

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки Приборостроение
Профиль Системы ориентации, стабилизации и навигации
Кафедра точного приборостроения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Установка для проверки магнитометров забойных телеметрических систем в условиях месторождения

УДК

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5В	Зубенко Анна Алексеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков А. Н.	К. Т. Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу «Вопросы технологии»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков А. Н.	К. Т. Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Точное приборостроение	Бориков Валерий Николаевич	Д. Т. Н.,		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Способность совершенствовать и повышать свои специальные знания в области математических, физических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире;
P2	Способность адаптироваться к новым ситуациям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности в понимании сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения задач современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области.
P3	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом; эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей; в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P4	Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты инженерной деятельности в областях контроля деформации измерительной техники и точного приборостроения; приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности умения непосредственно не связанных со сферой деятельности.
P5	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в инженерной деятельности при разработке средств измерения и контроля, используя макеты и средства автоматизированного проектирования в приборостроении.
P6	Умение профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы в соответствии с целями магистерской программы, организовывать технологическую подготовку производства приборных систем различного назначения и принципа действия, разрабатывать и внедрять новые технологические процессы с использованием гибких САПР и оценивать их экономическую эффективность и социальную ответственность.
P7	Способность проектировать приборные системы и технологические процессы с использованием средств САПР и опыта разработки конкурентоспособных изделий; осуществлять проектную деятельность в профессиональной сфере на основе системного подхода.
P8	Умение разрабатывать результаты исследований по анализу; способность разработать и проводить оптимизацию натуральных экспериментальных

	исследований приборных систем с учётом критериев надёжности; использовать результаты научно-исследовательской деятельности.
P9	Умение организовывать современное обеспечение технологических процессов производства приборных систем; решать экономические и организационные задачи технологической подготовки приборных систем и выбирать системы обеспечения экологической безопасности в производстве и при технологическом контроле.
P10	Способность проектировать математические модели анализа и оптимизации объектов исследования, выбирать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи; выбирать оптимальные методы и программы экспериментальных исследований и испытаний, проводить измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений.
P11	Способность формулировать цели, определять задачи, выбирать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных и патентных и других источников; разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию на объекты приборостроения, а также осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ; составлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам исследовательской деятельности

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

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки Приборостроение
 Профиль Системы ориентации, стабилизации и навигации
 Кафедра Точного приборостроения

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ Бориков В. Н.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ5В	Зубенко Анне Алексеевне

Тема работы: Установка для проверки магнитометров забойных телеметрических систем в полевых условиях

Утверждена приказом директора	№2263/с
-------------------------------	---------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1 июня 2017 г.
--	----------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является установка для проверки магнитометров забойных телеметрических систем в полевых условиях Цель исследования – разработка компактной установки для проверки магнитометров забойных телеметрических систем в полевых условиях, которая позволит повысить качество бурения наклонно-направленных скважин.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение 1. Принцип работы забойной телеметрической системы. 2. Обзор установок для поверки и калибровки магнитометров скважинных забойных инклинометров. Сравнительный анализ и определение тенденций развития. 3. Разработка трехосной установки для проверки магнитометров инклинометров в условиях месторождения с обоснованием выбранных параметров. 4. Определение геометрических характеристик колец Гельмгольца. Расчет колец Гельмгольца. 5. Моделирование магнитных полей, создаваемых кольцами Гельмгольца в среде COMSOL 6. Влияние внешнего магнитного поля на установку.

	7. Описание конструкции установки. 8. Механический анализ конструкции. 9. Выбор источника питания и компоновка конструкции. 10. Описание методики проведения контроля. Заключение
Перечень графического материала	Чертежи общего вида установки Схема электрическая принципиальная Рабочий чертеж детали
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко Валентин Сергеевич, ассистент
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ассистент
Технология	Гормаков Анатолий Николаевич, к.т.н., доцент
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Глава 2 Принцип работы забойной телеметрической системы	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков А.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5В	Зубенко Анна Алексеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«КОНСТРУИРОВАНИЕ И ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ5В	Зубенко Анне Алексеевне

Институт	ИНК	Кафедра	Точное приборостроение
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Вопрос конструирования и технологии»:	
1. Объекта разработки и области его применения	- Объектом исследования является установка для создания магнитных полей, состоящая из колец Гельмгольца. - Область применения: проверка инклинометра перед спускоподъемными операциями на месторождении Масштаб выпуска: мелкосерийное производство
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>Введение</p> <p>1. Конструирование установки</p> <p>1.1. Обоснование выбора материалов для элементов конструкции установки.</p> <p>1.2. Конструктивные особенности изготовления.</p> <p>2. Оценка технологичности конструкции установки.</p> <p>3. Разработка технологического процесса сборки установки.</p> <p>4. Разработка конструкции детали для базирования и крепления инклинометра в установке.</p> <p>Заключение</p>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гормаков А. Н.	К. Т. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5В	Зубенко Анна Алексеевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ5В	Зубенко Анна Алексеевна

Институт	ИНК	Кафедра	Точное приборостроение
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Приборостроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет бюджета научно-исследовательской работы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение анализ: Потенциальные потребители результатов исследования, конкурентные технические решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, FAST -анализ, определение возможных альтернатив проведения НИТИ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИТИ, бюджет НИТИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения.

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5В	Зубенко Анна Алексеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1БМ5В	Зубенко Анне Алексеевне

Институт	ИНК	Кафедра	Точного приборостроения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>-Объектом исследования является установка для проверки магнитометров забойных телеметрических систем в условиях месторождения. В данной работе проведен анализ разработки прибора, который создаёт магнитное поле</p> <p>- Область применения: на нефтяных и газовых месторождениях.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	<p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отклонение параметров микроклимата; • Повышение уровня шума; • Превышение уровня электромагнитного поля. <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Электрический ток.
2. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> • Воздействие на окружающую среду
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> • Возможность возникновения пожара
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>Место в положении сидя и стоя должно соответствовать требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.2.032-78; - ГОСТ 12.2.033-78; - ГОСТ 22269-76 .

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БМ5В	Зубенко Анна Алексеевна		

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

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки Приборостроение
 Профиль Системы ориентации, стабилизации и навигации
 Кафедра точного приборостроения
 Уровень образования магистратура
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.04.2017 г.	Обзор аналогов. Выбор прототипа установки. Расчет параметров установки и экспериментальные исследования.	25
28.04.2017 г.	Разработка конструкции и обоснование выбора материалов. Моделирование полей установки и механический анализ конструкции.	25
10.05.2017 г.	Раздел «Социальная ответственность»	15
15.05.2017 г.	Раздел «Конструирование и вопросы технологии»	15
22.06.2017 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
01.06.2017 г.	Оформление ВКР и представление работы рецензенту	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТПС	Гормаков А. Н.	к. т. н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПС	Бориков В. Н.	д. т. н.		

Оглавление

Введение.....	16
Глава 1 Принцип работы забойной телеметрической системы	17
1.1 Конструкция и принцип работы	17
1.2 Особенности и преимущества забойной телеметрической системы ..	18
1.3 Состав наземной части.....	19
1.4 Скважинная сборка приборов	20
1.5 Основные модули наземной системы.....	25
Глава 2 Обзор установок для поверки и калибровки магнитометров скважинных забойных инклинометров. Сравнительный анализ и определение тенденций развития.....	26
2.1 Патент № 2439493. Комплекс для проверки и калибровки скважинных инклинометров	26
2.2 Патент № 109554. Установка для калибровки инклинометров.....	27
2.3 Комплекс для проверки магнитометров инклинометра КПМИ-0112.	29
2.4 Патент № 2345327. Индуктор управляемого магнитного поля.....	30
Глава 3 Разработка трехосной установки для проверки магнитометров инклинометров в условиях месторождения с обоснованием выбранных параметров	32
Глава 4 Определение геометрических характеристик колец Гельмгольца. Расчет колец Гельмгольца.....	35
4.1 Теоретическое нахождение магнитного поля.....	35
4.2 Расчет параметров	36
Глава 5 Моделирование магнитных полей, создаваемых кольцами Гельмгольца в среде COMSOL.....	38

5.1	Построение геометрии	39
5.2	Результаты моделирования.....	41
5.3	Определение распространения магнитного поля при несоответствующих параметрах.....	43
Глава 6	Влияние внешнего магнитного поля на установку.....	47
6.1	Определение внешнего магнитного поля	48
6.2	Влияние электромагнитных полей промышленной частоты на уровень магнитного поля, создаваемого соленоидом.....	49
Глава 7	Описание конструкции установки.....	51
Глава 8	Механический анализ конструкции в T-Flex анализ.....	54
Глава 9	Выбор источника питания. компоновка конструкции источника питания.....	57
9.1	Основные требования к источнику питания.....	57
9.2	Характеристики источника.....	58
Глава 10	Описание методики проведения контроля	60
Глава 11	Конструирование и вопросы технологии	61
11.1	Конструирование установки.....	61
11.1.1	Обоснование выбора материалов для элементов конструкции установки	61
11.1.2	Конструктивные особенности изготовления.....	65
11.2	Оценка технологичности конструкции установки.....	66
11.3	Разработка технологического процесса сборки установки.....	69
11.4	Разработка конструкции детали для базирования и крепления инклинометра в установке	70
Глава 12	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72

12.1	Предпроектный анализ	72
12.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	72
12.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	73
12.1.3	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	74
12.2	SWOT-анализ	75
12.3	Оценка готовности проекта к коммерциализации	77
12.4	Инициация проекта	79
12.5	План проекта	80
12.5.1	Бюджет научного исследования	81
12.6	Объем платежеспособного Российского рынка	86
Глава 13 Социальная ответственность.....		88
13.1	Профессиональная социальная безопасность.....	88
13.1.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	88
13.1.2	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.....	90
13.1.3	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации с системой мониторинга конструкций	93
13.2	Экологическая безопасность	95
13.2.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду ...	95
13.2.2	Анализ «жизненного цикла» объекта исследования	95
13.2.3	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	96
13.3	Безопасность В ЧС	98

13.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при исследований	98
13.3.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	98
	Заключение	104
	Список публикаций.....	105
	Список источников	106
	Приложение А	109

Реферат

Квалификационная работа содержит: 108 страниц, 39 рисунков, 18 таблиц, 26 формул, 31 литературный источник и 6 приложений.

Ключевые слова: Забойная телеметрическая система, магнитометр, кольца Гельмгольца, инклинометр, магнитное поле.

Объектом исследования является установка для проверки магнитометров забойных телеметрических систем в условиях месторождения.

Цель работы – установка предназначена для оперативной и простой проверки работоспособности чувствительных элементов инклинометра с целью их дальнейшей эксплуатации.

В процессе исследования проводится обзор существующих методов для проверки приборов с помощью магнитного поля, проводится расчет параметров установки, моделируется процесс работы установки, рассчитывается нагрузка и деформация конструкции при эксплуатации, проведены эксперименты о влиянии помех на однородность магнитного поля.

В результате проделанной работы определены оптимальные параметры для работы установки, удовлетворяющие требованиям.

Область применения: на нефтяных месторождениях.

Определение, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

A_x, A_y, A_z – компоненты акселерометров по осям инклинометра OX, OY, OZ соответственно.

M_x, M_y, M_z – компоненты магнитометров по осям инклинометра OX, OY, OZ соответственно.

БК-СИБ - Блок контроля СИБ представляет собой законченное электронное устройство, подключаемое к компьютеру через USB порт и используется для задания режимов работы инклинометра

Инклинометр – прибор, предназначенный для измерения угла наклона различных объектов относительно гравитационного поля Земли. Помимо собственно величины угла наклона, может измеряться его направление — азимут.

СИБ – система инклинометрическая буровая

БЭС – блок электрический стабилизированный

Гамма-каротаж – это метод изучения скважин путем определения естественной радиоактивности.

Затрубное пространство – кольцевое пространство между стенками скважины и обсадной колонной

Обсадная колонна – система стальных труб, используемых для крепления внутренней поверхности ствола скважины.

ЗТС – забойная телеметрическая система

Манифольд – система устройств и аппаратуры для запуска и непрерывной безотказной работы нефтяных и газовых скважин.

MWD – Measurement while drilling – измерения в процессе бурения

Пульсатор – прибор, формирующий импульсы давления, которые распространяются по стволу жидкости в буровом инструменте и принимаются датчиком давления на манифольде.

Введение

Установка предназначена для проверки работоспособности магнитометров забойных телеметрических систем: СИБ-2, СИБ-2.2, Sperry Sun и др. в условиях месторождения.

В нефтедобывающей промышленности в процессе бурения эксплуатационных или поисково-разведочных скважин глубиной до 3500 метров для решения навигационной задачи часто применяется система инклинометрическая буровая СИБ-2 с электромагнитным каналом связи. СИБ-2 предназначена для измерения в процессе бурения азимута, угла установки отклонителя и зенитного угла ствола наклонно-направленной или горизонтальной скважины. Чувствительными элементами инклинометра являются три акселерометра и три магнитометра ортогонально расположенных в одном корпусе.

В процессе выполнения работ по телеметрическому сопровождению строительства скважин на месторождении возникает необходимость проверить работоспособность чувствительных элементов, входящих в состав инклинометрических датчиков. Перевозка инклинометров с кустовых площадок буровых работ для поверки на базу технического обслуживания экономически невыгодна, а иногда просто невозможна. Качество работы акселерометров оценить не составляет труда, для этого необходим оптический квадрант. Проверку магнитометров, в условиях месторождения силами телеметрической партии, должна обеспечить, предлагаемая установка. Она позволяет в полевых условиях осуществить проверку соответствия действительных характеристик магнитометров инклинометра паспортным. Это достигается путем базирования установки определенным образом, проверяемого инклинометра и поочередно воздействуя на его магнитометры постоянным магнитным полем известной величины и направления, создаваемым кольцами Гельмгольца [1].

Глава 1 Принцип работы забойной телеметрической системы

Забойные телеметрические системы с электромагнитным/гидравлическим каналом связи (ЗТС/ЗТСГ) предназначены для проводки и оперативного управления бурением горизонтальных, наклонно-направленных скважин и боковых стволов.

Они включают в себя забойную часть – скважинный прибор и наземную часть – комплект аппаратуры.

С помощью ЗТС проводят измерения навигационных и геофизических параметров в процессе бурения, в статике без циркуляции бурового раствора, производить запись информации при подъеме инструмента.

Измеряемые параметры:

- Азимутальный угол
- Зенитный угол
- Температура на забое
- Положение отклонителя
- Обороты вращения генератора
- Каротаж сопротивления КС (для ЗТС с электромагнитным каналом связи)
- Каротаж самопроизвольной поляризации ПС (для ЗТС с электромагнитным каналом связи)

Информация обновляется не чаще одного раза в 30 секунд.

Каждая ЗТС имеет набор технических параметров, среди которых выбирается необходимый тип [2].

1.1 Конструкция и принцип работы

ЗТС с электромагнитным каналом связи устанавливается над забойным двигателем, она состоит из забойной части и наземной аппаратуры. Забойная часть состоит из прибора электронного, генератора, удлинителя, электрического разделителя. Наземная часть включает в себя антенну, приемное устройство, ПК.

При производстве бурения скважинный прибор производит измерения геофизических и навигационных параметров и передает кодированный электрический сигнал, содержащий информацию, полученную с ЗТС в окружающую породу. В случае ЗТС с гидравлическим каналом связи прибор измеряет параметры с помощью пульсатора формирует импульсы давления, которые, в свою очередь, распространяются по стволу жидкости в буровом инструменте и поступают на датчик давления на манифольде.

Сигнал, принятый антенной на поверхности Земли, передается на приемное устройство, на котором усиливается, фильтруется и декодируется. Далее информация поступает на компьютер оператора и сохраняется в любом удобном для инженера формате.

Программное обеспечение телесистемы позволяет осуществлять обмен информацией, редактирование, привязку данных измерений к глубине, визуализацию информации на экране монитора в цифровом и графическом виде.

Стандартный передатчик поэтапно генерирует потери давления бурового раствора, для того чтобы передавать полученные в скважине данные на поверхность. Такие импульсы создаются открытием и закрытием внутреннего клапана, который открывается на небольшой промежуток времени и тем самым пропускает маленький объем бурового раствора из внутренней части бурильной колонны в затрубное пространство. Тем самым создается незначительное изменение давления внутри бурильной колонны, которое фиксируется на поверхности как относительно малое (2-3,5 атм.) падение давления в напорной линии, и называется «импульсом отрицательного давления».

1.2 Особенности и преимущества забойной телеметрической системы

- Унифицированная конструкция делает возможным, меняя силовые корпуса, работать во всех диаметрах от 90 до 240 мм.

- Небольшая длина и гибкость конструкции позволяет проводить скважины с большим коэффициентом искривления ствола (до 1°/м) и снизить прихватоопасность компоновки низа бурильной колонны.
- Измерение геофизических и навигационных параметров возможно как в процессе бурения, так и в «статике» без циркуляции бурового раствора.
- Возможно управление форматом проводимого измерения и передачи информации с поверхности непосредственно в скважину, без подъема телесистемы из скважины.
- Измерение и запись информации в память компьютера при подъеме телесистемы.
- Телесистемы способны работать при гидростатическом давлении до 100 МПа, температуре окружающей среды до 125 °С, в значительном диапазоне расходов бурового раствора.
- Телесистемы могут применяться при бурении скважин на депрессии с использованием аэрированных буровых растворов, газа, воздуха.
- Возможно использование гидравлического канала связи для передачи информации, для чего достаточно осуществить небольшую доработку пульсатора любой из использующихся в настоящее время телеметрических систем [2].

1.3 Состав наземной части

Наземная система состоит из датчиков и оборудования необходимого для получения сигнала от скважинного прибора, а также определения и обработки измеренных данных инклинометрии в скважине. Сигналы от скважинного модуля, через датчик давления в нагнетательной линии, попадают в системный интерфейсный блок, где автоматически извлекаются из кривой давления, фильтруются и поступают на персональный компьютер инженера. Полученный сигнал декодируется в измеренные значения азимута, отклонителя, зенита, температуры и контроля состояния забойного оборудования. Измеренные параметры записываются в общую базу данных и

выводятся на монитор инженера по бурению и индикаторный пульт бурильщика на столе ротора в режиме реального времени. Также полученные данные могут отправляться в геологическую службу заказчику и службу супервайзинга по каналам связи в международном формате VIDS.0

Наземное оборудование.

Наземная система преобразовывает информацию из скважины и выдает данные на дисплей в виде азимута, наклона и положения передней поверхности прибора. Инженер по MWD может выбирать между обычным текстовым дисплеем последней съемки и информацией об изменении направления, или выбрать графический дисплей, также показывающий данные гамма-каротажа, при наличии такого варианта. Бурильщик направленного бурения имеет дисплей на буровой установке, показывающий последнюю съемку, а также информацию о предыдущих изменениях направления. Данные съемки обрабатываются с целью просчета имеющихся на данный момент координат и истинной вертикальной глубины и заносятся в базу данных.

1.4 Скважинная сборка приборов

- Секция гамма электроники отдельной сборки

Сборка гамма–узла регистрирует данные измерения естественной радиоактивности разбуренной породы, направляет их инклинометру для передачи в режиме реального времени, а также сохраняет информацию в скважинном запоминающем устройстве для последующей визуализации на поверхности.

- Стандартный передатчик

Стандартный передатчик генерирует последовательность импульсов отрицательного давления, чтобы передавать полученные в скважине данные на поверхность. Передатчик заключен в корпус специально изготовленного для него немагнитного переводника передатчика.

- Переводник передатчика

Переводники передатчиков изготовлены из бериллиево-медных сплавов (BeCu) следующих размеров внешнего диаметра: 121мм – 241мм

- Считывающий инклинометр

Считывающий инклинометр состоит из трехкоординатных инклинометрических датчиков (инклинометров и магнитометров), которые обеспечивают возможности исследования инклинометрии и управления на всем диапазоне наклона от 0 до 180°. Кроме того, инклинометр оборудован электронной аппаратурой, регулирующей работу всего инклинометрического прибора.

- Преобразователь питания

Сборка преобразователя обеспечивает формирование электрических импульсов на передатчик для трансляции регистрируемых данных посредством гидравлического канала связи.

- Сборка источника питания

В состав сборки источника питания входит литий–тионил–хлоридная батарейная сборка, которая подает питание на датчики и передатчик. Батарейная сборка рассчитана на рабочую температуру до 150°C.

- Немагнитная УБТ

Немагнитные УБТ изготавливаются из бериллиево–медных сплавов (BeCu).

- Сборка электропитания гамма узла

В состав сборки электропитания гамма узла входит литий–тионил–хлоридная батарейная сборка, которая обеспечивает питанием гамма–детектор и электронную аппаратуру управления.

- Соединитель и наконечник

Соединители сборки приборов обеспечивают обмен данными между отдельными сборками и подачу питания, а также стабилизируют прибор внутри немагнитной УБТ [3].



Рисунок 1 – Состав забойной телеметрической системы

1 – электронные компоненты забойной части, 2 – ПК для контроля данных, 3 – Блок контроля буровой колонны, 4 – компоненты скважинного прибора

Система сбора, установленная на буровой и в станции ЗТС, позволяет собирать, обрабатывать и хранить основные технологические параметры: перемещение талевого блока, давление и расход в нагнетательной линии, вес на крюке. Вывод измеренных и расчетных технологических параметров на экран инженера по бурению и на стол буровой в режиме реального времени, позволяет наблюдать процесс бурения и проводки скважины по необходимой траектории. Кроме того, данная система контроля положения инструмента и режима бурения делает возможным проведение привязки измеренных данных скважинными модулями к глубине скважины по стволу и абсолютным отметкам в процессе бурения [3].

ЗТС с гидравлическим каналом связи включает забойную часть (прибор скважинный, генератор, удлинитель, силовой корпус, пульсатор) и наземные компоненты (датчик давления на манифольде, пульт бурильщика, приемное устройство, ПК) [4].

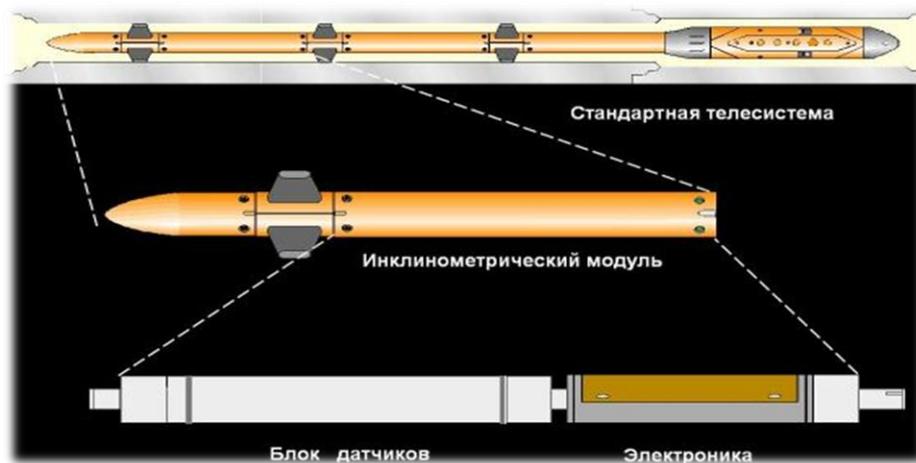


Рисунок 2 - Забойная часть ЗТС

Инклинометрический модуль телесистемы (рисунок 2) устанавливается внизу телесистемы и имеет блок датчиков – стандартные трехосные магнитометры и акселерометры, а также электронику управления, позволяющие производить полную инклинометрию и регулировку разделе направления в полном диапазоне наклонения 0-180 градусов (рисунок 3).



Рисунок 3 – Электронный блок инклинометрического модуля



Рисунок 4 – внешний вид инклинометрического модуля

Модуль инклинометрический представляет собой электронный блок, установленный в охранный кожух. Модуль инклинометрический применяется

в составе скважинного прибора и служит для формирования данных инклинометрических, технологических и технических параметров.

Для определения углов ориентации скважинного прибора в системах инклинометрических буровых часто используется комплекс из трех акселерометров и трех магнитометров, оси чувствительности которых совмещены с осями, связанной с прибором системы координат OXYZ (рисунок 5)

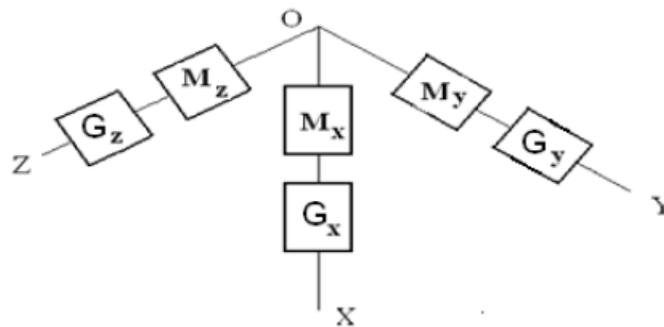


Рисунок 5 – Схема расположения магнитометров M_x, M_y, M_z, и акселерометров G_x, G_y, G_z по осям OXYZ связанной системы координат скважинного прибора

Компоновка акселерометров и феррозондов в блоке чувствительных элементов приведена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Блок чувствительных элементов забойного инклинометра

1.5 Основные модули наземной системы

Блок сопряжения системы (SIB) является сердцем системы. Это мультиплексное приспособление, обрабатывающее сырой сигнал со скважинного прибора и направляющее информацию на ряд периферийных устройств системы и от них, а также на портативный ПК. Датчики ходов насосов позволяют SIB отсеять шумы и наводки на сигнал вследствие работы насосов. Портативный ПК – это основное устройство системы для регулировки и вывода на дисплей. Оно получает поток данных с прибора от SIB и преобразовывает импульсы информации в значимые цифры. Дисплей на буровой установке обеспечивает бурильщику возможность контроля за съемкой и данными положения передней поверхности, получаемыми с инклинометрического прибора и каротажей и, таким образом, регулировать параметры бурения с целью изменения траектории скважины в нужном направлении [5].

Глава 2 Обзор установок для поверки и калибровки магнитометров скважинных забойных инклинометров. Сравнительный анализ и определение тенденций развития

2.1 Патент № 2439493. Комплекс для проверки и калибровки скважинных инклинометров

Комплекс предназначен для поверки и калибровки их чувствительных элементов (рисунок 7). Техническим результатом является упрощение конструкции, снижение ее инструментальных погрешностей, расширение диапазона диаметров поверяемых скважинных инклинометров. Комплекс для поверки и калибровки скважинных инклинометров снабжен устройством для задания зенитных и азимутальных углов, он содержит установку для задания зенитных углов в диапазоне от 0 до 360 град с шагом 10 град в одном азимуте, состоящую из неподвижного основания и подвижной части, состоящей из платформы. К платформе присоединено подвижное основание, на котором установлены две призмы. На призме выполнены направляющие пазы для крепления скоб. Так же комплекс задаёт азимутальный угол в диапазоне от 0 до 360 град с шагом как минимум 90 град при значении зенитного угла 90 град, содержащую платформу. На поверхности платформы расположены площадки, на которых установлены парные призмы, предназначенные для базирования на них поверяемых инклинометров.

Такой комплекс также требует стационарного использования в лабораторных помещениях, т.к. обладает большими габаритами и высокими требованиями к начальной выставке установки перед работой, что непозволительно при использовании его на кустовых площадках нефтегазовых месторождений.

Задачей такого комплекса является контроль работоспособности магнитометров скважинного инклинометра в полевых условиях при минимально возможных габаритных размерах.

Комплекс содержит кольца Гельмгольца для проверки осей магнитометров X, Y инклинометра. Катушка индуктивности расположена

между кольцами Гельмгольца и служит для проверки оси магнитометра Z инклинометра. Кольца Гельмгольца и катушка индуктивности создают поочередно магнитные поля заданной величины и направления [6].

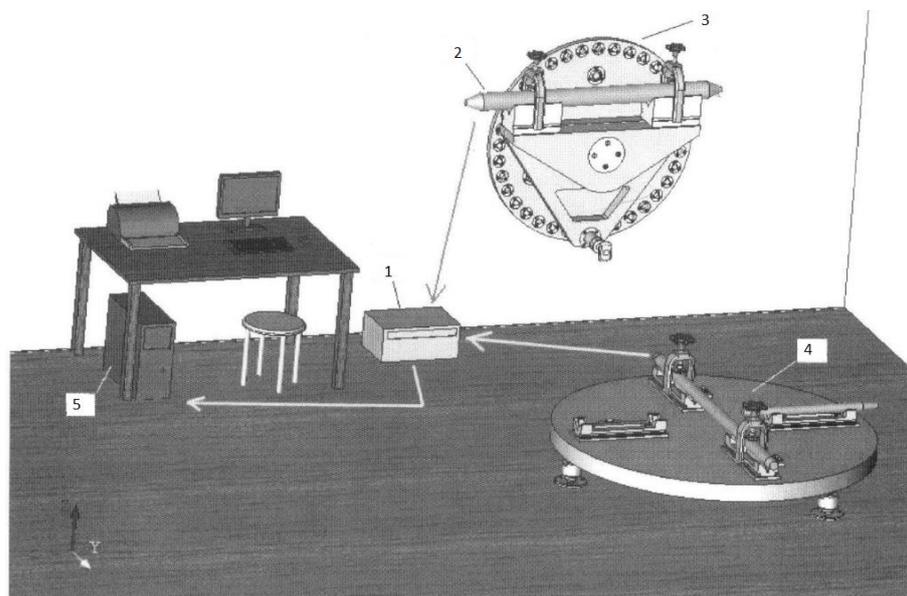


Рисунок 7 – Комплекс для проверки и калибровки скважинных инклинометров.

1 – блок связи, 2 – скважинный инклинометр, 3,4 – призмы, 5 – ПК.

2.2 Патент № 109554. Установка для калибровки инклинометров

Установка наклонно-поворотная УНП-3 (КСВШ.441465.016) предназначена для воспроизведения зенитных, азимутальных и апсидальных углов при проведении операции калибровки любых типов инклинометров диаметром от 42 до 100 мм, длиной до 3200 мм и массой до 100 кг. Размеры помещения, необходимые для размещения установки: 6000×6000×4500 мм³. Инклинометр может устанавливаться в зажимное устройство УНП-3 таким образом, чтобы его чувствительные к магнитному полю Земли датчики находились в точке пересечения осей вращения установки. Прибор подключается непосредственно к установке, для чего предусмотрено шесть транзитных линий.

Изготовленные нашим предприятием установки обязательно проходят метрологические испытания с получением сертификата калибровки средства измерения.

Особенности:

Установка изготовлена из немагнитных материалов, не оказывающих влияние на датчики инклинометров.

Выставка углов обеспечивается по механическим шкалам и цифровым индикаторам, расположенным на корпусе установки. Кроме того, индикация углов осуществляется на экране ПЭВМ.

При калибровке инклинометров в ПЭВМ формируется таблица основных погрешностей калибруемых инклинометров и графики зависимости погрешностей инклинометров от изменения пространственного положения инклинометра в различных плоскостях.

Поворот установки вокруг вертикальной оси осуществляется на воздушной подушке (пневмоподшипнике), что обеспечивает лёгкость и точность воспроизведения угла азимута.

Программное обеспечение УНП-3 функционирует в операционной среде «WINDOWS – 95, 98, XP, 7» [7, 8].

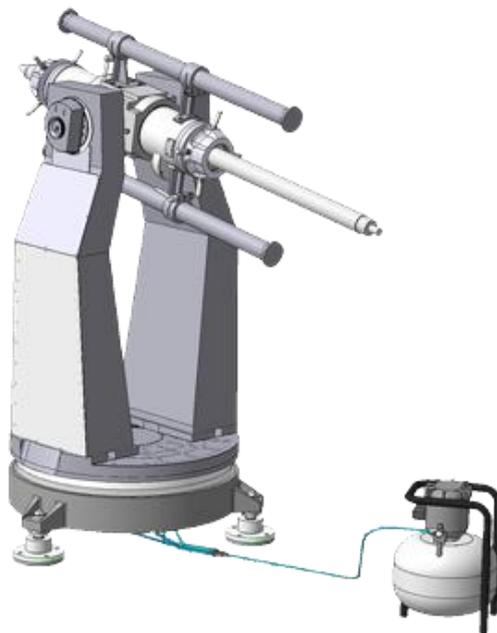


Рисунок 8 – Установка наклонно-поворотная УНП-3

2.3 Комплекс для проверки магнитометров инклинометра КПМИ-0112

Комплекс для проверки магнитометров инклинометра позволяет в полевых условиях производить проверку на точность выставки «0» магнитной оси чувствительности, а также, нормирование амплитудных значений каждого магнитометра. Проверка осуществляется путем базирования в установке определенным образом проверяемого инклинометра и поочередного воздействия на магнитометры постоянным магнитным полем, известной величины и направления, создаваемым кольцами Гельмгольца и соленоидом. Установка (рисунок 9) имеет три регулируемые по высоте опоры для выставки рамы в горизонтальное положение. Регулируемые опоры крепятся винтами к нижнему кольцу подшипника. Рама с колодками представляет собой верхнее кольцо подшипника. Такая конструкция позволяет вращать раму в горизонтальной плоскости. На раме установлены две призмы для базирования инклинометра. Одна из двух призм является сменной, что дает возможность проверять магнитометры разных типов инклинометров. На раме закреплен источник магнитного поля, состоящий из колец Гельмгольца и соленоида. На источнике магнитного поля расположен разъем для запитывания колец и соленоида через кабель от стабилизированного электрического блока [7].

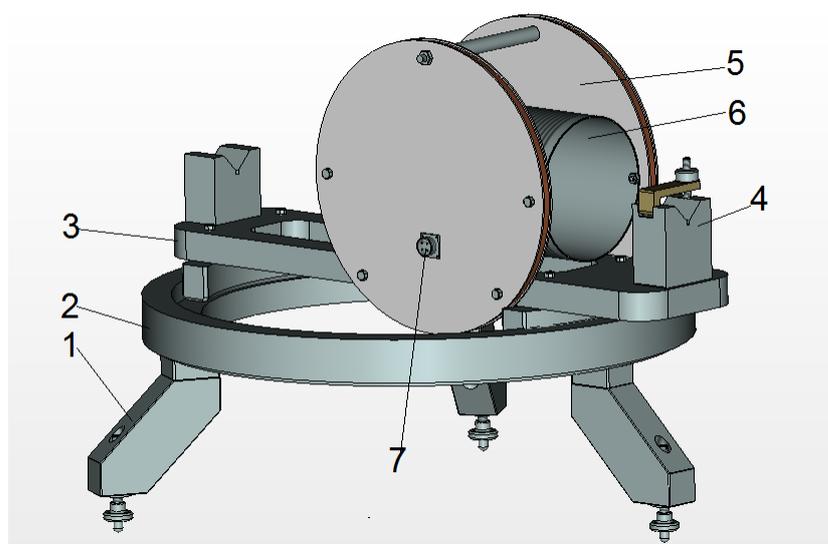


Рисунок 9 – Комплекс для проверки магнитометров инклинометра

1 - регулируемая опора; 2- кольцо подшипника; 3- рама с колодками; 4- сменная призма с прижимной скобой; 5- кольца Гельмгольца; 6- соленоид; 7- разъем.

2.4 Патент № 2345327. Индуктор управляемого магнитного поля

Изобретение относится к устройствам для определения элементов воздушной навигации, в частности моделируемой угловой скорости артиллерийских снарядов. Индуктор управляемого магнитного поля (рисунок 10) представляет собой устройство из трех пар взаимноортогональных колец Гельмгольца, каждая из которых связана с соответствующим каналом источника тока, формирующим составляющие магнитного поля по координатам X , Y , Z . Каналы источника тока включают последовательно соединенные генератор сигналов формы и частоты, амплитудный модулятор и фазовый модулятор, автономно связанные с соответствующими блоками устройства управления, и усилитель мощности сигнала, подаваемого на каждую пару колец Гельмгольца. Обработываемый объект содержит блок магнитометрических датчиков, связанный с формирователем команд, подаваемых на регистратор. Он в свою очередь связан с трехканальным измерительным датчиком, с которого информация передается на программно-вычислительное устройство, дополнительно установленное перед устройством управления, а каналные усилители мощности сигналов связаны с кольцами Гельмгольца через сумматоры, оснащенные регулируемым двуполярным источником постоянного тока [9].

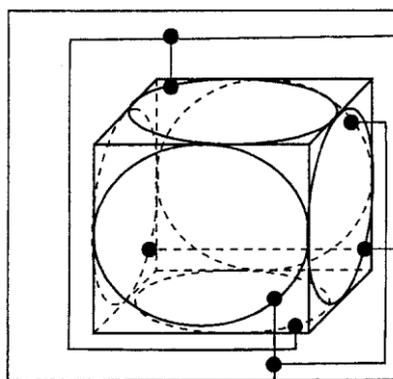


Рисунок 10 – Эскизное изображение индуктора

Из рассматриваемого списка наиболее подходящим для применения в полевых условиях является третий вариант изобретения, поскольку его можно модернизировать до такого варианта, который позволил бы переносить и компоновать установку с целью оперативного применения на местности и транспортировки до требуемой локации. Каждое изобретение основано на работе с магнитным полем, создание которого предусмотрено моделируемой установкой. Приведенные выше изобретения не предполагают работу в полевых условиях без перемещения установки в пространстве, при этом, каждая из них имеет ряд отличительных особенностей, таких как большая масса, сложный доступ к однородному участку магнитного поля, или ограниченные возможности. Таким образом, в проектируемой установке для проверки магнитометров инклинометров забойных телеметрических систем учитываются все требования, предъявляемые к работе в полевых условиях, и рассматриваются особенности работы установки в таких условиях. Система из трех пар колец позволит повысить производительность труда и исключит необходимость поворота установки для проверки каждого магнитометра.

Глава 3 Разработка трехосной установки для проверки магнитометров инклинометров в условиях месторождения с обоснованием выбранных параметров

К проектируемой установке предъявляется ряд требований. Во-первых, установка из колец Гельмгольца должна выполнять главное правило для создания равномерного магнитного поля: расстояние между парой колец должно быть равным радиусу этого кольца. Во-вторых, установка должна состоять из системы колец, расположенных по трем осям СК. Выполняя данные условия, должна получиться установка как на рисунке 11.

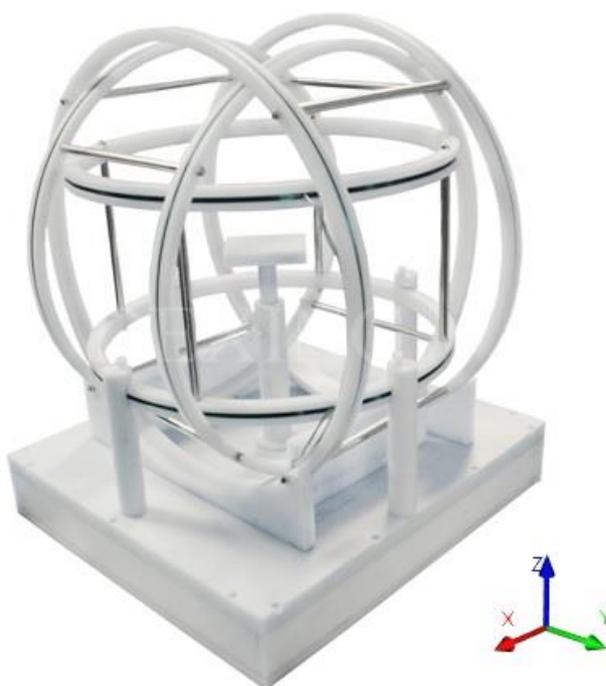


Рисунок 11 – Система трех взаимно-ортогональных колец Гельмгольца

Основными требованиями к разрабатываемой установке является её компактность и небольшой вес, так как она предназначена для транспортировки всеми видами транспорта.

При разработке конструкции были проанализированы различные материалы и геометрические характеристики каркаса, позволяющие создать установку, максимально удовлетворяющую требованиям.

При выборе материала для каркаса основными требованиями являлись вес и прочностные характеристики материала. Обязательным условием

является немагнитность материала. Таким образом, к рассмотрению были предложены немагнитные материалы: алюминий и его сплавы и пластмассы. Материал алюминий А95 имеет плотность 2712 кг/м^3 , что значительно меньше, чем у немагнитной стали, и установка из алюминиевого сплава будет иметь более подходящий требованиям вес. Однако плотность материала АБС пластик составляет всего 1040 кг/м^3 , что является минимальным показателем среди рассматриваемых материалов, при этом, обеспечивает прочностные требования и является доступным. Максимальная температура длительной эксплуатации: $75 - 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Обладает высокой стойкостью к ударным нагрузкам, имеет хорошую химическую стойкость. Исходя из характеристик материала, делаем выбор в пользу АБС-пластика.

При выборе геометрической формы катушек рассмотрены два варианта: круглые и квадратные катушки намагничивания. Основным условием при проектировании катушек является соблюдение равенства $R=d$, где R – это радиус кольца одной пары, d – это расстояние между кольцами в одной паре (рисунок 12).

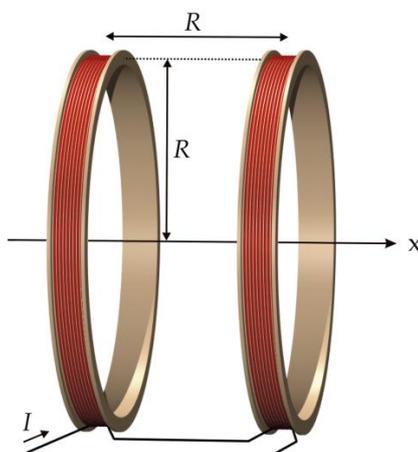


Рисунок 12 – Конфигурация круглых катушек

В квадратных катушках расстояние между ними должно быть равным половине длины стороны. При сравнении таких конструкций получаем вывод, что второй вариант будет больше по размерам за счет наличия углов у квадратных катушек (рисунок 13).



Рисунок 13 – Конфигурация квадратных катушек

Так же в квадратных катушках присутствует определенная неравномерность распространения магнитного поля вдоль осей каждой пары, по той причине, расстояние от каждой точки на стороне квадрата до геометрического центра такой катушки будет всегда разным.

Катушки круглой геометрической формы имеют меньшие размеры по сравнению с квадратными, при условии, что создается одинаковый объем однородного МП. С точки зрения энергетики, круглые кольца в такой конфигурации также являются оптимальными. Так же, с экономической точки зрения, круглые катушки использовать целесообразнее. На основании проведенного анализа следует отдать предпочтение структуре формирующих элементов установки для проверки магнитометров забойных телеметрических систем на базе круглых колец.

Глава 4 Определение геометрических характеристик колец Гельмгольца. Расчет колец Гельмгольца

4.1 Теоретическое нахождение магнитного поля

Суммарный модуль магнитного поля можно получить из закона Био-Савара Лапласа:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot 2 \cdot \pi \cdot I \cdot R^2}{4\pi \cdot (R^2 + r^2)^{3/2}} \quad (1)$$

где I – сила тока в проводнике; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Ф/м – магнитная постоянная; R – радиус катушки; r – радиус-вектор.

Магнитная индукция одного витка:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2r} \quad (2)$$

В центре кольца будем иметь индукцию:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2r} \quad (3)$$

Очевидно, что поле является неоднородным как в случае прямого проводника, так и в случае одиночного витка. Однако, если использовать катушки Гельмгольца, можно получить протяженную область пространства, где магнитное поле можно считать однородным. В пространстве между катушками однородность поля может быть не хуже 0,5 %.

Выражение магнитной индукции для системы двух колец Гельмгольца:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \cdot \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{R} \quad (4)$$

где N – общее число витков катушки.

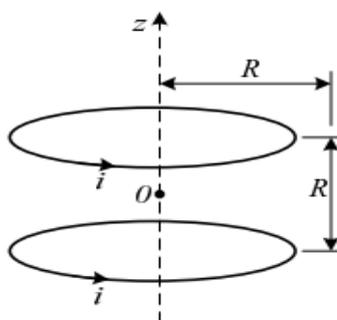


Рисунок 14 – Геометрическое расположение колец на установке
Магнитное поле, создаваемое катушками вдоль оси Z:

$$B_z = \frac{1}{2} \cdot \mu_0 \cdot N \cdot I \cdot R^2 \cdot \left\{ \left[R^2 + \left(z + \frac{R}{2} \right)^2 \right]^{-\frac{3}{2}} + \left[R^2 + \left(z - \frac{R}{2} \right)^2 \right]^{-\frac{3}{2}} \right\} \quad (5)$$

Магнитное поле, создаваемое кольцами должно соответствовать магнитному полю Земли:

$$B_3 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

Магнитное поле в точке О [10]:

$$B = \frac{16}{5\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{R} \quad (6)$$

Из теоретических расчетов, очевидно, что магнитное поле в области между двумя катушками Гельмгольца обладает высокой степенью однородности, что используется при создании однородного магнитного поля.

4.2 Расчет параметров

Расстояние между катушками должно быть равно радиусу одной катушки.

Диаметр провода принимаем равным 0,45 мм

Сила тока не превышает 0,3А

Магнитная постоянная $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н} \cdot \text{А}^{-2} = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{А}^{-2}$

Используя данные, рассчитаем напряженность магнитного поля в центре пар:

$$B_0 = \frac{16}{5\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1,256 \cdot 10^{-6} \cdot N \cdot 0,3}{R} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ (Тл)} \quad (7)$$

Магнитное поле Земли значительно варьируется во времени и пространстве.

На широте 50° магнитная индукция в среднем составляет $5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$

Расчет параметров колец Гельмгольца для случая, когда $L=R$:

Первая пара колец: $R_1=100\text{мм}, L_1=100\text{мм};$

Вторая пара колец: $R_2=120\text{мм}, L_2=120\text{мм};$

Третья пара колец: $R_3=150\text{мм}, L_3=150\text{мм}.$

Зона однородности магнитного поля составляет $\approx 1/3d$ пары катушек.

Для создания кольцами требуемого магнитного поля необходимо произвести расчет его параметров. Так как сила тока, диаметр провода и

магнитная постоянная не изменяются в каждой паре колец, необходимо задать разное количество витков на кольце. Определим это значение:

$$1. B_0 = \frac{16}{5\sqrt{5}} * \frac{1}{2} * \frac{1,256*10^{-6} * N^{0,3}}{R} = 5 * 10^{-5} \text{ (Тл)} \quad (8)$$

$$\text{При } N=19, B_0=5,123*10^{-5} \text{ Тл}$$

$$2. B_0 = \frac{16}{5\sqrt{5}} * \frac{1}{2} * \frac{1,256*10^{-6} * N^{0,3}}{R} = 5 * 10^{-5} \text{ (Тл)} \quad (9)$$

$$\text{При } N=22, B_0=4,943*10^{-5} \text{ Тл}$$

$$3. B_0 = \frac{16}{5\sqrt{5}} * \frac{1}{2} * \frac{1,256*10^{-6} * N^{0,3}}{R} = 5 * 10^{-5} \text{ (Тл)} \quad (10)$$

$$\text{При } N=28, B_0=5,033*10^{-5} \text{ Тл}$$

При данных значениях количества витков для каждой пары мы получим равномерное магнитное поле в точке пересечения всех осей, на которых располагаются кольца.

Глава 6 Влияние внешнего магнитного поля на установку

Большинство планет Солнечной системы в той или иной степени обладают магнитными полями. По убыванию дипольного магнитного момента на первом месте Юпитер и Сатурн, а за ними следуют Земля.

Магнитное поле Земли – это область вокруг нашей планеты, где действуют магнитные силы. Вопрос о происхождении магнитного поля до сих пор окончательно не решен. Однако большинство исследователей сходятся в том, что наличием магнитного поля Земля хотя бы отчасти обязана своему ядру. Земное ядро состоит из твердой внутренней и жидкой наружной частей. Вращение Земли создает в жидком ядре постоянные течения. Как можно помнить из уроков физики, движение электрических зарядов приводит к появлению вокруг них магнитного поля [12].



Рисунок 25 – Схема магнитного поля Земли

Средняя напряженность поля на поверхности составляет около 0,5 Э (5·10⁻⁵ Тл). По форме основное магнитное поле Земли до расстояний менее трех радиусов близко к полю эквивалентного магнитного диполя. Его центр смещен относительно центра Земли в направлении на 18° с.ш. и 147,8° в. д. Ось этого диполя наклонена к оси вращения Земли на 11,5°. На такой же угол

геомагнитные полюса отстоят от соответствующих географических полюсов. При этом южный геомагнитный полюс находится в северном полушарии [13].



Рисунок 26 – Зависимость магнитного наклона от широты

6.1 Определение внешнего магнитного поля

Наша установка производит магнитное поле, равное магнитному полю Земли, это значит, что в процессе работы установки на результат проверки будет влиять воздействие внешнего магнитного поля. Для того, чтобы влияние этого поля не являлось помехой, перед началом работ необходимо провести измерения внешнего магнитного поля и определить его величину и направление, воспользовавшись магнитометром (рисунок 27).



Рисунок 27 – Магнитометр

После того, как определено внешнее магнитное поле, инженер располагает установку таким образом, чтобы направление внешнего и создаваемого установкой поля совпадало.

Получение однородного магнитного поля в определенном объеме – это задача, часто встречающаяся в постановке физического эксперимента. В зависимости от требуемой величины магнитной индукции B , размеров рабочей области, мощности установки, веса и конструктивных требований эта проблема решается разными способами. Магнитное поле может быть создано с помощью катушек с током, электромагнитов и постоянных магнитов. Постоянные магниты не требуют энергии, но не дают возможности эффективно и просто управлять величиной магнитного поля.

Важно учитывать, что при работе с установкой в полевых условиях часто работы проводятся в вагоне со стальной обшивкой, в котором располагается оборудование (компьютер) и рабочее место инженера-технолога наклонно-направленного бурения. Все эти факторы оказывают влияние на величину и направление окружающего проверяемый инклинометр, внешнего магнитного поля.

6.2 Влияние электромагнитных полей промышленной частоты на уровень магнитного поля, создаваемого соленоидом

Был проведен эксперимент на установке (рисунок 28). В качестве источника однородного поля взят соленоид 1. На катушку соленоида был подан сигнал с генератора 2, на который подавалось напряжение частотой 20 Гц. При этом, на измерительной катушке 3 уровень выходного сигнала был 1,8 мВ. Напряженность магнитного поля внутри соленоида составляла 28 мкТл. Измерения производились с использованием индикатора электромагнитного поля СОЭКС Импульс (рисунок 29).



Рисунок 28 – Ход эксперимента



Рисунок 29 – Магнитометр SOEKS

После включения электромашинного генератора, расположенного на расстоянии 800 мм от соленоида, произвели измерение напряженности электромагнитного поля. Его уровень составил 28 мкТл. Т.е., наличие такого источника внешних помех не привело к заметному изменению уровня электромагнитного поля внутри соленоида.

Глава 7 Описание конструкции установки

Установка для проверки магнитометров предназначена для создания постоянного магнитного поля вдоль осей каждой пары катушек по трём осям ортогональной системы координат. Конструкция установки достаточно проста, в её состав входят:

- крепление для базирования проверяемых инклинометров;
- блок для создания магнитных полей;
- источник электрического питания;
- пульт управления;
- комплект электрических соединительных кабелей;
- комплект запасных частей, инструмента и приспособлений;
- комплект эксплуатационной документации;
- комплект упаковки и тары.

Установка должна позволять осуществлять проверку точности выставки «0» по оси чувствительности и правильность нормирования амплитудных значений каждого из трех магнитометров инклинометра, поочередно воздействуя, на оси чувствительности магнитометров, постоянным однородным магнитным полем. Так же установка должна позволять постоянно осуществлять контроль характеристик создаваемого магнитного поля, путем измерения тока протекающего через катушки намагничивания, в процессе проверки магнитометров инклинометра. Набор разноразмерных призм для установки должен позволять осуществлять проверку инклинометров разных типов. Питание установки должно осуществляться от промышленной электрической сети 220 В $\pm 10\%$ и частотой 50 Гц $\pm 0,5\%$ и потреблять от него не более 100 Вт мощности. Так же необходимо обеспечить возможность организации питания катушек установки от аккумуляторов с продолжительностью работы 8 часов без подзарядки. Установка должна сохранять работоспособность и основные технические характеристики в условиях воздействия любых электромагнитных помех. Время непрерывной работы установки должно быть

не более 8 ч. Полный назначенный срок службы установки должен составлять не менее 5 лет.

Установка должна быть работоспособной в условиях, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Условия для установки

Условия применения	Температура, °С	Давление, гПа
Хранение	от -20 до +50	200-1100
Эксплуатация	от +5 до +45	200-1100
Примечание – Относительная влажность воздуха на всех этапах до 95%		

Эксплуатация установки должна осуществляться согласно требованиям эксплуатационной документации. Ремонт должен выполняться обслуживающим персоналом с использованием комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей. Установка должна разрабатываться с использованием стандартных и унифицированных частей, элементов, схемных и конструктивных решений. Так же необходимо уложиться в габариты до 20 кг по массе, до 650х650х650 мм по размерам. Функциональные узлы установки должны иметь конструктивные элементы, предотвращающие их неправильную установку и включение. Программное обеспечение должно поставляться с проверяемым инклинометром. Программное обеспечение проверяемых инклинометров должно работать под управлением операционной системы Windows 7, Windows XP [14].

Установка для проверки магнитометров ЗТС предназначена для использования в условиях месторождения, поэтому главное требование, предъявляемое к установке, она должна быть небольшого веса, иметь возможность простой сборки и разборки для транспортировки до места работ. Крепление колец между собой позволяет разобрать установку очень быстро:

необходимо только открутить по 3 болтовых соединения на каждом кубе, таковых в установке 8. После этого все кольца будут разделены и их необходимо сложить (установить) в специальные отсеки кейса для транспортировки. Сборка установки производится в обратном порядке. Кольца меньшего диаметра устанавливаются в паре на первой оси и являются внутренней парой колец. Затем устанавливаются кольца среднего диаметра параллельно друг другу и на оси, перпендикулярной первой паре колец. Последними устанавливаются наружные кольца максимального диаметра, так же перпендикулярно первым двум осям. Таким образом, получается система из 3 пар колец, расположенных ортогонально [15].

Глава 12 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;
- организация работ по научно-исследовательскому проекту;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Объектом исследования является установка для проверки магнитометров забойных телеметрических систем в условиях месторождения.

12.1 Предпроектный анализ

12.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальные покупатели установки для проверки магнитометров ЗТС:

- Предприятия, занимающиеся разведкой и добычей углеводородов, а также, производством и сбытом нефтепродуктов.
- Сервисные компании, занимающиеся обслуживанием и бурением нефтяных скважин.

12.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Установка для проверки магнитометров ЗТС – это портативная установка, предназначенная для проверки магнитометров инклинометров в условиях месторождения. Основным преимуществом прибора является его мобильность, что позволяет совершить поверку прибора в любой момент.

Основными параметрами, влияющими на стоимость прибора, качество его функционирования и количественные характеристики являются:

1. Диаметр используемых катушек намагничивания
2. Программное обеспечение, интегрированное с установкой
3. Параметры крепежного узла

Для сравнения выбраны два коммерчески успешных прибора наиболее близкие по назначению с установкой для проверки магнитометров ЗТС:

1. Кольца Гельмгольца трехкоординатные НС-500-3D, производится в России фирмой ЗАО «НПП «Циклон-Прибор»;
2. Имитатора магнитного поля SX-MAGSIM-02, производится в России фирмой ООО «СПУТНИКС».

В приборе используются круглые катушки намагничивания, конструкция установки позволяет собирать и разбирать прибор для удобной и безопасной транспортировки, что является преимуществом перед аналогичными приборами. Круглые катушки увеличивают точность создания магнитного поля при меньших габаритных характеристиках установки, а также, уменьшает финансовые затраты на создание каркаса прибора.

Таблица 3 – оценка эффективности установки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
2. Помехоустойчивость	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
3. Энергоэкономичность	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
4. Безопасность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
6. Простота эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
7. Качество интеллектуального интерфейса	0,07	3	4	3	0,21	0,2	0,21
8. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
3. Цена	0,03	4	5	5	0,12	0,15	0,15
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	4	4	4	0,08	0,08	0,08
5. Наличие сертификации разработки	0,05	2	4	4	0,1	0,2	0,08
Итого	1				4,61	3,91	3,87

Предлагаемые решения в установке для проверки магнитометров ЗТС делают её удобным и продуктивным воплощением потребностей современных нефтедобывающих компаний.

12.1.3 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Для этого раздела выбираю следующие методы коммерциализации научных разработок:

1. Организация собственного предприятия

2. Инжиниринг, как самостоятельный вид коммерческих операций, предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

12.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Его применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Анализ проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Результаты первого этапа SWOT- анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Возможность оценить результат без наличия образования в нефтегазовой отрасли</p> <p>С2. Использование современных микросхем высокой интеграции</p> <p>С3. Быстрое получение данных.</p> <p>С4. Использование прибора в полевых условиях</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прав на интеллектуальную собственность.</p> <p>Сл2. Отсутствие эксперимента в условиях месторождений.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Потенциал развития.</p> <p>В2. Повышение спроса на новый продукт.</p>		

В3.Отладка производственных процессов и запуск мелкосерийного производства		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3.Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT и выявить стратегию изменения. Результаты второго этапа приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	+
	B2	+	+	0	+
	B3	-	0	+	-
Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1		Сл2	
	B1	+		+	
	B2	+		+	
	B3	+		+	
Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	0	-	-	+
	У2	+	+	+	+
	У3	0	+	0	+
Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1		Сл2	
	У1	0		+	
	У2	+		+	

	УЗ	-	-
--	----	---	---

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая представлена в таблице 6.

Таблица 6- SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Возможность оценить результат без наличия образования в нефтегазовой отрасли С2.Использование современных микросхем высокой интеграции С3. Быстрое получение данных. С4.Использование прибора в полевых условиях</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прав на интеллектуальную собственность. Сл2. Отсутствие эксперимента в условиях месторождений.</p>
<p>Возможности: В1. Потенциал развития. В2. Повышение спроса на новый продукт. В3.Отладка производственных процессов и запуск мелкосерийного производства</p>	<p>-Усовершенствование данного прибора для увеличения спроса и внедрения его на рынок.</p>	<p>-Защита интеллектуальной собственности и сертификация продукции</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3.Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>-Продвижение продукта и акцентирование на достоинствах.</p>	<p>-Защита интеллектуальной собственности и сертификация продукции</p>

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

12.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

В таблице 7 представлена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 7 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	2
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	1
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	4	1
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	1
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	2
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	53	33

При оценке степени проработанности научного проекта ставится балл от 1 до 5, где 1 балл означает не проработанность проекта, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: от 1 до 5, где 1 означает не знаком или мало знаю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется суммарным количеством баллов. Таким образом, перспективность разработки выше среднего, а знания разработчика считаются средними [21].

12.4 Инициация проекта

В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

В таблице 8 представлена информация о иерархии целей проекта в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 8 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Научное сообщество (лаборатории, научно-исследовательские центры, занимающиеся калибровкой и поверкой)	Результаты фундаментальных исследований, полученных при выполнении работы
Организации: ТомскГАЗПРОМ-геофизика; Schlumberger; Halliburton; Сургутнефтегаз.	Повышение точности измерений и возможность проведения проверки непосредственно перед рабочим процессом. Увеличение конкурентоспособности.

Таблица 9 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследование рынка и определение порядка выполнения проекта.
Ожидаемые результаты проекта:	Получение фундаментальных исследований при выполнении работы;

	Повышение качества и точности прибора измерения.
Критерии приемки результата проекта:	Определение способности конкуренции на рынке.
Требования к результату проекта:	Создан прибор с высокой точностью, меньшей погрешностью, надежностью, соответствующей ценой, обеспеченными качествами и конкурентоспособностью.

12.5 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Таблица 10 - Календарный план проекта

№ Раб	Основные этапы	Наименование работ	Дни рабочих	Дата начала работ	Дата окончания работ	Исполнитель
1	Подготовительный	Постановка задачи и целей, получение исходных данных к выполнению	2	01.01.2017	10.01.2017	Руководитель
			2			Студент
2		Составление и утверждение ТЗ, подбор и получение материалов по тематике	1	11.01.2017	13.01.2017	Руководитель
			2			Студент
3	Анализ области применения	1	14.01.2017	17.01.2017	Руководитель	
		2			Студент	
4	Основные шаги выполнения и обсуждение литературы	2	2	18.01.2017	25.01.2017	Руководитель
			4			Студент
5	Проектирование	Создание модели	3	26.01.2017	31.01.2017	Студент
6		Выбор метод для расчётов	10	01.02.2017	15.02.2017	Студент
7		Выбор алгоритмов расчёта	1 3	16.02.2017	20.02.2017	Руководитель Студент
8		Выбор прикладных программ для расчёта	1 2	21.02.2017	24.02.2017	Руководитель Студент
9		Разработка диаграммы классов	3	25.02.2017	28.02.2017	Студент
10		Разработка расчёты	4	01.03.2017	07.03.2017	Студент
11	Программирование	4 20	08.03.2017	06.04.2017	Руководитель Студент	
12	Изготовление и испытание макета	Конструирование и изготовление макета (опытного образца) и сборки	5	07.04.2017	22.04.2017	Руководитель
			13			Студент

13	(опытного образца)	Лабораторные испытания макета	2 5	23.04.2017	30.04.2017	Руководитель Студент
14	Оформление документации и подготовка отчета	Оформление пояснительной записки и подготовка	10 20	01.05.2017	30.05.2017	Руководитель Студент

12.5.1 Бюджет научного исследования

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям:

А) Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов).

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты по данной статье приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет себестоимости продукции

№ п/п	Наименование	Цена, р.
1	Катушки намагничивания	4800
2	Каркас установки	159
3	Магнитометр	52800
4	Узел крепления	250
5	ПК для передачи данных	16580
6	Датчики системы определения ориентации	143
7	Датчик положения	241
8	Микросхема зарядки BQ2057	230
9	Bluetooth модуль CC2541	146
10	Универсальная плата	325
11	Источник питания	693

12	Корпус для транспортировки	1100
	Всего за материалы	77467
	Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)	3873
	Итого по статье С _м	81340

Б) Специальное оборудование и расходный материал для создания установки для проверки магнитометров ЗТС.

Таблица 12 - Расчет затрат по статье «Специальное оборудование и расходный материал для создания установки для проверки магнитометров ЗТС»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1	Компьютер высокой мощности	2	15600	31200
2	Паяльная станция QUICK 204	1	4800	5200
3	Паяльная станция Lukey 702	1	5200	32500
4	Блок питания Mastech HY5003-2	1	9600	9600
5	Генератор сигналов Instek GFG-8216A	1	8500	8500
6	Мультиметр	1	1250	1250
7	Припой ПОС 61 , 1мм	1	1230	1230
8	Припой ПОС 61 , 2мм	2	1170	2340
9	Флюс ЛТИ 120	2	30	60
Итого:				91880

В) Основная заработная плата

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

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (20)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (21)$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 19);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (22)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 13).

Таблица 13 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени ($F_{\text{д}}$)	250	250

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}} \quad (23)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Гомска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 14.

Таблица 14 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	k _р	З _м , руб	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель (доцент, к.т.н.)	23264,86	1,3	30255,32	1258,16	230	289376,8
Ассистент, преподаватель	14584,32	1,3	18959,62	788,72	470	370698
Инженер 1 (учебно- вспомогательный персонал)	6976,22	1,3	9069,1	377,27	300	113181
Инженер 2 (учебно- вспомогательный персонал)	6976,22	1,3	9069,1	377,27	290	109408,3
Инженер 3 (учебно- вспомогательный персонал)	6976,22	1,3	9069,1	377,27	270	101862,9
Инженер 4 (учебно- вспомогательный персонал)	6976,22	1,3	9069,1	377,27	380	143362,6

Г) Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде.

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (24)$$

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

k_{доп} – коэффициент дополнительной зарплаты (12%);

Z_{осн} – основная заработная плата, руб.

В таблице 15 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 15 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер	Ассистент
Основная зарплата, руб.	289376,8	93562,96	370698
Дополнительная зарплата, руб.	34725,22	11227,56	47905,6

Д) Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (25)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (289376,8 + 34725,22) = 97230,606 \text{ руб.};$$

Отчисления для инженера:

$$C_{\text{внеб}} = 31437,156 \text{ руб.}$$

Для ассистента

$$C_{\text{внеб}} = 27716,81 \text{ руб.}$$

Е) Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями

В этой статье отражены расходы, связанные с полученными в процессе проектирования услугами от сторонних организаций.

Таблица 16 - Затраты на услуги сторонних организаций

Услуга	Сумма затрат, руб.
Услуги сторонних (доставка оборудования, рекламные плакаты и т.д.)	1450
Доступ в Internet	2000
Прочее (печать, канцелярские принадлежности, и т.д.)	415
Итого	3865

Ж) 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:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (26)$$

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

Расчет накладных расходов для руководителя:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (753727,76 + 93858,38) = 678068,912 \text{ руб};$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости карманного электрокардиографа ЭКГ-экспресс, приведенной в таблице 17.

Таблица 17 – Плановая себестоимость разработки

Статьи	Общая стоимость статьи
Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	81340
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	91880
Основная заработная плата	753637,76
Дополнительная заработная плата	93858,38
Отчисления на социальные нужды	156384,572
Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	3865
Накладные расходы	677996,832
Итого плановая себестоимость	1.858962,54

12.6 Объем платежеспособного Российского рынка

По данным на 2016 год на российском рынке выявлено 87 лучших компаний в сфере нефтесервиса и нефтедобычи. Зарубежных компаний насчитывается на порядок больше. Из-за санкций структура российского рынка нефтесервисных услуг меняется. На смену иностранцам приходят собственные подразделения компаний, а оборудование с удовольствием готовы поставить отечественные компании. Мировой рынок нефтесервисных услуг в этом году составил \$149 млрд, на долю России придется около 17%, к

2019 г. весь рынок вырастет до \$200 млрд, (прогноз Deloitte в своем исследовании нефтесервисного рынка России). Бурение занимает больше половины из \$25,9 млрд российского нефтесервисного рынка. Данная динамика обернется популяризацией российских компаний и увеличением спроса на оборудование.

В итоге, предлагаемая установка для проверки магнитометров ЗТС позволяет ей конкурировать с другими аналогами. Основным преимуществом проекта является отсутствие российских аналогов, отсутствие прибора, возможного для транспортировки до места работы, отсутствие разборных установок. Благодаря совокупности всех факторов можно предположить, что актуальность проекта сохранится в течение 4-5 лет, которые необходимы для организации начала продаж и получения прибыли [21].

Список публикаций

- 1 Зубенко А.А., Прыгов А.Н. – Способы и системы бурения нефтяных и газовых скважин/ науч. рук. А. Н. Гормаков // VIII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» - 2016
- 2 Зубенко А.А. – Определение расстояния магнитными средствами при бурении параллельных скважин/ науч. рук. А. Н. Гормаков // Неразрушающий контроль : сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции "Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность", Томск, 23-27 мая 2016 г. : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [5 с.].
- 3 Зубенко А.А. – Имитатор геомагнитного поля для наземных испытаний систем ориентации наноспутников/ науч. рук. А. Н. Гормаков // V Международный молодежный Форум «Инженерия для освоения космоса» -2017
- 4 Зубенко А.А. – Установка для проверки магнитометров инклинометров в условиях месторождения/ науч. рук. А. Н. Гормаков // IX Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум» - 2017