и оптические.

### 2.1 Инкрементальный энкодер

Инкрементальный энкодер – это счетчик импульсов, которые возникают при вращении вала.

Инкрементальный энкодер (рисунок 3) является наиболее дешевым среди прочих энкодеров, и применяется на электродвигателях малой мощности [2].



Рисунок 3 – Инкрементальный энкодер

Конструкция инкрементального энкодера представляет собой металлический овальный корпус с двумя осевыми подшипниками. В состав внутренних деталей входят силовые транзисторы и клемная коробка. Инкрементальный энкодер обладает силовыми транзисторами с защитой от коротких замыканий с максимальным током до 300мА для линейного формирователя для протяженных кабелей с НТЛ-сигналами или TTL-сигналами для RS-422 (опционально), а так же высокая электромагнитная совместимость (ЭМС), подтвержденная стандартом IEC- 801-4. Защита от паразитных токов, обусловленных изолированными шарикоподшипниками, в некоторых приборах. Сквозной полый вал, доступный также в энкодерах с синусным выходом и во взрывозащищенном исполнении II 2 G EEx de IIC T6. По правилам эксплуатации инкрементального энкодера температура должна быть не ниже  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Комбинации с обычными валами:

- инкрементальный энкодер + инкрементальный энкодер (спаренный тахогенератор);
- инкрементальный энкодер + аналоговый тахогенератор;
- инкрементальный энкодер + ограничитель скорости.

Недостатками инкрементального энкодера являются:

- маленький диаметр сквозной оси (от 6мм до 150мм) с крепежным кольцом;
- большая клемная коробка;
- слабая защита IP 55;
- тяжелый вес (достигает до 4500 грамм);
- требует определенных климатических условий (низкая влажность, температура не ниже 20 °С).

Из приведенных недостатков следует, что инкрементальный энкодер проблематичен в установке, следовательно, требует большого затрата времени.

## 2.2 Абсолютный энкодер

Абсолютный энкодер (рисунок 4) относится к типу энкодеров, который выполняет уникальный код для каждой позиции вала[4].



Рисунок 4 – Абсолютный энкодер

Конструктивно абсолютный энкодер состоит из двух частей. Первая часть — это рейка с массивом постоянных магнитов. Фактически данная рейка представляет собой линейку, где каждый магнит «пронумерован». Вторая часть – сканирующая головка, которая движется вдоль рейки и измеряет абсолютное значение, используя эффект Холла.

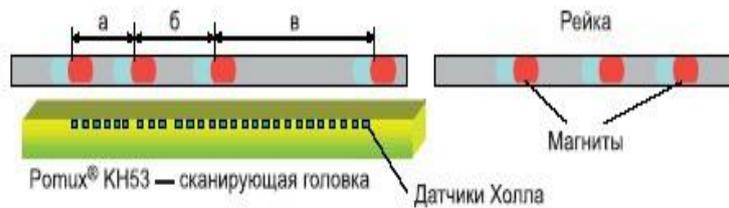


Рисунок 5 – Конструкция линейного абсолютного энкодера

Абсолютный энкодер, как оптический, так и магнитный имеют своей рабочей характеристикой число шагов количество оборотов, при этом не требуют первичной установки инициализации датчика. Обладает высокой стоимостью по сравнению с другими энкодерами, однако имеет большой спрос за счет своей отличительной особенности. Отличительной особенностью абсолютного энкодера является уникальный код, сформированный для каждой позиции вала. Так же разница от инкрементального энкодера в том, что в данном датчике не нужен счетчик импульсов, потому всегда известен угол поворота. Выходной сигнал абсолютного энкодера формируется как во время покоя, так и во время вращения вала. Внутренней отличительной особенностью является диск с несколькими концентрическими дорожками, каждой из которых получается уникальный двоичный код для определенной позиции вала. Абсолютный энкодер при потере питания не теряет своего значения, что говорит о том, что не требуется возвращение в начальную позицию. Сигнал абсолютного энкодера устойчив к помехам, что говорит о том, что для него не требуется точная установка вала. Данный тип датчиков хорошо устойчив к вибрациям.

Абсолютные энкодеры применяются в различных областях: производственное оборудование — различные станки, сталелитейная промышленность, театральное оборудование, прессовое оборудование, шинная промышленность и многое другое.

Недостатками данных энкодеров являются: установка на вал, так как требует дополнительные крепления; необходимость муфты, монтажного фланца; небольшой температурный диапазон (от -20 °С до 65 °С); неустойчивость перед влажным климатом.

### 2.3 Оптические энкодеры

Конструкция оптического энкодера состоит из специального оптического диска, светоизлучающего диода и фотодетектора. Диск с нанесенной оптической шкалой (поверхность диска состоит из прозрачных и непрозрачных участков) жестко закрепляется на валу. При вращении объекта специальный датчик считывает информацию и преобразовывает ее в импульсы.[5]

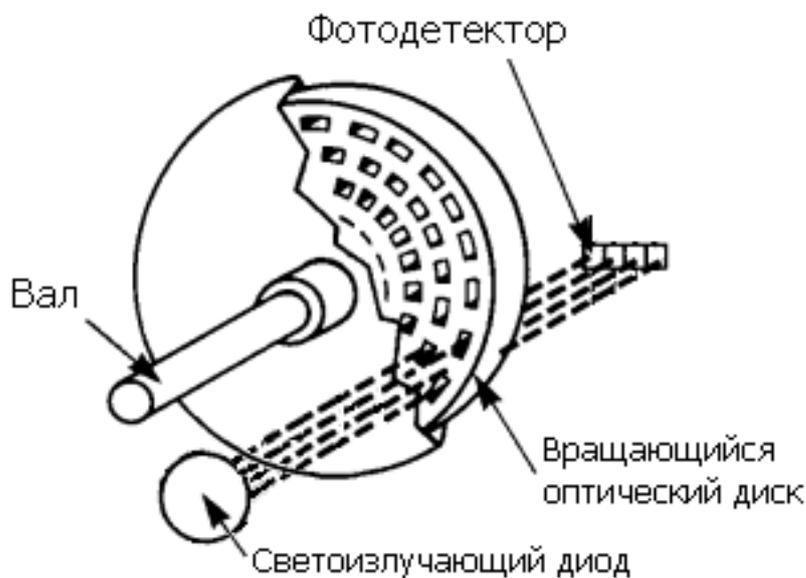


Рисунок 6 – Схема оптического энкодера

Принцип работы данного энкодера заключается в следующем, сфокусированный луч света, направленный на фотоприемник, совмещенный с излучателем, периодически прерывается вращающимся диском, расположенным между приемником и передатчиком света и закрепленный на валу контролируемого объекта. Диск может быть непрозрачным с

отверстиями, либо прозрачным с нанесенным на него кодированным рисунком. По сравнению с более сложными преобразователями переменного тока, это простая схема кодирования реализует, по существу, цифровой вывод результатов с оптических датчиков в недорогой надежной конструкции с хорошей помехоустойчивостью.

## 2.4 Магнитный энкодер

Магнитный энкодер включает в себя вал с магнитом и датчиком Холла, который регистрирует последовательность прохождения магнитных полюсов (северные и южные) и измеряет скорость и направление вращения.[6]

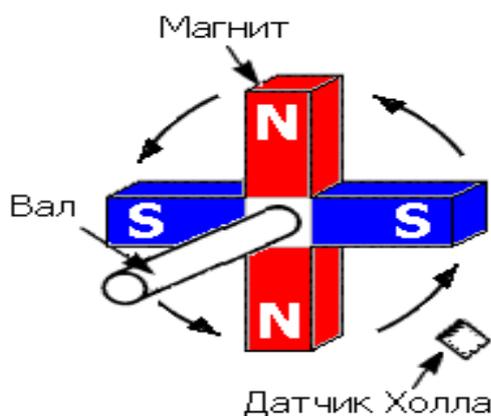


Рисунок 7 – Магнитный энкодер

Магнитные энкодеры с высокой точностью регистрируют прохождение магнитных полюсов вращающегося магнитного элемента непосредственно вблизи чувствительного элемента, преобразуя эти данные в соответствующий цифровой код.

Угловые магнитные энкодеры условно можно разделить на две группы: линейные энкодеры, применяемые для измерения углов поворота, и собственно угловые энкодеры.

В первом случае это гибкая магнитная лента крепится на обод поворотного стола большого диаметра (например поворотные и делительные столы) или ротор большого диаметра (например , поворотные и длительные столы) или ротор поворотного двигателя, а считывающая головка с магнитными датчиками устанавливается неподвижно на станине или статором основании.

Также выпускают энкодеры , состоящие из кольца или полукольца с нанесенной на них магнитной шкалой, которые крепят на поворотные детали конструкции. Считывающая головка таких энкодеров установлена на неподвижные детали конструкции.

Во втором случае – это самостоятельная конструкция небольших размеров, соединяемая свалом электродвигателя или другого механизма и служащая для измерения и регулирования скорости их вращения.

Такой энкодер состоит из двух отдельных частей вращающегося магнита и считывающей головки. Небольшой поляризованный магнитик установлен на валу, который вращается на шарикоподшипниках в жестком корпусе. Напротив корпуса магнит и соосно с вращающимся валом располагают неподвижно считывающее устройство, в котором расположена позиционно-чувствительна интегральная микросхема, чувствительная интегральная микросхема, чувствительная к изменяющемуся магнитному полю.

В состав микросхемы входят матрица позиционно-чувствительных датчиков, и система обработки их сигналов, позволяющая получить на выходе кодовую информацию об угловом положении или перемещении магнита, анализатор и электронику. Энкодер обеспечивает высокую точность до  $0,3^\circ$ .

Большинство угловых энкодеров однооборотные. При необходимости число оборотов считают с помощью контроллера, зная число бит информации, получаемых за один оборот.

В настоящее время уже начали выпускать многооборотные энкодеры, снабженные отдельной магнитной системой для счета оборотов.

## 2.5 Магниторезисторные энкодеры

Магниторезистивный энкодер состоит из катушки помещенной в магнитное поле, катушка закрепляется на валу[7].

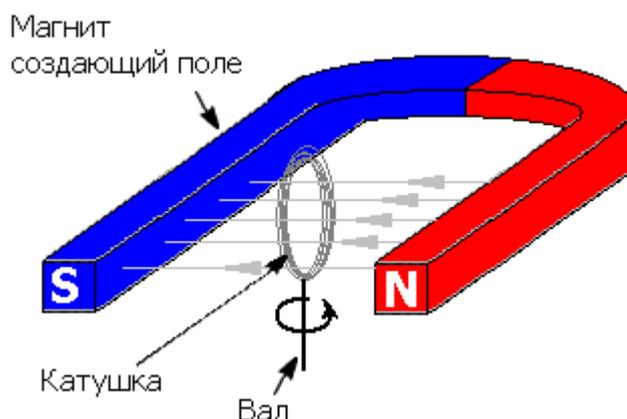


Рисунок 8 – Схема магниторезистивного энкодера

При вращении катушки ее витки будут изменять положение относительно поля, они будут то параллельны полю, то перпендикулярны, соответственно ток в катушке будет меняться. Таким образом, протекающий через катушку ток будет изменяться в зависимости от угла поворота вала.

Проанализировав различные виды энкодеров можно сделать вывод, что все они обладают высокой стоимостью и сложностью в установке, поэтому для решения поставленной задачи необходимо альтернативное предложение. Предлагается заменить энкодер на бесконтактный датчик позволяющий отключать буровой привод в наступлении аварийной ситуации.

### **3 Индукционный датчик для аварийного отключения буровых приводов**

В нефтедобывающей промышленности стоит задача о замене импортного дорогостоящего оборудования на отечественное и более дешевое. Описанные выше экодеры обладают значительным количеством недостатков и имеют высокую стоимость. Поэтому существуют необходимость в разработке и их замене практичным и дешевым аналогом. В качестве такого аналога разработан индукционный датчик (рисунок 9), конструкция которого состоит из индукционного бесконтактного выключателя, крепления, клемной коробки, двухжильного кабеля, цифровой платы РМИО и контроллера.

ИБВК М30-34У представляет собой металлический цилиндр размерами 12и 18 мм, весом 0.9 г который включает в себя электронный триггер, индуктивную катушку с открытым магнитопроводом в сторону активной его рабочей поверхности[8].

Диапазон рабочих температур  $-55^{\circ}\text{C}...+105^{\circ}\text{C}$



Рисунок 9-Бесконтактный выключатель (ИБВК М30-34У)

В основе работы датчика приближения лежит генератор с катушкой индуктивности. Отсюда и название. Когда в электромагнитном поле катушки появляется металл, это поле резко меняется, что влияет на работу схемы.

Индуктивный датчик является дискретным. Сигнал на его выходе появляется, когда в заданной зоне присутствует металл.

Датчик состоит из генератора, который создает переменное магнитное поле, триггера, переключающего состояние логического выхода при изменении параметров генератора.

Комплексная защита предохраняет датчик от переплюсовки, импульсных помех по напряжению и перегрузки потоку. Ключевая схема преобразует сигналы.[9]



Рисунок 10 – Схема функциональная индуктивного датчика с комплексной защитой

Индуктивные бесконтактные выключатели срабатывают только на металлы и не чувствительны к остальным материалам. За счет бесконтактного принципа действия отсутствует механический износ.

Индуктивные бесконтактные датчики (выключатели) применяются для управления, регулирования, автоматизации и контроля рабочего процесса. Они применяются в станкостроении, машиностроении, в пищевой и деревообрабатывающей промышленности, в металлургии – везде, где необходима автоматизация процессов.

Чтобы установить ИБВК на вал электродвигателя необходимо крепление. Крепление состоит из двух металлических пластин и стопорным

кольцом. Металлические опоры должны быть размерами длиной 10 см и шириной 2 см, а стопорное кольцо диаметром 18 мм.

Чтобы подключить ИБВК в рабочий режим понадобится 2-х жильный кабель, провод изернет, привод с платой РМИО и контроллер с управляемой панелью, электродвигатель с наружным валом.

#### 4 Экспериментальное исследование

Для того что бы установить ИБВК в рабочий режим провели такие действия как отключение насосного блока буровой установки ЕУК-3000 от электроэнергии в РУ №1 (распределительное устройство) выключением главного рубильника и последующим остановке отключения аккумуляторных батарей питания контроллера и буровых приводов в КТУ. Средствами защиты проверили снятие напряжения на главном буровом электродвигателе. После чего вскрыли торцевое борно и проверили еще раз снятие напряжение указателем высокого напряжения. После чего приступили к снятию с вала главного бурового электродвигателя магнитного энкодера. Чтобы извлечь энкодер с вала потребовалось раскрутить болты крепления и отключения кабельконцов с клемной коробки электродвигателя, после чего аккуратно сняли энкодер и положили его в вибростойкий контейнер.

Далее приготовили крепление для ИБВК такие как две металлические пластины и стопорное кольцо. Индукционный датчик вставляем в стопорное кольцо и туго затягиваем стопорное кольцо с датчиком к металлическим пластинам так что бы он был не подвижен.

Для того что бы датчик срабатывал на включение и отключения, на валу электродвигателя наносим эпоксидной смолой вдоль вала полосу толщиной 0,02мм. Далее берем крепежный механизм с датчиком и вставляем его в борно главного бурового электродвигателя и прикручиваем к клемной коробке контрогаем так что бы был вибростойким. Крепим так, что бы индукционный датчик был на расстоянии от вала электродвигателя не более 3 мм. После чего провод выходящий из индукционного датчика который состоит из двух жил, подключаем к клемной коробке электродвигателя.

Далее провод выходящий из клемной коробки прозваниваем мультиметром для того, что бы не было обрыва на линии присоединения. Замеряем расстояния от КТУ до бурового главного электродвигателя по кабель каналам, для того что бы узнать длину для требуемого кабеля подключения к буровому приводу. После сделанных ранее действий

протягиваем кабель от электродвигателя до бурового привода, закрываем все используемые кабель каналы. Далее проверяем мультиметром целостность кабеля от электродвигателя до бурового привода. После чего закрываем борно главного двигателя, так как при рабочем двигателе не разрешается открытое борно. В КТУ в шкафу управления буровыми приводами заводим кабель который приходит от ИБВК и протягиваем его к реле контроля от короткого замыкания после чего подключаем к реле с правильной последовательностью.

Когда мы подключили к реле то помечаем концы провода которые выходят из реле безопасности желтым и зеленым цветом так что бы соблюдать последовательность подключения к плате РМИО. Для того что бы подключить ИБВК к плате нам понадобится аккуратно скинуть приходящие концы которые были от магнитного энкодера, так как они нам не подходят по сечению жил. Когда мы подключили ИБВК к плате РМИО, проверяем надежность подключения, после чего берем изернет кабель и подключаем к порту бурового привода, а другой конец к плате РМИО. После чего вся цепь соединений проходит через контроллер который преобразует сигнал. Далее контроллер подключается к панели визуализации. Для того что бы настроить панель надо подать напряжения для ее включения.

Подаем напряжения путем включения главного рубильника РУ №1 и включением аккумуляторных батарей в КТУ. После проведенных действий включаем панель визуализации прописываем код в командной строке. При загрузке компьютерных данных появляется рабочая панель, которая отвечает за работу буровых приводов. Проверяем цепь соединения мультиметром, если напряжение подается на ИБВК (рисунок11) то мы можем включать пробный коротко временный толчок до полного вращения вала электродвигателя. Если все прошло без изменений, то задаем на пульту бурильщика момент вращения бурового привода. Моменты отображаются на панели визуализации в КТУ. После чего запускаем буровой электродвигатель.

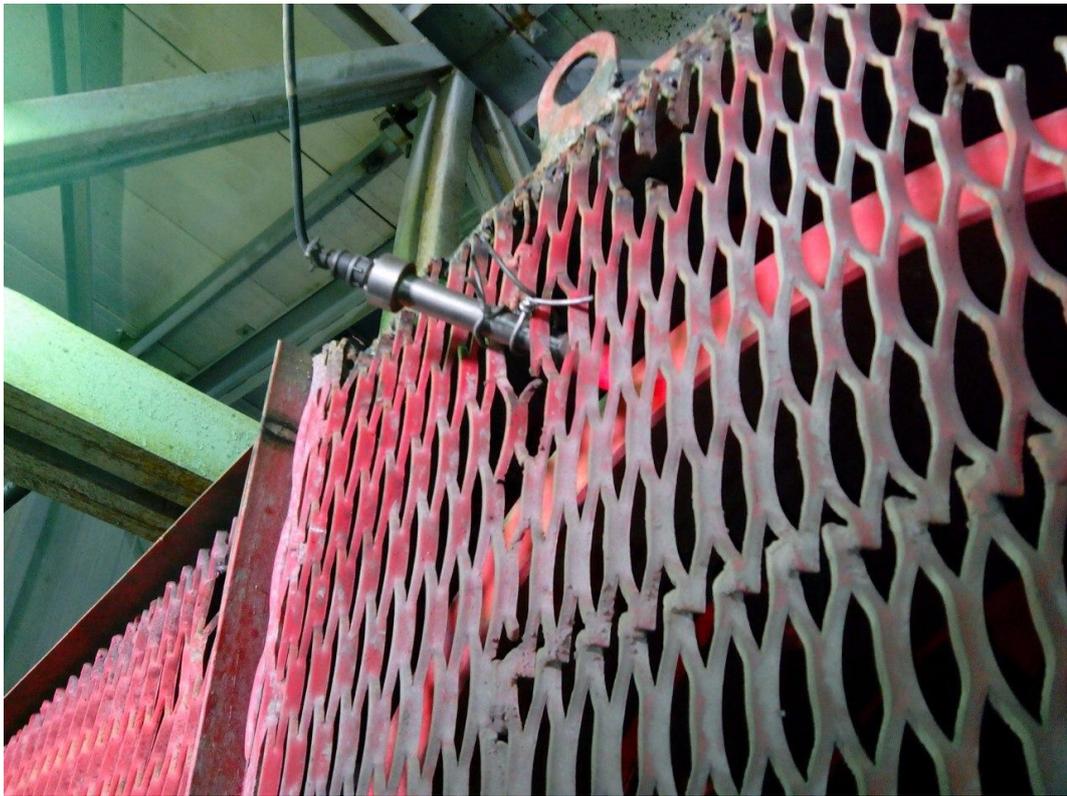


Рисунок 11 –Фотография испытания датчика.

ИБВК осуществляет счет отключения, включения и передает код на контроллер, так как эпоксидная полоса которая нанесена на валу электродвигателя создает включение и выключения датчика.

На рисунке 12 видно, что с левой стороны на панели визуализации данный насос в работе и работа ИВБК все с точностью сходится.

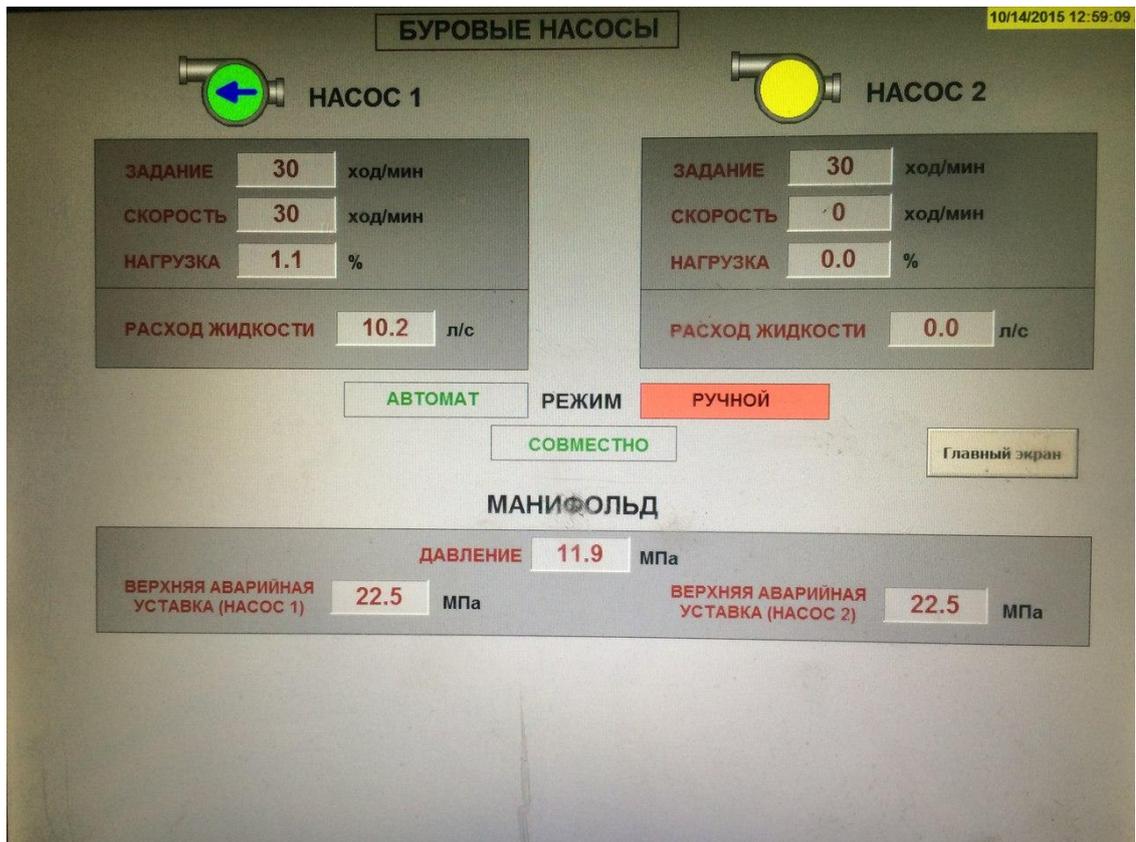


Рисунок 12- Панель визуализации.

На рисунке 13 видна полноценная работа бурового оборудования.

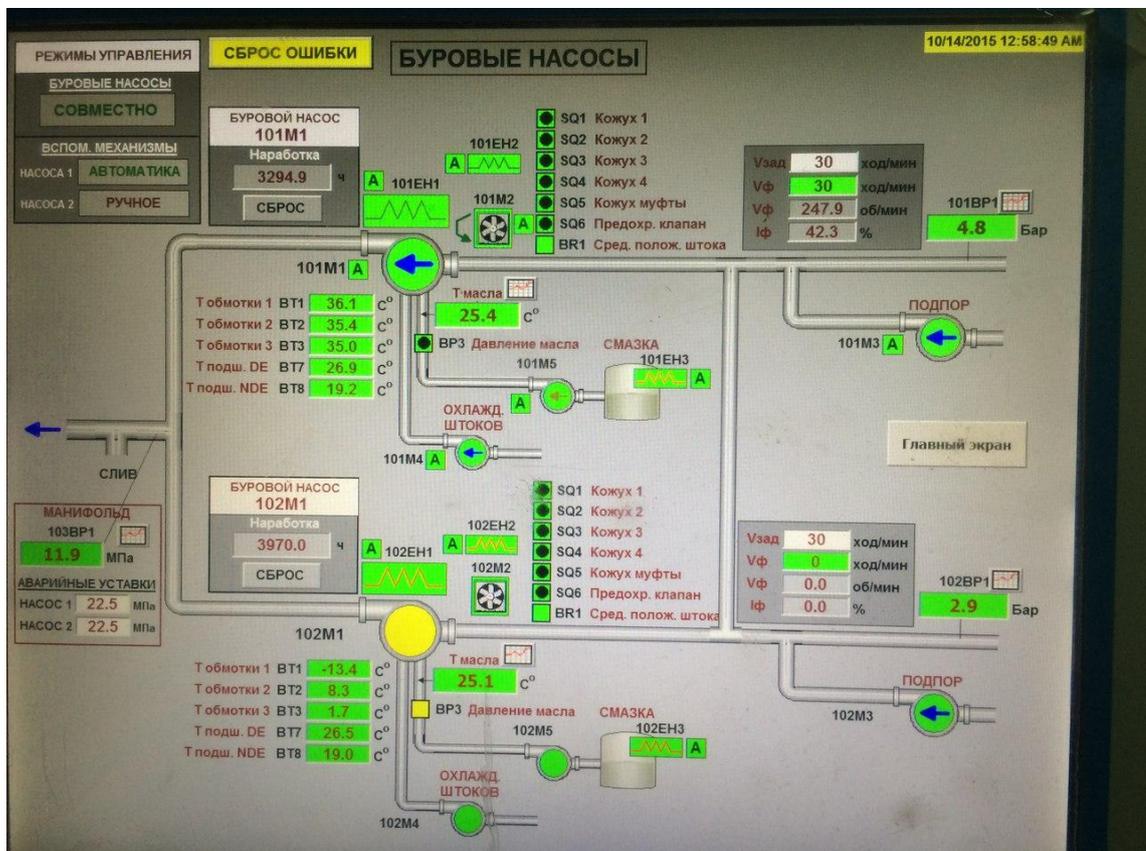


Рисунок 13- Панель приборов

После экспериментального использования бесконтактного датчика замечена хорошая эффективность в работе. Показания данных в нормальном рабочем режиме безошибочные, погрешностей не имеет. На рисунке 12 видим показания датчика на панели визуализации, а на рисунке 13 показана полноценная работа буровых приводов.

## **5 Расчет надежности**

Надежность - одно из важнейших свойств изделий, в том числе электронных измерительных устройств, которое определяет их эксплуатационную пригодность. Показатели надежности являются основными техническими параметрами изделия наряду с точностью, массогабаритными характеристиками и т.д. Техническое задание на разработку любого измерительного устройства должно обязательно содержать раздел с требованиями по надежности.

Согласно ГОСТ 27.002-89 под надежностью понимается свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значений всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования[18].

Расчёт надежности проектируемой технической системы заключается в определении показателей надежности системы по известным характеристикам надежности составляющих элементов конструкции и компонентов системы с учетом условий эксплуатации.

Основным показателем безотказности изделия - вероятность безотказной работы  $P(\tau)$ . Вероятность безотказной работы  $P(\tau)$  - это безразмерная величина, которая зависит от времени наработки  $\tau$  и изменяющаяся в пределах от 0 до 1.

Для нерезервированных систем на основном временном участке работы, когда приработка изделия завершена и производственные дефекты, если такие выявились, устранены, а износ еще не наступил, то вероятность безотказной работы вычисляется по формуле:

$$P(T) = \exp\left(-\sum_{i=1}^m (\lambda_i; \tau)\right), \quad (1)$$

где  $\lambda_i$  - интенсивность отказа  $i$  – элемента,

$m$  – число элементов.

Таким образом, вероятность безотказной работы уменьшается со временем по экспоненциальному закону от значения 1. При этом интенсивность отказа системы определяется по формуле:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^m \lambda_i. \quad (2)$$

А среднее время наработки до отказа есть величина обратная  $\lambda_c$

$$T = \frac{1}{\lambda_c}. \quad (3)$$

Интенсивность отказа элементов и компонентов проектируемой системы (устройства) с учетом условий эксплуатации устройства можно определить по следующей формуле:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} * K1 * K2 * K3 * K4 * a_i(t_k, K_H), \quad (4)$$

Где  $\lambda_{0i}$  - номинальная интенсивность отказа  $i$ -го элемента или компонента;

$K1, K2$  - поправочные коэффициенты на воздействие механических факторов;

$K3$  - поправочный коэффициент на воздействие влажности;

$K4$  - поправочный коэффициент на давление воздуха;

$a_i(t_k, K_H)$  - поправочный коэффициент на температуру поверхности компонента ( $t_k$ ) и коэффициента электрической нагрузки ( $K_H$ ).

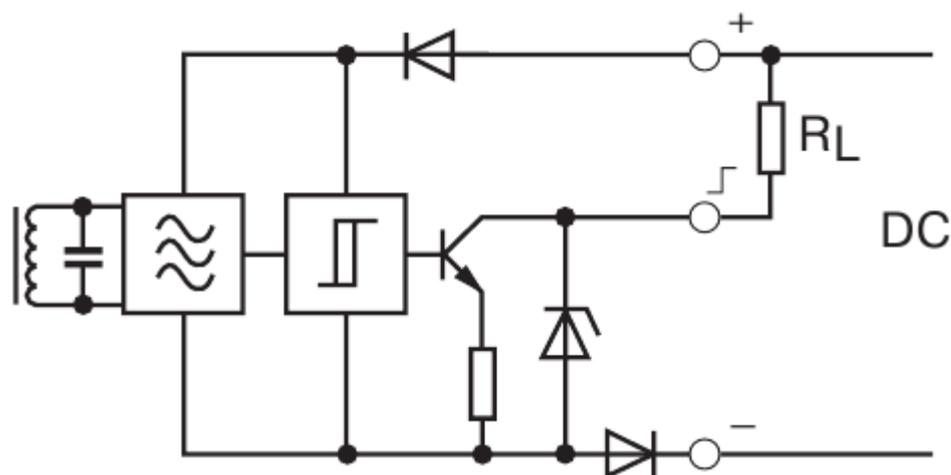


Рисунок 14 - Схема индукционного датчика

Схема состоит из:

- 2 резистора –  $R_L=1$  кОм;  $R=150$  Ом;
- 3 диода;
- 1 катушка индуктивности;
- 1 триггер;
- 1 выключатель;

Датчик используется в полевых условиях поэтому из таблицы 1 были выбраны поправочные коэффициенты влияния механических воздействий стационарные (полевые) условия эксплуатации аппаратуры.

Таблица 1. Поправочные коэффициенты влияния механических воздействий

Условия эксплуатации аппаратуры	Вибрация $k_1$	Ударные нагрузки $k_2$	Суммарное воздействие $k_\Sigma$
Лабораторные	1,0	1,0	1,0
Стационарные (полевые)	1,04	1,03	1,07
Корабельные	1,3	1,05	1,37
Автофургонные	1,35	1,08	1,46
Железнодорожные	1,4	1,1	1,54
Самолетные	1,46	1,13	1,65

В таблице 2 приведены значения поправочного коэффициента  $K_3$ , учитывающего влияние влажности.

Таблица 2. Поправочный коэффициент на воздействие влажности

Влажность, %	Температура, °С	Поправочный коэффициент $k_3$
60...70	20...40	1,0
90...98	20...25	2,0
90...98	30...40	2,5

Датчик работает при температуре 40 °С и влажности 90%. Отсюда следует, что поправочный коэффициент  $K_3$ .

В таблице 3 приведены значения поправочного коэффициента  $K_4$ , учитывающего влияние атмосферного давления.

Таблица 3. Коэффициент влияния атмосферного давления

Давление, кПа	Поправочный коэффициент $k_4$	Давление, кПа	Поправочный коэффициент $k_4$
0,1...1,3	1,45	32,0...42,0	1,2
1,3...2,4	1,40	42,0...50,0	1,16
2,4...4,4	1,36	50,0...65,0	1,14
4,4...12,0	1,35	65,0...80,0	1,1
12,0...24,0	1,3	80,0...100,0	1,0
24,0...32,0	1,25		

Коэффициент атмосферного давления влияния на датчик составляет 758 мм. рт. ст., что равняется 1кПа.

Коэффициенты электрической нагрузки  $K_n$  компонентов определяются отношением значения контролируемого параметра (тока, напряжения или

мощности) рассматриваемого компонента к максимально возможному (допустимому) по техническим условиям значению этого параметра.

Согласно справочным данным для используемых элементов таких как, резистор, диод, катушка индуктивности, выключатель коэффициент нагрузки составляет  $K_H=0,8$ .

Для определения поправочного коэффициента  $a_i(t_{ki}, K_H)$  необходимо соблюдать следующее отношение температур:

$$t_c < t_{ky} < t_{cp} \leq t_{ki}, \quad (5)$$

где  $t_c$  – температура окружающей среды,  $t_{ky}$  – температура корпуса устройства,  $t_{cp}$  – температура воздуха внутри устройства,  $t_{ki}$  – температура поверхности корпуса электронного  $i$ -го компонента.

Данные температурных сред:

$$t_c=50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{ky}=55 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{cp}=60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{ki}=60 \text{ }^\circ\text{C}$$

Значения коэффициентов  $a_i(t_{ki}, K_H)$  определяем по графикам.

Результаты расчета надежности устройства представлены в таблице 4.

Таблица 4. Интенсивности отказов компонентов проектируемого устройства

№	Наименование элемента	Схемное обозначение элементов	Количество элементов в группе Nп	$\lambda_{0i} \cdot 10^6$ 1/ч	тк, °С	$k_n$	$\alpha_i(T, k_n)$	Интенсивность отказов элементов группы с учетом внешних условий $\lambda_{0i} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_4$	Интенсивность отказов в рабочем режиме $\lambda_{0i} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \alpha_i(T, k_n)$	Интенсивность отказов группы элементов
1	диод	Д1	3	0,2	2,5	0,8	2,5	0,53	1,339	4.017
2	Резисторы постоянные	R1-R5, R7-R10	2	0,03	2,5	0,8	2,5	0,08	0,2008	0.4016
3	Выключатель		1	0,13	2,5	0,8	2,5	0,368	0,92	0.92
4	Катушка индуктивности		1	0,02	2,5	0,8	2,5	0,053	0,1339	0,1339
ИТОГО										5,4725*10 <sup>-6</sup>

Следовательно, среднее время безотказной работы:

$$T_{cp} = 1/\lambda_c = 1/2,5937 = 38\ 550(\text{час}). \quad (6)$$

Получаем вероятность безотказной работы устройства в течение 1000 часов:

$$P_c(t) = e^{-t/T_{cp}} = 1 \quad (7)$$

Произведенные расчеты показывают, что разработанное устройство удовлетворяет условиям технического задания по требованиям к показателям надежности.

## 6 Конструкторско-технологическая часть

### 6.1. Крепление датчика

Для индукционного датчика было разработано крепление его установки. Внешний вид крепления индукционного датчика представлен в презентации.

Внешний вид крепления индукционного датчика представлен на рисунке 15, а его размеры представлены в таблице 5.

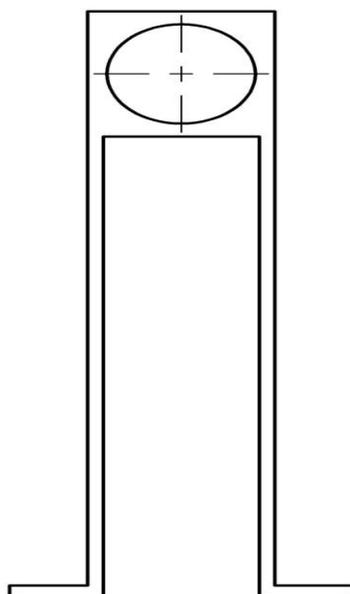


Рисунок 15- Крепления для индукционного датчика

Таблица 5. Размеры крепления для индукционного датчика

	W,мм	L,мм	H,мм
Корпус датчика	18	65	50
Крепление	15	44	100

Крепление металлическое предназначено для установки датчика в борно электродвигателя.

Отверстие в верхней части крепления служит для установки индукционного датчика и затягивание его с помощью гаек. На лапках крепления есть два отверстия, они служат для того что бы устанавливать крепление и затягивать в борно болтовым соединением.

## **6.2 Разработка печатной платы**

Исходными данными при проектировании одноплатной конструкции являются:

1. Принципиальная электрическая схема, которая определяет число элементов, расположенных на плате и характер связей между ними. Число и характер внешних связей, элементную базу (степень интеграции, защищенность от внешних воздействий). Номиналы напряжений питания, геометрические размеры , помехоустойчивость , быстродействие, и т.д.

2. Технические требования к конструкции – условия работы (объект установки, температурный диапазон, характер механических и климатических воздействий, уровень внешних электромагнитных помех);

3. Технологические ограничения учитывают тип производства, номенклатуру освоенных технологических процессов и т.д.

Изготовление печатной платы (ПП) должно производиться согласно всем требованиям чертежа и технических условий. К ПП предъявляются следующие требования:

- поверхность ПП не должна иметь пузырей, вздутий, посторонних включений, трещин и расслоений материала основания, снижающих электрическое сопротивление и прочность изоляции. Материал основания ПП должен быть таким, что бы при обработке (сверление, штамповка, распиловка) не образовывались трещины, отслоение и другие неблагоприятные явления, влияющие на эксплуатационные свойства, а также на электрические параметры плат;

- ширина печатных проводников и расстояние между ними устанавливаются требованиями чертежа. Печатные проводники должны быть с ровными краями. Цвет медного проводника может быть от светло-розового до темно-розового. Для повышения качества и надежности проводников часто применяются гальванические покрытия, которые обеспечивают защиту проводников от коррозии, увеличивают сопротивление механическому износу, позволяют повысить предельно допустимые токи в схеме. На печатных проводниках недопустимы механические повреждения.

При определении площади печатной платы (ПП), габаритов и соотношения размеров сторон учитываются следующие факторы: площади размещаемых на плате элементов и площади вспомогательных зон; допустимых габаритов с точки зрения технологических возможностей и условий эксплуатации, числа контактов внешних связей, допустимой задержки распространения сигнала в линии связи. Максимальные габариты ПП ограничиваются их жесткостью (при малой жесткости может произойти обрыв печатных проводников уже в производстве).

При проектировании цифровых устройств (ЦУ) нет таких строгих ограничений на порядок размещения элементов, как в аналоговых устройствах, т.к. помехоустойчивость ЦУ достаточно велика. Размещение элементов выполняется достаточно плотно, хотя с другой стороны обеспечиваются оптимальные условия для трассировки, электромагнитной и тепловой совместимости, удобства сборки, настройки и контроля. Целесообразно применять двустороннюю ПП (ДПП), т.к. она самая надежная из существующих типов ПП, простота в изготовлении по сравнению с МПП, а также позволяет оптимально размещать большое число печатных проводников. Корпуса элементов размещаются на одной (лицевой) стороне ПП.

При выборе материала основания учитываются требования по теплоотводу, прочности, согласованности ТКЛР платы и навесных

элементов, диэлектрической проницаемости, потерям, электрической прочности, влагостойкости.

В данном случае выбираем стеклотекстолит СТФ-2-35-0.25 ГОСТ 10316-78, который представляет собой прессованные многослойные листы, состоящие из стеклоткани. Пропитанных эпоксидно-фенольным лаком и облицованные с обеих сторон медной фольгой (стандартная толщина медной фольги 50 мкм)[19]. В целом плата из такого материала обладает высокой механической прочностью, хорошими электроизоляционными свойствами, низким влагопоглощением.

Для изготовления меж контактных соединений (нанесения печатных проводников) используется комбинированный позитивный метод, который способен обеспечить металлизацию отверстий.

При необходимости контакт дорожек между сторонами обеспечивается при помощи переходных и монтажных соединений. Размеры печатных проводников и их размещение выбираются после размещения на чертеже печатной платы всех элементов электрической схемы. Длина проводников должна быть минимально возможная.

Печатные проводники могут выдерживать значительные тепловые перегрузки, поэтому практически тепловой расчет ПП проводится в особо ответственных случаях. Допустимая температура печатного проводника не должна превышать 80°C. Ширина печатного проводника определяется исходя из требований плотности тока и омического сопротивления проводника. Плотность электрического тока  $j$  не должна превышать 20 А/мм<sup>2</sup> для ОПП, ДПП и наружных слоев МОП. Максимальный ток, протекающий по проводникам на ПП (ток шины питания) равен 1.2 А. Плотность 20 А/мм<sup>2</sup> такой ток достигнет при ширине проводника 0,5 мм.

Поэтому во всех случаях расстояние между проводниками допустимо менее 0.25 мм. Однако не стоит забывать, что это условие необходимое, но недостаточное.

Толщина ПП также ограничена. В соответствии с международными требованиями толщинами ПП являются следующие: 0.2; 0.5; 0.8; 1.6; 2.4; 3.2; 6.4 мм. Величина допуска на толщину платы определяется чертежом. Прочность сцепления печатных проводников с основанием ПП определяет качество и надежность печатной схемы ПП. Предназначенные для установки радиоэлементов с гибкими выводами (резисторы, конденсаторы и т.д.) отверстия должны выдерживать не менее 5 одиночных перепаек, а предназначенные для установки многовыводных элементов (микросхем и т.д.)- не мене 3 перепаек.

Устойчивость при механических воздействиях и прочность ПП обеспечивается конструкцией узла или блока.

Расчет конструирования является создание коммутационного устройства для объединения группы радиоэлементов в функциональный узел с обеспечением требуемых механических и электрических параметров в заданном диапазоне эксплуатационных характеристик при минимальных затратах. Для этого необходимо выбрать тип печатной платы, определить класс точности, установить габаритные размеры и конфигурацию, выбрать материал основания для печатной платы, разместить навесные элементы, определить размеры элементов рисунка, разместить их на плате и осуществить трассировку, обеспечить автоматизацию процессов изготовления и контроля платы и процесса сбора, изготовить конструкторскую документацию.

При разработке печатной платы, с целью повышения коммутационных свойств, высокой прочности соединения выводов навесных элементов, а так же точности выполнения проводящего рисунка выбран двусторонний тип ПП и соответственно материал для изготовления ПП-стеклотекстолит марки СФ2-35Г-1 (ГОСТ 1652-74).

Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470мм. Допуски на линейные размеры платы должны соответствовать

установленным стандартами ГОСТ 25346-82 и ГОСТ 25347-82. Стандарт ГОСТ 23751-86 устанавливает 5 классов точности ПП. [19]

При компоновке элементов на плоских печатных платах оперируют понятием установочной площади элемента, которую для большинства элементов вычисляют по формуле:

$$S_{уст}=1,25*B*L(8),$$

где В-ширина элемента; L-длина элемента.

При определении полной площади вводят коэффициент ее увеличения, равный 2-3. В результате полная площадь будет в 2-3 раза больше, чем площадь установленных на ней элементов.

Все электрические соединения на плате выполнены пайкой, обеспечивающей достаточное механическое крепление элементов и хорошее электрическое соединение выводов элементов с проводниками плат.

Рекомендуется разрабатывать печатные платы с соотношением сторон не более 3:1. Разработанная плата с размерами 15x10 мм удовлетворяет ГОСТ 4.010.020.-83, ограничивающего ГОСТ 10317-79.[20] Толщина печатной платы определяется исходным материалом, используемой элементной базой и воздействующими механическими нагрузками. В данном устройстве толщина печатной платы была выбрана равной 0,5мм. Все монтажные отверстия располагают в зоне контактных площадок. Металлизированные отверстия должны иметь контактные площадки с двух сторон печатной платы. Контактные площадки должны быть круглой формы, а предназначенные под установку первого выхода микросхем должны иметь квадратную форму. Диаметры отверстий были выбраны 0,8 мм. Рассчитаем ширину печатных проводников платы. Выберем ширину проводников 0,6 мм.

Чтобы нагрев печатного проводника не выходил за пределы допустимого необходимо выполнение неравенства:

$$b = \frac{I_{max}}{j \cdot h} \quad (9),$$

где  $I_{max}$ -максимальное значение тока в Амперах;

$j$ - допустимая плотность тока, А/мм<sup>2</sup> (в нашем случае равно 20 А/мм<sup>2</sup>);

$h$ -толщина проводника в мм (в нашем случае равна 0.1 мм).

Проверим выполнение неравенства  $0.3/(20 \times 0.1) = 0.15$ .  $0.6 > 0.15$  – неравенство выполняется. Значит, нагрев печатного проводника не будет выше допустимого. С другой стороны, ширина печатного проводника должна быть такой, что бы допустимое падение напряжение на нем не превышало 1-2% номинального рабочего напряжения. Должно быть выполнено условие:

$$b \geq (50 \div 100) \cdot P \cdot \frac{l \cdot I_{max}}{h \cdot U_{ном}} \quad (10),$$

где  $l$  –длина печатного проводника, м;

$P$  –удельная электропроводность меди, Ом/м<sup>2</sup>;

$U_{ном}$ - номинальное рабочее напряжение.

Проверим это неравенство:

$$50 \cdot 0,01750 \text{ м} \cdot \frac{0,15 \text{ м} \cdot 100 \cdot 10^{-3} \text{ А}}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 15 \text{ В}} = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ м} \quad (11)$$

0.6мм>0.1мм- неравенство выполняется. Следовательно, допустимое падение напряжение не будет превышать номинального, и выбранная ширина печатных проводников удовлетворяет нашим требованиям.

Учитывая полученные значения ширины печатного проводника, применяем удобную для конструктивных целей ширину проводника  $b=0,9$  мм и расстояние между печатными проводниками 0,3 мм. Пайка элементов и проводников производится припоем ПОС-61 ГОСТ 219.38-86. Для защиты ПП от воздействия влаги и сохранения пайки, после монтажа элементов, ПП с двух сторон покрывают лаком марки УР-231[20].

Разводка плата выполнялась при помощи программы PCAD-2001.  
Плата изготовлена химическим комбинированным методом.

#### **6.4 Технология изготовления платы следующая:**

1. Изготовление заготовок:
  - а) нарезка гильотинными ножницами;
  - б) зачистка заготовок;
  - в) сверление отверстий;
2. Подготовка поверхности заготовок:
  - а) окунание в раствор 1% щавелевой кислоты;
  - б) очистка поверхности;
  - в) обезжиривание поверхности;
  - г) промывка и сушка;
3. Нанесение эмульсии:
  - а) равномерное распределение эмульсии;
  - б) сушка на центрифуге;
4. Получение рисунка схемы на плате:
  - а) экспонирование;
  - б) проявление изображения в воде;
  - в) окрашивание метил-лофиолете;
  - г) химическое дубление, промывка;
  - д) сушка на воздухе, ретуширование;
  - е) термическое дубление;
5. Получение схемы платы:
  - а) травление фольги;
  - б) промывка сушка заготовок;
  - в) снятие ретуши и эмульсии;
  - г) промывка;
  - д) чистка электрокорцуидом;
  - е) промывка и сушка на воздухе;

ж) удаление непротравленных мест;

6. Подготовка платы к металлизации:

а) лакирование;

б) сверление заготовок;

7. Металлизация платы:

а) обезжиривание и сушка на воздухе;

б) обработка платы в растворе двухлористого олова;

в) промывка и сушка, химическое омеднение;

г) чистка наждачной бумагой.

## **7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Цель данного раздела заключается в анализе с экономическим обоснованием перспектив проведения научного исследования, а так же качественное и количественное доказательства целесообразности его внедрения на производстве.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) направлена на разработку индукционного датчика для аварийной остановки буровых приводов.

### **7.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Сфера деятельности, на которую направлена моя работа – это нефтедобывающая промышленность. Индукционный датчик может быть использован в качестве магнитного энкодера вала электродвигателя. Он имеет преимущества перед энкодерами (малая стоимость, простая конструкция, высокая степень защиты, небольшой вес и др.) поэтому будет актуален среди нефтедобывающих компаний.

### **7.2 Технология QuaD**

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 6. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Энергоэффективность	0.0625	100	100	1	0.0625
2. Надежность	0.0625	95	100	0.95	0.059375
3. Унифицированность	0.0625	100	100	1	0.0625
4. Автоматизированность процесса	0.0625	90	100	0.9	0.05625
5. Безопасность от ионизирующего излучения	0.0625	100	100	1	0.0625
6. Простота эксплуатации	0.0625	80	100	0.8	0.05
7. Скорость контроля	0.0625	100	100	1	0.0625
8. Качество контроля	0.0625	95	100	0.95	0.059375
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
1. Конкурентоспособность продукта	0.0625	100	100	1	0.0625
2. Уровень проникновения на рынок	0.0625	70	100	0.7	0.04375
3. Перспективность рынка	0.0625	100	100	1	0.0625
4. Цена	0.0625	85	100	0.85	0.053125
5. Послепродажное	0.0625	100	100	1	0.0625

обслуживание					
6. Финансовая эффективность научной разработки	0.0625	100	100	1	0.0625
7. Срок выхода на рынок	0.0625	90	100	0.9	0.05625
8. Наличие сертификации разработки	0.0625	100	100	1	0.0625
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>0,9325</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot \Phi_i, \quad (12)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$\Phi_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{cp}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

$$P_{cp} = 96.25 \quad (13)$$

Данное значение лежит в интервале от 80 до 100, следовательно, такая разработка является перспективной. Что обусловлено, прежде всего, малым наличием конкуренции.

### 7.3 SWOT-анализ

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

Матрица SWOT приведена в таблице 7.

Таблица 7. Матрица SWOT

<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Малая стоимость</p> <p>С2. Простая конструкция</p> <p>С3. Высокая степень защиты</p> <p>С4. Небольшой вес</p> <p>С5. Не имеет аналогов.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Незнание на рынке.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Индукционный датчик в аварийной ситуации позволит отключить буровую установку.</p> <p>В2. Повышение надежности.</p> <p>В3. Работа при низких температурах до -50 °С.</p> <p>В4. Возможность избежать негативных последствий (в том числе человеческих жертв) в результате выхода из строя оборудования.</p>	<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие финансирования</p>

Второй этап – выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Каждый фактор помечен либо знаком «+» (сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

В рамках данного этапа построена интерактивная матрица проекта и приведена в таблице 8.

Таблица 8. Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны					Слабые стороны
		C1	C2	C3	C4	C5	Сл1
Возможности проекта	V1	+	-	+	0	+	0
	V2	+	+	+	-	+	+
	V3	+	-	+	+	+	-
	V4	0	+	+	+	+	0

Интерактивная матрица помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей SWOT-анализа.

## 7.4 Планирование научно-исследовательских работ

### 7.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

При организации работы, в том числе и научно-исследовательской необходимо планировать занятость каждого участника и определить сроки выполнения отдельных работ. Следует отметить, что в организации рабочего процесса участвует два исполнителя: дипломник и руководитель темы.

В таблице 9 определён полный перечень работ, их исполнители и продолжительность.

Таблица 9. Перечень работ, их исполнители и продолжительность

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Исполнители
Выбор задания, утверждение темы	1	Выбор и утверждение задания и темы работы	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Календарное планирование работ по теме	Студент, руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	5	Проведение эксперимента и сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	Инженер, студент
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка качества контроля	Инженер, студент
Оформление ВКР	7	Описание полученных результатов	Инженер, студент, руководитель

#### 7.4.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях выполняется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (14),$$

где  $t_{ож}$  – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{ВН}$  – коэффициент выполнения работ ( $K_{ВН} = 1$ );

$K_{Д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ( $K_{Д} = 1,2$ ).

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_K = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} \quad (15),$$

где  $T_{\text{КАЛ}}$  – календарные дни ( $T_{\text{КАЛ}} = 366$ );

$T_{\text{ВД}}$  – выходные дни ( $T_{\text{ВД}} = 52$ );

$T_{\text{ПД}}$  – праздничные дни ( $T_{\text{ПД}} = 12$ ).

$$T_K = \frac{365}{365 - 52 - 12} \approx 1,21 \quad (16)$$

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ  $t_{\text{ож}}$  применяется две оценки:  $t_{\text{min}}$  и  $t_{\text{max}}$  (метод двух оценок).

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}} + 2 \cdot t_{\text{max}}}{5} \quad (17),$$

где  $t_{\text{min}}$  – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

$t_{\text{max}}$  – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Расчет трудозатрат на выполнение проекта приведён в таблице 10.

Таблица 10. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. Дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		Март			апрель			май					
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Выбор задания, утверждение темы	Руководитель	4	☒													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	3														
3	Календарное планирование	Студент, руководитель	1														

	работ по теме																	
4	Обсуждение литературы	Студент, руководитель	5															
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	3															
6	Проведение эксперимента и сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	Студент	50															
7	Оценка качества контроля	Студент	3															
8	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	3															
9	Оформление отчета по ВКР	Студент руководитель	15															

## 7.5 Бюджет научного исследования

### 7.5.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В таблице 6 представлен перечень всех видов материалов, необходимых для проведения исследований с указанием потребного количества, цены за единицу и общей суммы.

Таблица 11. Материалы необходимые для проведения исследований

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бесконтактный выключатель	шт	3	990	2970
Кабель	метр	3	100	300
Металлическая рейка	шт	15	20	300
Всего за материалы				3570
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				178,5
Итого по статье $C_M$				3748,5

### 7.5.2 Специальное оборудование для экспериментальных работ

Статья «Оборудование» включает в себя затраты на приобретение, изготовление, аренду или амортизационные отчисления специальных приборов, устройств и т.д. Расчет затрат по статье «Спецоборудование» приведен в таблице 12.

Таблица 12. Расчёт затрат на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	Электродвигатель	1	7000	7000
2	Паяльник	1	500	500
3	Инструменты	4	1000	1000
4	Контроллер	1	30000	30000
Итого				38500

При выполнении данной работы используемое оборудование собственное. Амортизация начисляется только на оборудование стоимостью больше 40 000 рублей.

### 7.5.3 Основная заработная плата исполнителей

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Основная заработная плата включает в себя премию, выплачиваемую ежемесячно из фонда заработной платы. Расчет основной заработной платы сведен в таблицу 13.

В статью включена основная заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительная заработная плата.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (18),$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле 19:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (19),$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 14);

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 8:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (20),$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 рабочих дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 рабочих дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (при 5-дневной рабочей недели составляет 227 дней, при 6-дневной – 247 дней).

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (21),$$

где  $Z_b$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

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

В ТПУ премии, доплаты и надбавки включены в базовый оклад. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 13.

Таблица 13. Расчет основной заработной платы

№ п/п	Исполнители по категориям	Должность	Трудо-емкость, чел.-дн.	Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1	Руководитель	Старший преподаватель	25	1 168,2	25 700
2	Исполнитель	Студент	83	179,1	3 940

Таблица 14. Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_b$ , руб.	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	25 700	1,3	33 410	1 168,2	25	29 205

Исполнитель	3 940	1,3	5 122	179,1	83	14 865, 3
Итого						44 070, 3

#### 7.5.4 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10 – 15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (22),$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Коэффициент дополнительной заработной платы  $k_{\text{доп}} = 0,15$ , который исходит из 15% от основной заработной платы. В таблице 15 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 15. Заработная плата исполнителей

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата, руб.	29 205	14 865, 3
Дополнительная зарплата, руб.	4 380,75	2 229,8
Зарплата, руб.	33 585,7	17 095,1
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	50 680,8	

#### 7.5.5 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (23),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (составляет 30%).

$$C_{внеб} = 0,3 \cdot 50\,680,8 = 15\,204,2 \text{ руб.}$$

### 7.5.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Накладные расходы составляют 80 – 100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 24:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (24),$$

где  $k_{накл}$  – коэффициент накладных расходов.

$$C_{накл} = 0,9 \cdot 50\,680,8 = 45\,612,7 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по статьям затрат составлена калькуляция плановой себестоимости НТИ и приведена в таблице 16.

Таблица 16. Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	3748,5
2	Специальное оборудование для экспериментальных работ	38500
3	Основная заработная плата	44 070, 3
4	Дополнительная заработная плата	6 610,5
5	Отчисления на социальные нужды	15 204,2
6	Накладные расходы	45 612,7

7	Итого плановая себестоимость	153 746,2
---	------------------------------	-----------

### **7.5.7 Эффективность проекта**

В ходе работы был разработан индукционный датчик для аварийной остановки буровых приводов, индукционный датчик может быть использован в качестве магнитного энкодера вала электродвигателя. Замена энкодера датчиком позволит удешевить буровое оборудование, продлить срок его службы и избежать негативных последствий (в том числе человеческих жертв) в результате аварийной ситуации. Так же индукционный датчик способен дать высокий экономический эффект, так как аналогов не имеет.

## **8 Социальная ответственность**

### **8.1 Введение**

Данный раздел дипломной работы посвящен анализу и разработке мер безопасности по обеспечению благоприятных условий для работы оператора КТУ.

Местом работы оператора КТУ является кустовая площадка промысла на открытом воздухе и в помещении.

Выявлены следующие вредные и опасные производственные факторы:

- тяжелые метеоусловия;
- воздействие на человеческий организм вредных веществ (сырая нефть);
- повышенная загазованность (углеводородные газы, CO<sub>2</sub>);
- травмы в процессе работы;
- укусы насекомых;
- производственный шум;
- поражение электрическим током;
- большая взрывопожаропасность производства.

### **8.2 Анализ вредных факторов производственной среды**

Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Метеорологические условия на производстве, или микроклимат, определяют следующие параметры: температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ); относительная влажность воздуха (%); подвижность воздуха (м/с); тепловое излучение ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) и тепловая нагрузка среды ( $^{\circ}\text{C}$ ). Эти параметры, вместе или отдельно, влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Метеорологические условия изменяются сезонно и посуточно. При высокой температуре воздуха понижается внимание, появляются торопливость и неосмотрительность, при низкой - уменьшается подвижность конечностей вследствие интенсивной теплоотдачи организма.

Рабочему важно обеспечить надежную защиту от агрессивных сред, а также комфортную эксплуатацию в суровых погодных условиях. Рабочие должны обеспечиваться спецодеждой соответствующей времени года.

Летом - роба х/б, сапоги, головной убор, рукавицы и средства защиты от насекомых. Зимой - шапка - ушанка, валенки, ватные штаны, шуба, ватные рукавицы.

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

В процессе производственных операций рабочие могут подвергаться воздействию вредных газов и паров нефти, источником которых являются нарушения герметичности фланцевых соединений, механической прочности фонтанной арматуры, вследствие коррозии или износа, превышение максимального допустимого давления. Особенно опасен сероводород, он нарушает доставку тканям кислорода в организме человека, оказывает раздражающее действие на слизистую оболочку глаз и дыхательных путей, ПДК  $\text{H}_2\text{S}$  -  $0.1 \text{ м}^2/\text{м}^3$  по Государственному стандарту (ГОСТ) 12.1.005 - 88 [20]. Для контроля запыленности и загазованности используют специальные приборы (газоанализаторы). Количество вредных примесей в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно-допустимых концентраций.

Повреждения в результате контакта с насекомыми

В летний и осенний период особенно тягостны для человека летающие кровососущие насекомые. Они забираются под одежду, в нос, уши, наносят укусы, также многие насекомые переносят различные вирусы и бактерии.

Для борьбы с кровососущими насекомыми необходимо носить специальную одежду (энцефалитный костюм), а также использовать различные аэрозоли, спреи и мази от насекомых.

#### Превышение уровней шума

Основным источником шума на кустовой площадке являются работающие спускоподъемные механизмы, ЭЦН, ШГН и автотранспорт.

Предельно допустимые значения (до 80 децибел), характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-83 [20]. Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука приведены в таблице 17.

Таблица 17 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003-83)[21].

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	1,5	3	25	50	100	200	400	800	1600	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	70	65	57	50	45	40	35	30	25	80

Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противозумные подшипники, глушители, вовремя

смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, ушные вкладыши.

Наиболее эффективными средствами борьбы с шумом являются звукоизолирующие устройства, применяемые для полной изоляции источника от окружающей среды. На пути распространения звуковых волн создается препятствие, обладающее достаточной инерцией для возбуждения в нем колебаний. Так как инерционные свойства преграды увеличиваются с увеличением веса единицы поверхности, то звукоизолирующие конструкции должны быть тяжелыми, выполненными из плотных материалов.

#### Превышение уровней вибрация

Воздействие вибрации возникает при работе на спецтехнике, подъемных, спусковых и цементировочных агрегатах, при спуске и подъеме насосно-компрессорных труб из-за вращения ротора подъемного агрегата; вибрация передвижной дизельной станции, а также вибрация при регулировании расхода закачиваемой воды в пласт запорной арматурой.

Вибрация при частоте 16 Гц не должна превышать амплитуду 0/28 мм.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.012-90 [21] приведены в таблице 18 .

Одним из эффективных средств защиты от вибрации рабочих мест, оборудования и строительных конструкций является виброизоляция, представляющая собой упругие элементы, размещённые между вибрирующей машиной и основанием.

Таблица 18 - Гигиенические нормы уровней виброскорости (ГОСТ 12.1.012-90)[21].

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

вибрация												
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Наибольший эффект дают конструктивные и технологические мероприятия. К ним относятся: совершенствование кинематических схем; изыскание наилучших конструктивных форм для безударного взаимодействия деталей и плавного обтекания их воздушными потоками; изменение жесткости или массы для уменьшения амплитуды колебаний и устранения резонансных явлений; применение материалов, обладающих способностью поглощать колебательную энергию; уменьшение зазоров; повышение точности центровки и балансировки для снижения динамических нагрузок; использование прокладочных материалов, затрудняющих передачу колебаний от одних деталей к другим, и т. п.

В качестве индивидуальной защиты от вибраций, передаваемых человеку через ноги, рекомендуется носить обувь на толстой или войлочной резиновой подошве. Для защиты рук рекомендуются виброгасящие перчатки.

### **8.3 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению**

Механическое травмирование.

Основными опасными факторами являются движущиеся и вращающиеся части рабочего механизма.

Необходимо проводить следующие мероприятия по устранению возможных механических травм:

- 1) проверка наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов;
- 2) плановая и внеплановая проверка пусковых и тормозных устройств;
- 3) проверка состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, - устройства, препятствующие появлению человека в

опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [20] ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений должны соблюдаться определенные требования. Запрещается любая работа со снятым или неисправным ограждением.

### Пожаровзрывобезопасность

Противопожарный режим излагается в цеховых и общеобъектовых инструкциях в соответствии с правилами пожарной безопасности производств и анализом пожарной безопасности объектов, а также технологических процессов. Контроль над ним осуществляется обслуживающим персоналом.

На замерных установках должны быть размещены ящики с песком, щит с лопатами, ведрами, ломami и огнетушителями ОХП - 10, ОУ - 2, ОУ - 5.

На объекте должен соблюдаться противопожарный режим; определены и оборудованы места для курения; определены места и допустимое количество хранения в помещениях материалов инвентаря; установлен порядок уборки горючих материалов; определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня.

Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123 - ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [21]. Класс рабочей зоны П-III по классификации пожароопасных зон - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, строений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества. Класс рабочей зоны 0-й по классификации взрывоопасных зон - зоны, в которых взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;

Мероприятия по пожарной безопасности разделяются на четыре основные группы:

- 1) предупреждение пожаров, т.е. исключение причин их возникновения;
- 2) ограничение сферы распространения огня;
- 3) обеспечение успешной эвакуации людей и материальных ценностей из очага пожара;
- 4) создание условий для эффективного тушения пожара.

#### Электробезопасность

Нефтегазодобывающая и нефтехимическая отрасли промышленности характеризуются большим числом металлических аппаратов, открытых установок, токопроводящих полов. В этих условиях особое значение приобретают мероприятия, направленные на защиту рабочих, обслуживающих электрооборудование, от поражения электрическим током.

Здания и сооружения дожимных насосных станций, блочных кустовых насосных станций, установок предварительного сброса воды Южно-Приобского месторождения по обеспечению надежности электроснабжения относятся к потребителям 2 - категории.

Электродвигатели, пусковая и защитная аппаратура, устанавливаемые во взрывоопасных зонах зданий и сооружений, принятые во взрывозащищенном исполнении. Пусковая и защитная аппаратура нормального исполнения вынесена в невзрывоопасные зоны.

Для обеспечения защиты человека от поражения электрическим током необходимо, чтобы все токоведущие части электроустановок, пускорегулирующей аппаратуры и аппаратуры защиты были ограждены от случайных прикосновений. Все распределительные устройства (щиты, сборки и т.д.), установленные вне электропомещений, должны иметь запирающие устройства, препятствующие доступу в них работников неэлектротехнического персонала.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены, по отдельности или в сочетании, следующие меры

- защиты от прямого прикосновения;
- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения (напряжение, не

превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока).

Меры защиты от поражения электрическим током должны быть предусмотрены в электроустановке или ее части либо применены к отдельным электроприемникам и могут быть реализованы при изготовлении электрооборудования, либо в процессе монтажа электроустановки, либо в обоих случаях.

Чтобы защитить человека от поражения электрическим током, защитное заземление должно удовлетворять ряд требований, изложенных в ПУЭ класс рабочей зоны II-III и ГОСТ 12.1.030-81 «Защитное заземление. Зануление» [21].

#### **8.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений**

Оператор КТУ работает в составе бригады по буровых приводах и обеспечению их бесперебойной работы под руководством лиц технического надзора. Работы, связанные с подземной добычей нефти, относятся к перечню тяжелых работ и работ с вредными и опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин (Постановление Правительства РФ). Компенсируется за вредность в виде выдачей молочной продукции. Выдача молока производится еженедельно.

Работники привлекаются к работе в ночное время, к сменному графику работы.

Работники, занятые на работах в опасных и вредных условиях труда, должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) для определения пригодности к выполнению поручаемой работы.

При выполнении работ, связанных с повышенной опасностью (влияние вредных веществ, неблагоприятные производственные факторы), работники должны проходить обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет в порядке, устанавливаемом Правительством РФ.

При работе в районах Крайнего Севера и приравненных местностях, а также вахтовым методом предусматриваются надбавки и коэффициенты к заработной плате.

Как правило, работодателем предоставляются социальные пакеты (оплата санаторного лечения, оплата путевок в детские лагеря, медицинская страховка, пенсионный фонд и др.).

## **8.5 Безопасность в чрезвычайные ситуации**

Существуют следующие чрезвычайные ситуации (ЧС):

Природного характера: паводковые наводнения; лесные и торфяные пожары; ураганы; сильные морозы (ниже -400С); метели и снежные заносы.

Техногенного характера: открытое газонефтеводопроявление (фонтан); разгерметизация трубопроводов; пожары, взрывы; разливы сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ); отключение электроэнергии.

Для всех объектов нефтяного промысла разрабатывается и утверждается план ликвидации аварии (ПЛА).

В процессе выполнения технологических работ на кустовой площадке месторождения возможны следующие аварийные ситуации:

- открытое фонтанирование нефти из скважин;
- порывы нефтесборной сети и сети ППД.

В результате открытого фонтанирования может быть выброшено на поверхность несколько десятков тонн нефти. В этом случае возможно и попадание ее в открытые водоемы рек и озёр и в подземные горизонты. Это самый опасный вид аварии.

При разливе нефти в окружающую природную среду принимаются меры для быстрого устранения аварии.

В случае разгерметизации трубопроводов в системе ППД необходимо действовать согласно правилам ликвидации аварии:

- сообщить непосредственному руководителю об аварии;
- перекрыть в блоке гребенки соответствующую отсекающую арматуру на поврежденный трубопровод;
- закрыть задвижку (буферную, центральную) на самой скважине;
- дождаться бригаду линейно-эксплуатационной службы.

## **8.6 Региональная безопасность**

Охрана атмосферного воздуха.

Основная деятельность, осуществляемая на Южно-Приобском месторождении – добыча.

Территория Южно-Приобского месторождения условно подразделяется на 3 промышленные зоны.

Центральная площадь расположена в центре месторождения, на ней размещены ЦПС, УПСВ-2, УПСВ-3 и 24 кустов нефтяных скважин. К восточной части относятся УПСВ-4, УПСВ-6 и 20 кустовых площадок. Северная часть месторождения охватывает УПСВ-5 и 9 кустовых площадок.

По данным «Проекта нормативов ПДВ загрязняющих веществ на объектах Южно –Приобского нефтяного месторождения» на месторождении

имеется 1450 источников выделения загрязняющих веществ в атмосферу, которые объединены в 122 источника выброса, из них 30 – организованных, 89 – неорганизованных и 3 - нестационарных сварочных поста на передвижных источниках. Всего в атмосферу выбрасывается 16 наименований загрязняющих веществ, из которых одно относится к веществам 1-ого класса опасности, четыре – ко 2-му, остальные – к 3-ему и 4-ому классам опасности. Валовый выброс вредных веществ в атмосферу (в целом по месторождению) составляет 27278.926 т/год (расчетные выбросы вредных веществ на год максимальной добычи нефти и попутного нефтяного газа - 1999г.).

По видовому составу и количеству выбрасываемых веществ в атмосферу Южно-Приобское нефтяное месторождение относится к производствам второй категории опасности (КОП).

Основные источники выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу от планируемых объектов разработки Южно-Приобского месторождения: на стадии строительства – передвижные котельные, дизельные электростанции, автотранспорт; на стадии эксплуатации - скважины, замерные установки.

Основные ЗВ, выбрасываемые в приземный слой атмосферы, от планируемых источников - оксиды азота, углерода, серы; взвешенные вещества (мазутная зола, сажа), бенз(а)пирен (нормативы ПДК и ОБУВ представлены в таблице 5.3).

Таблица 19-Перечень предельно-допустимых концентраций и ориентировочно-безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ от планируемых источников в атмосферном воздухе

Выбрасываемые загрязняющие вещества	Класс опасности	Код	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>
Азота диоксид	2	301	0,085
Сажа	3	328	0,15

Углерода оксид	4	337	5
Углеводороды C1- C5	4	415	50
Углеводороды (по керосину)	-	2732	1,2
Бенз(а)пирен	1	703	1,0 Нг/м3
Серы диоксид	3	330	0,5
Мазутная зола	2	2904	0,002
Формальдегид	2	1325	0,035

Валовый выброс ЗВ в атмосферу от источников планируемой разработки месторождения составит 1170 тонн (таблица 19).

В настоящее время на Южно-Приобского месторождении нефтегазоводяная жидкость с прилегающего фонда скважин поступает на ближайшую установку предварительного сброса воды (УПСВ), для первичной подготовки нефти, затем для дальнейшей подготовки - на центральный пункт сбора (ЦПС) «КНС». Осушенный газ после газового сепаратора частично подается на сжигание на факел высокого давления. Оставшийся газ, выделившейся из нефти в расширительной камере установки сепарационной трубной наклонной (УСТН), подается на факел низкого давления.

Нефть из сепаратора попадает в расширительную камеру УСТН, а затем поступает в резервуар (РВС), отстаивается и насосами через расходомеры узла учета нефти подается в нефтепровод.

Отстоявшаяся вода в резервуарах самотеком сбрасывается на БКНС, откуда забирается насосами через расходомеры узла учета воды.

После предварительного сброса воды и газа на УПСВ, жидкость поступает на ЦПС «КНС». Сюда же поступает добытая жидкость с прилегающего фонда скважин без 1 степени сепарации. Поэтому вся жидкость, поступающая с промысла, проходит на ЦПС 1 и 2 степень сепарации. Часть отделившегося газа 1 степени сепарации подается для собственных нужд на печь ПТБ, на котельную ЦПС, часть - на факел

высокого давления. Оставшийся газ после 2 ступени сепарации подается на факел.

Нефть после нефтяных и газовых сепараторов поступает частично в технологические резервуары №1,2, которые работают в течение года поочередно. Из резервуара отстоявшаяся нефть насосами через расходомеры узла учета нефти откачивается в напорный нефтепровод ЦПС Газпром – ЦТП Советского месторождения для дальнейшей подготовки.

Таблица 20 -Количественная характеристика выбрасываемых в атмосферу вредных веществ от проектируемых объектов Южно-Приобского месторождения (период строительства)

Источники выброса	Загрязняющие вещества	Количество ЗВ, т
1. Котельная	Оксид углерода	26,294
	Оксид азота (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	23.109
	Сажа	6,203
	Оксид серы (в пересчете на SO <sub>2</sub> )	45,06
	Бенз(а)пирен	0,00015
	Мазутная зола	0,01
	2.Электростанция ДЭС-200	Оксид углерода
Углеводороды		5,544
Оксид азота		18,48
Сажа		0,924
Оксид серы		2,31
Бенз(а)пирен		0,000025
Формальдегид		0,231
3. Автомобильная техника	Оксид углерода	497,7
	Диоксид азота	199,08
	Диоксид серы	99,54
	Углеводороды	149.31
	Сажа	77.144

4. Эксплуатационные скважины	Углеводороды (по метану)	0,058
ИТОГО:		1170,0

Источники планируемого выброса ЗВ в атмосферу рассредоточены на обширной площади разработки месторождения, что способствует рассеиванию ЗВ в приземном слое атмосферы.

В условиях равнинного рельефа Южно-приобского месторождения и отсутствия препятствий, вытянутых в одном направлении, возможность длительного застоя выбрасываемых ЗВ исключена.

Контроль над выбросами ЗВ в атмосферу на промысле осуществляется лабораторией промсанитарии ЦНИПР ОАО «ССК» Югра.

#### Охрана водной среды

Негативное воздействие планируемой разработки месторождения на водную среду возможно при строительстве кустовых площадок скважин, и коридора инженерных сетей к ним, при использовании подземного водозабора (пресных вод для нужд бурения эксплуатационных скважин), сбросе сточных вод, аварийных разливах нефти и минерализованных вод.

Ширина водоохранных зон водотоков определена согласно “Положения о водоохранных зонах объектов и их прибрежных защитных полосах” (утвержденного Постановлением Правительства РФ 23.11.96г. №1404).

Хозяйственная деятельность в пределах водоохранной зоны водных объектов осуществляется с соблюдением мероприятий, предотвращающих загрязнение, засорение и истощение вод.

В водоохранных зонах водных объектов запрещается:

- захоронение, складирование мусора, отходов производства и бытовых отходов;
- стоянка, заправка топливом, мойка и ремонт автотранспортного парка;

- проведение без согласования с бассейновыми и другими территориальными органами управления использованием и охраной водного фонда Министерства природных ресурсов РФ работ по добыче полезных ископаемых и землеройных работ.

Проектируемые кустовые площадки №№ 78, 81 размещаются в пределах границ минимальной ширины водоохранной зоны .

Для технологических нужд строительства скважин потребуется 87,325 тыс. м<sup>3</sup> артезианской воды.

Для обеспечения артезианской водой технологических потребностей строительства новых эксплуатационных скважин на каждой планируемой площадке строительства новых скважин предусматривается бурение артскважины глубиной 190 м. Подземные воды приурочены к пескам атлымской свиты, залегающие в интервале глубин 155 - 188 м, защищенных от загрязнения глинистыми отложениями. Воды напорные, дебит скважин изменяется в пределах от 4 до 14 л/сек, мощность отложений изменяется от 30 до 80 м. Мощность водовмещающих пород находятся в пределах 20 – 45 м.

В целях исключения загрязнения водоносного горизонта пресных вод при бурении артезианских скважин в качестве промывочной жидкости используется буровой раствор с применением глинопорошка. Участок вокруг устья скважины размером 1.0x1.0x0.1 м бетонируется.

Для артскважин временного пользования на кустовых площадках нефтяных скважин первый пояс ЗСО имеет радиус 30м. В пределах первого пояса ЗСО (зона строгого режима) артскважин, территория планируется с учетом отвода поверхностного стока за пределы пояса ЗСО. В ее пределах запрещаются все виды строительства и размещения сооружений, не имеющих непосредственного отношения к эксплуатации водопроводных сооружений; граница второго пояса ЗСО (зоны защиты водоносного горизонта от микробного и химического загрязнения) имеет радиус 72 м.

В соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84, СНиП 3.05.04-85 и «Положения об охране подземных вод», артскважины оборудуются приборами для учета расхода воды - водосчетчиками холодной воды типа ВТ. Контроль за качеством пресных подземных вод осуществляется по следующим параметрам: Щелочность - мг-экв; жесткость - мг/л; сухой остаток - мг/л; растворенный кислород - мг/л; ХПК - мг/л; хлориды - мг/л; сульфаты - мг/л; железо общее - мг/л; азот аммонийный - мг/л; нефть и нефтепродукты - мг/л; СПАВ - мг/л. Отбор проб воды осуществляется 1 раз в месяц. Контроль качества воды проводится и на загрязнители в зависимости от состава химреагентов, применяемых при строительстве эксплуатационных скважин. Сравнение фоновых показателей качества артезианских вод с показателями, определяемыми в процессе строительства эксплуатационных скважин, дает возможность определить источник и степень загрязнения подземных вод.

Артскважины временного пользования ликвидируются в соответствии с «Правилами ликвидационного тампонажа...» (после окончания бурения и испытаний на площадках бурения добывающих и нагнетательных скважин).

Предупреждение загрязнения высокоминерализованных сеноманских вод и пресных артезианских вод обеспечивается мероприятиями, заложенными в технологических решениях по конструкции эксплуатационных скважин.

При возможных авариях водоводов системы ППД, нефтесборных сетей, нарушениях обваловок кустовых площадок на земную поверхность и в приповерхностную зону поступают высокоминерализованная вода и нефть.

При аварийном разливе нефти на суходоле производится ликвидация (заглушка, перекрытие) источника разлива в течение суток; локализация растекания нефти по земной поверхности прокладкой сборных канав, устройством ям-ловушек в течение двух суток; откачка и вывоз на ДНС (или УПСВ) разлившейся нефти в течение десяти суток. Для более полного сбора нефти наряду с механическими средствами применяются адсорбирующие

материалы: пенополиуретан, перлит. Для разложения остаточной нефти в теплое время года можно использовать бактериальный препарат “Путидойл”, наносимый на нефтезагрязненные участки в количестве 2 – 2.5 кг на 1 га площади.

При аварийных разливах нефти и загрязнении водной поверхности в период затопления поймы рекомендуется предусмотреть катер для борьбы с разливами нефти с боновыми заграждениями для локализации разливов нефти, скимерами для сбора разлившейся нефти в эластичные емкости. Катер для борьбы с разливами нефти выпускается Зеленодольским судостроительным заводом (Татарстан, г. Зеленодольск). Боновые заграждения и устройства для сбора нефти с поверхности воды поставляет ТОО «Морское» (Россия, г. Санкт-Петербург). Для сбора нефти с поверхности воды рекомендуется использовать сорбент «Пенографит», для сбора 1 т нефти необходимо 23 кг сорбента. Утилизация использованного сорбента производится сжиганием или отжимом, прессовкой для асфальтовых покрытий.

Для предупреждения аварийных ситуаций необходимо проводить плано-предупредительный ремонт эксплуатируемого оборудования.

В целях снижения негативного воздействия на водную среду при планируемой разработке месторождения предусматриваются следующие мероприятия:

1. Строительство обвалованных (не затапливаемых 1% уровнем воды в период половодья в пойме) кустовых площадок и шламовых амбаров (на суходольных участках за пределами границ водоохранных зон поверхностных водных объектов), предназначенных для захоронения твердых отходов бурения; с гидроизоляцией тела кустовых площадок, обваловок дна и стенок шламовых амбаров глинистым грунтом;

2. Безамбарный способ бурения эксплуатационных скважин на кустовых площадках, размещаемых в водоохранной зоне и зоне затопления 1% уровнем воды в р. Оби и р. Вах. Вывоз твердых отходов бурения

предусматривается на шламонакопитель ЦТП Советского месторождения (заключение ГЭЭ №256э от 5.02.99; жидких производственных отходов бурения – под закачку в скважины №91Р и №54Р для захоронения в подземные пласты;

3. Повторное (оборотное) использование воды при бурении и освоении эксплуатационных скважин;

4. Использование очищенных производственно-дождевых стоков в системе ППД;

5. Использование сорбентов для оперативного сбора возможного разлива нефти;

6. Применение катера с сорбентами и устройствами для борьбы с разливами нефти с поверхности воды в период затопления пойм р. Вах;

7. Покрытие внутренней поверхности водоводов и емкостей системы ППД антикоррозийными составами;

8. Применение антикоррозионной защиты нефтесборных трубопроводов;

9. Установка дистанционно управляемой арматуры на участках возможного паводкового затопления промысла.

10. Устройство водопропускных труб для перепуска паводковых и ливневых вод при строительстве автодорог на суходолах. Строительство дорог в водоохранной зоне и зоне затопления поймы р. Вах с затопляемыми пойменными насыпями, проектируемых в нулевых отметках с не размываемым покрытием из гравийно-песчаной смеси, залитой битумом;

11. Предупреждение нарушения фильтрационного потока болотных вод устройством фильтрационных насыпей автодорог из песчаного грунта.

Реализация перечисленных мероприятий обеспечит рациональное использование водных ресурсов и позволит снизить до минимума негативное воздействие разработки месторождения на водные ресурсы.

Охрана земель, флоры и фауны

Бурение большого числа скважин с кустовых оснований и прокладка инженерных коммуникаций в одном коридоре позволит сконцентрировать негативное воздействие разработки месторождения на земли, растительность и животный мир на ограниченных площадях.

Для строительства планируемых кустовых площадок и коридоров коммуникаций к ним потребуется 163,16 га земель, из них в долгосрочную аренду будет отведено 35,36 га, в краткосрочную – 127,0 га.

Планируемые к использованию земли принадлежат Гослесфонду.

При строительстве планируемых кустовых оснований снятие плодородного слоя нецелесообразно на участках развития подзолистых, болотных и аллювиально-луговых и аллювиально-болотных типов почв. Аллювиально-луговые и подзолистые почвы развиты на автоморфных (суходольных) участках; на гидроморфных (заболоченных) участках - торфяно-болотные и торфяно-глеевые, аллювиально-болотные почвы.

Негативное воздействие на почвенный покров при строительстве планируемых объектов определяется разрушением и заменой естественных почвенных горизонтов на минерализованные грунты при отсыпке площадок бурения скважин и насыпи автодорог минеральным грунтом (песком).

Суходольные участки земли, изымаемые в краткосрочное пользование (на период строительства планируемых объектов), рекультивируются в ходе проведения основных работ (при отсутствии возможности – в месячный срок после завершения работ, но не позднее одного года после окончания строительных работ). Заболоченные участки не рекультивируются. В процессе проведения рекультивационных работ нарушенные земельные участки приводятся в состояние, пригодное для использования в лесном хозяйстве.

Растительный покров территории месторождения представлен среднетаежными формациями лесной и болотной растительности. Лесные насаждения образованы кедром, сосной, березой, осинкой. Растительность

пойменной части представлена зарослями камыша и осок, луговыми травами, кустарником, вдоль рек и водоемов распространен ивняк.

На дренируемых поверхностях распространены мшистые типы леса; слабо дренируемые поверхности заняты болотами сосново-кустарничково-сфагновыми с мощностью торфа от 0.2 м до 2 м.

В пределах лицензионного участка Южно-Приобского месторождения все долинные леса, особенно пойменные с участием кедра, представляют несомненную природоохранную ценность благодаря своим водоохраным и водорегулирующим функциям.

Выделяются особо охраняемые участки лесов с ограниченным режимом лесопользования: берегозащитные участки леса в водоохраных зонах, кедровые леса. В насаждениях, входящих в берегозащитные полосы, запрещается проведение сплошных рубок, где крайне нежелательным является вырубка насаждений с целью размещения объектов нефтепромысла. Кедровые леса (древостои с преобладанием кедра) исключены из эксплуатационного фонда. Вырубка кедровых лесов согласно Лесного кодекса ХМАО осуществляется в объеме, не превышающем ежегодно 0.1% от площади лесов данной категории. Планируемые объекты размещаются за пределами запретных лесозащитных полос вдоль рек и кедровых лесов, лесов орехопромысловых зон, отнесенных к лесам 1 группы.

Негативное воздействие объектов планируемой разработки месторождения на растительность проявляется:

- вырубкой леса на землях, отведённых под строительство;
- повреждением растительного покрова при корчевке и захоронении пней;
- сведением растительности при отсыпке минеральным грунтом кустовых площадок и насыпи автодорог;
- подтоплением суходольных участков при возможных пережимах поверхностного стока насыпями кустовых площадок и автодорог;
- возможными аварийными разливами нефти и минерализованных вод.

Для рационального использования растительных ресурсов и снижения отрицательного воздействия планируемой разработки месторождения на растительность рекомендуется:

- использовать древесину, вырубаемую на отводимой территории, для нужд строительства;

- ликвидировать порубочные остатки – сучья и ветки сжигать с соблюдением мер пожарной безопасности, пни - захоранивать в специально отводимых траншеях в местах вырубки;

- выполнять строительные работы строго в полосе отвода, в целях предотвращения механического нарушения почвенно-растительного покрова на прилегающих участках;

- проводить своевременную рекультивацию нарушенных и нефтезагрязнённых земель;

применить устройство водопропускных труб для перепуска поверхностного стока на суходольных участках в насыпях автодорог,

применить устройство насыпи автодорог из фильтрующего песчаного грунта для перепуска внутриболотного поверхностного стока;

- соблюдать правила пожарной безопасности при работе в лесных массивах.

Животный мир территории обеднен ввиду высокой степени антропогенной нагрузки, связанной с 25-летним освоением Южно-Приобского месторождения, затруднением условий передвижения и миграций наземных видов позвоночных животных вследствие высокой обводненности территории. Из млекопитающих присутствуют виды, обладающие адаптационными способностями. Это: заяц-беляк, горностай, колонок, ласка, ондатра, лисица красная, белка. Из птиц присутствуют: рябчик, тетерев, белая куропатка, водоплавающие птицы. Редкие и исчезающие виды и пути миграции животных на рассматриваемой территории не отмечены.

В границы отвода Южно-Приобского нефтяного месторождения попадают следующие водотоки и водоемы 1, 2 категории

рыбохозяйственного назначения: река Вах (протяженность участка - 40 км), река Рятыканьеган, озеро Тяхтя-Этмор, а также множество проток, ручьев и мелких озер. По данным Нижневартовской районной инспекции рыбоохраны ихтиофауна насчитывает 10 видов промысловых пород рыб: нельма, сырок, язь, щука, плотва, налим, окунь, мохтик, карась, сибирский пескарь. Обширная пойменная система данных водоемов является местами нереста и нагула вышеперечисленных видов рыб.

Гидробиологический режим озерно-речной системы - благополучен. Хорошая прогреваемость воды, большое количество макрофитов и биогенных веществ способствует интенсивному развитию кормовых организмов (зоопланктона и зообентоса). На пойме обитают 70 видов зоопланктона, общая биомасса которого составляет  $0.435 \text{ г/м}^3$ , зообентоса –  $70 \text{ г/м}^2$ , что является хорошей кормовой базой для рыб, обитающих в данных водоемах.

В границах лицензионного участка Южно-Приобского месторождения производится промышленный лов рыбы Юганским госпромхозом.

Возможной негативное воздействие объектов планируемой разработки месторождения на животный мир проявляется:

- отчуждением и трансформацией части территорий, на которой обитают популяции животных;
- возможным загрязнением почв и поверхностных вод химическими реагентами (применяемыми на месторождении) и горюче-смазочными материалами;
- беспокойством животных в результате увеличения степени доступности угодий при планируемой разработке месторождения;
- возможными аварийными разливами нефти.

С целью минимизации отрицательных воздействий на животный мир предусматривается:

- концентрация эксплуатационных скважин и вспомогательного оборудования на ограниченных площадях – на кустовых площадках;

- устройство гидроизоляции глинистым грунтом обваловки и оснований кустовых площадок, емкостей с горюче-смазочными материалами;

- размещение химреагентов и сыпучих материалов в закрытой таре;

- проведение планово-предупредительного ремонта эксплуатируемого оборудования для предупреждения возможных аварийных разливов токсичных загрязнителей на рельеф.

Реализация перечисленных мероприятий позволит ограничить негативное воздействие планируемой разработки месторождения на животный мир пределами кустовых площадок. Беспокойство животных производством работ при отсутствии браконьерства будет сказываться в пределах нескольких сотен метров от планируемых объектов в период их строительства.

Других территорий природоохранного назначения, а также родовых охотничьих угодий малых народов Севера в рассматриваемом районе не имеется.

Объекты проектируемого обустройства размещены за пределами участков коллективного садоводства и фермерских хозяйств.

Разработка нефтяного месторождения производится в соответствии с земельным и водным законодательством и правилами санитарной охраны водоемов и водотоков.

Окружающая среда при проведении закачки биополимера может быть загрязнена рабочими жидкостями, которые остаются по окончании процесса или же разлиты из-за небрежного обращения.

Примыкающим к скважине землям ущерб может быть причинен и техническими средствами – агрегатами, автоцистернами и другой спецтехникой, применяемой при работах, в случаях отсутствия подъездных путей к скважине, при их неудовлетворительном состоянии и нарушении маршрутов следования.

Для предупреждения загрязнения окружающей среды при работах по закачке биополимерной композиции проводятся следующие основные мероприятия:

1. Остатки рабочего реагента из емкостей агрегатов и автоцистерн должны сливаться в промышленную канализацию, нефтеловушку или специальную емкость. Сливать их на землю запрещается.

2. Все углеводороды, оказавшиеся на территории вокруг скважины, по окончании работ должны быть собраны и утилизированы либо сожжены, если утилизация невозможна.

3. Территория вокруг добывающей скважины в соответствии с действующими нормами должна быть ограждена земляным валом и благоустроена.

4. Примыкающая к скважине территория в случае причинения ущерба при подъездах должна быть рекультивирована для сельскохозяйственного или иного пользования.

## Заключение

Для минимизации экономических затрат был предложен вариант замены дорогостоящего энкодера на бесконтактный индуктивный датчик аварийного отключения буровых приводов.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке индукционного датчика. Для этого работе приведен обзор имеющихся на сегодняшний день энкодеров. Показаны их недостатки и предложено использовать вместо них индукционный датчик вращения вала, который позволяет в случае возникновения аварийной ситуации произвести отключение оборудования.

Данная разработка позволит не только отключать в аварийных ситуациях в нефтедобывающем производстве оборудование и заменять энкодеры, но и в значительной мере сэкономить материальные затраты фирмы – обслуживающие буровые установки.

В работе была представлена структурная схема устройства, сформулированы основные требования к составляющим и разработана принципиальная схема. Так же в работе рассмотрены вопросы расчета надежности конструкции, социальной ответственности, проведены необходимые расчеты ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

В целом работа соответствует поставленной цели и выполнена в полном объеме.

## **The conclusion**

In order to minimize the economic cost has been offered the option of replacing an expensive encoder on contactless inductive sensor Emergency stop drilling drive.

Final qualifying work is devoted to the development of an induction sensor. For this work is an overview of the currently available encoders. Showing their shortcomings and proposed to use in place of the induction shaft rotation sensor, which allows in case of an emergency to disconnect the equipment.

This development will not only disable the emergency in the oil production equipment and replace encoders, but also greatly save the material costs of the company - servicing rigs.

The work was a structural diagram of the device, the main requirements to components and developed the concept. Also in the paper we discuss the calculation of the design reliability, social responsibility, carried out the necessary calculations of resource efficiency and resource conservation. In general, the work corresponds to the objective and fully implemented

### Список используемой литературы.

1. Электроспец Сайт для начинающих электриков и профессионалов [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL: [http://www.elektrospets.ru/oborudovanie\\_apparaty\\_bezkontaktnye\\_putevye\\_vykly\\_uchateli.php](http://www.elektrospets.ru/oborudovanie_apparaty_bezkontaktnye_putevye_vykly_uchateli.php) свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 10.03.2016).
2. Энергопромавтоматика [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL: <http://kipia.ru/catalog/oborudovanie/sredstva-avtomatizatsii/datchiki/enkodery/enkodery-ustroystvo-i/> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 12.03.2016).
3. Чип и Дип Приборы и электронные компоненты [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL: <http://www.chipdip.ru/catalog-show/encoders/> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 18.03.2016).
4. RoboCraft [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL: <http://robocraft.ru/blog/technology/734.html/> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 2.04.2016).
5. Википедия Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA\\_%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B0\\_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA_%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B0) свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 4.04.2016).
6. ТеКо Автоматизация Свобода Творчество [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL: <http://teko-com.ru/catalog/induktivnye-datchiki/?gclid=CPzitOqJhs0CFYPpccgod7acIng> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 5.04.2016).
7. Промситех Промышленные системы и технологии [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL:

[http://www.promsytex.ru/catalog/induction\\_analog\\_sensor?gclid=CP631-uJhs0CFQXecgod58ADlg/](http://www.promsytex.ru/catalog/induction_analog_sensor?gclid=CP631-uJhs0CFQXecgod58ADlg/)свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 8.04.2016).

8. Мега-Ка Научно производственная фирма [Электронный ресурс]/ Режим доступа- URL: <http://www.megak.ru/default.php/> свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Русский (дата обращения 13.04.2016).

9. В. А. Боднер. «Приборы первичной информации»

10. Воробьев В.Г Михайлов о.Н., Козлов И.М., Герчель Ф.С  
Авиационные приборы и измерительные системы п/р. Авиационные приборы

11. А.В. Федотов Теория и расчет индуктивных датчиков перемещений для систем ав- томатического контроля: монография /

12. Н. Н. Амиков и др. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справочник/ Мн.: Беларусь, 1994.

13. А.В.Баюков и др. Полупроводниковые приборы: Диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы. Справочник - М.:Энергоиздат,1982

14. Дж Грэма, Дж.Тоби, Л.Хюлсмана Проектирование и применение операционных усилителей. Под ред., пер. с нагл. М.: «Мир»,1974 год.

15. Гуснов В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах.л.:Энергоатомандат, 1988.

16. ГОСТ 12177-79 Кабели, провода и шнуры. Методы проверки конструкции. [Электронный ресурс] – Введ. 1981.01.01. – с измен.

17. ГОСТ 14254-96 СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ, ОБЕСПЕЧИВАЕМЫЕ ОБОЛОЧКАМИ (КОД IP). . [Электронный ресурс] – Введ. 1981.01.01. – с измен.

18. ГОСТ Р 52931-2008 ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. [Электронный ресурс] – Введ. 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ . – с измен.

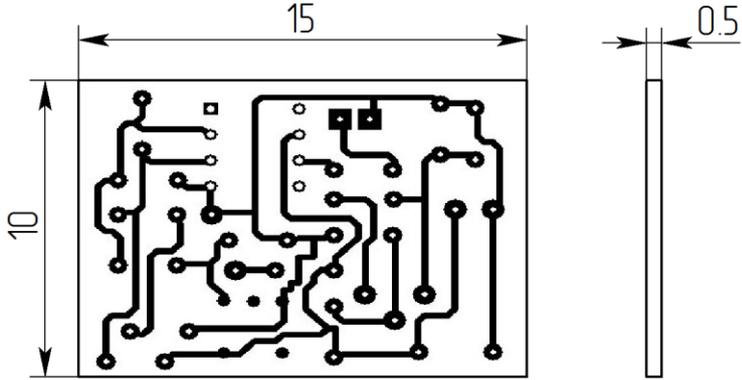
19. ГОСТ 12.2.036-78 ГОСТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА. СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА [Электронный ресурс] – Введ. 1 декабря 1978 г. N 3285 срок действия установлен с 01.01.80/

20. ГОСТ 12.2.003-91 СИСТЕМА СТАНДАРТОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА. ОБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ [Электронный ресурс] – Введ. 1992-01-01

21. ГОСТ 12.1.018-93 - ПОЖАРОВЗРЫВ БЕЗОПАСНОСТЬ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ [Электронный ресурс] – Введ. 1 октября 1993 /



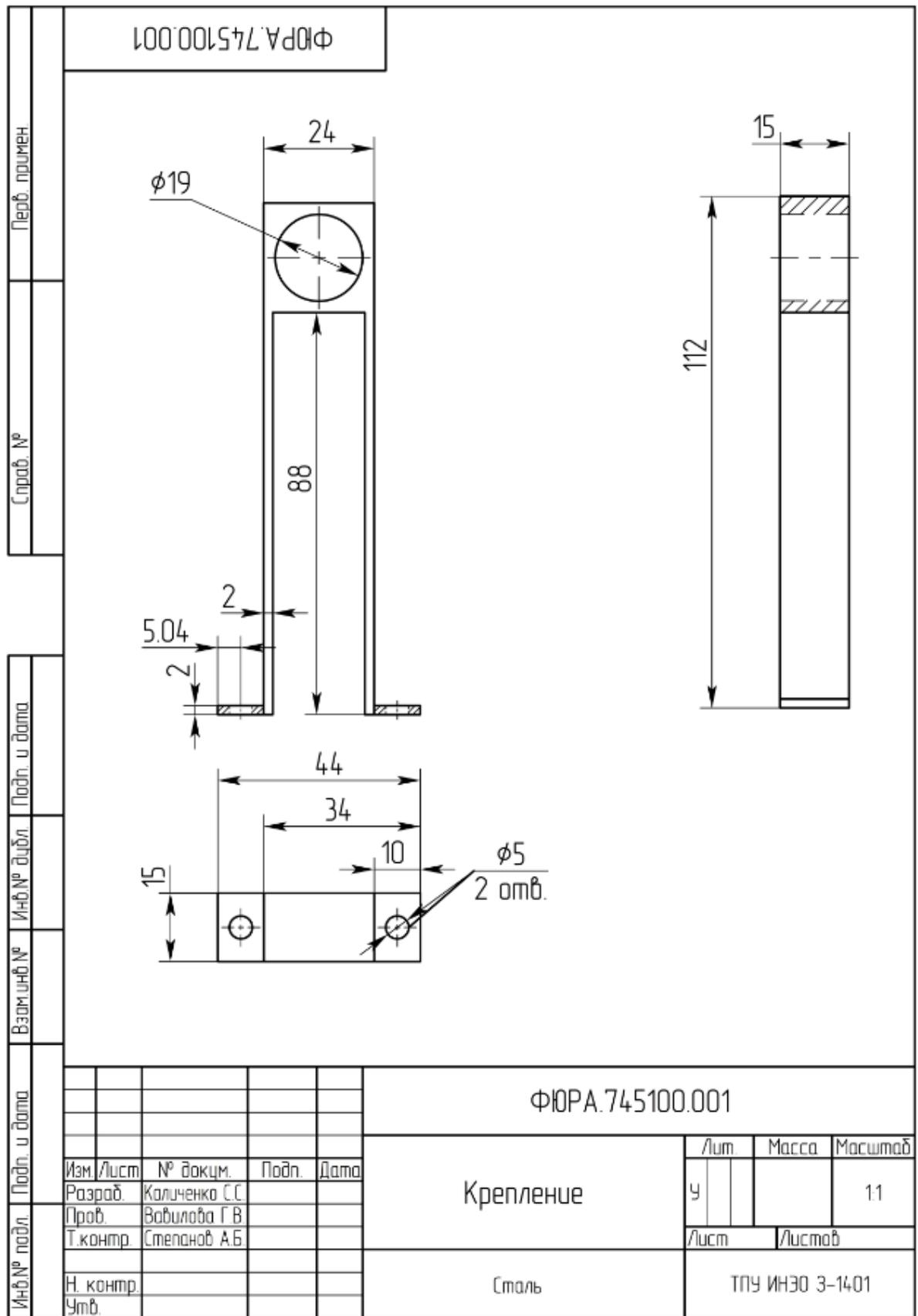
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Печатная плата

Перв. примен.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">ФЮРА.01101.001</div>					
Справ. №						
Подп. и дата						
Инв.№ дубл.	Условное обозначение отверстия	Диаметр отверстия, мм	Диаметр зенковки с двух сторон, мм	Наличие металлизации а отв.	Диаметр контактной площадки	Количество отверстий
Взам.инв.№	+	0.8	1*70	металл	1.5	47
	+	0.5*0.6	-	металл	-	8
	⊕	-	-	металл	3.5	-
Подп. и дата	ФЮРА.01101.001					
Инв.№ подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.
	Разраб.	Каличенко С.С.				у
	Пров.	Вавилова Г.В.				
	Т.контр.	Степанов А.Б.				Лист
	Н. контр.					Листов
	Утв.					
	Плата печатная				5:1	
	СТФ-2-35-0.2 мм				ТПУ ИНЭО 3-1401	

Копировал

Формат А4

## ПРИЛОЖЕНИЕ В. Конструкция крепления индукционного датчика на валу



Копировал

Формат А4