

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Кафедра Программной инженерии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПО ИСПЫТАНИЮ ПОГРУЖНОЙ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM5B	Апалишин Владислав		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ПИ	Е. С. Чердынцев	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	В. Ю. Конотопский	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	П. А. Акулов			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПИ	М. А. Иванов	К.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки (специальность) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Кафедра Программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Иванов М.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
8BM5B	Апалишину Владиславу

Тема работы:

Разработка комплекса технических средств по испытанию погружной кабельной линии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.03.2017 №1652/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Обзор отечественной и зарубежной литературы, техническое задание на выполнение работ
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Анализ предметной области добычи нефти, методики проверки кабельных линий 2. Выявление проблем установок для испытания кабельных линий, актуальность разработки 3. Предъявление технических требований к установке и программному обеспечению 4. Подбор оборудования 5. Изучение документации оборудования 6. Проработка алгоритма работы установки и программного обеспечения 7. Анализ аналога установки, сравнение с

	разработкой 8. Проведение тестирования и введение в производство
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	В. Ю. Конотопский
Социальная ответственность	П. А. Акулов
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ПИ	Е. С. Чердынцев	к.т.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM5B	В. Апалишин		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту

Группа	ФИО
8BM5B	Апалишин Владислав

Институт	Кибернетики	Кафедра	Программной инженерии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): <u>материально-технических</u> , <u>энергетических</u> , <u>финансовых</u> , <u>информационных</u> и <u>человеческих</u>	
2. Нормативы расходования ресурсов	Годовая норма амортизации – 40%.
3. Используемая система налогообложения	Размеры отчислений в: - Пенсионный фонд – 22%; - Фонд социального страхования – 2,9%; - Федеральный фонд обязательного медицинского страхования – 5,1%;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке

1. Организация и планирование работ	- Приведение перечня работ по проекту; - Определение продолжительности этапов работ и составление линейного графика; - Расчет накопления готовности проекта;
2. Расчет затрат на выполнение проекта	Расчет затрат на выполнение проекта;
3. Оценка экономической эффективности проекта	- Определение типа эффекта, который производит реализация проекта; - Определение факторов экономического эффекта;
4. Оценка научно-технического уровня работ	Расчет интегрального показателя научно-технического уровня работ на основе количественной оценки факторов научно-технического уровня работ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Таблица трудозатрат на выполнение проекта
2. Линейный график выполнения работ

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

Задание выдал консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	В. Ю. Конотопский	к. э. н.		

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM5B	В. Апалишин		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту

Группа	ФИО
8BM5B	Апалишин Владислав

Институт	Кибернетики	Кафедра	Программной инженерии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются бизнес-процессы проектной-строительной организации, а также алгоритмы разрабатываемой на их основе информационной системы поддержки жизненного цикла проектов. Конечным результатом настоящей работы является создание первого прототипа, удовлетворяющего требованиям заказчика.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	
1. Профессиональная социальная безопасность 1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования. 1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований. 1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.	1.1 Вредные производственные факторы, создаваемые объектом исследования: программное обеспечение не создает вредных производственных факторов Опасные производственные факторы, создаваемые объектом исследования: – Поражение электрическим током. 1.2 Вредные производственные факторы, возникающие на рабочем месте: – Нарушение параметров микроклимата; – Шум; – Монотонность работы; – Недостаточная освещенность рабочего места. Опасные производственные факторы, возникающие на рабочем месте: – Пожароопасность. 1.3 Мероприятия по защите от вредных и опасных факторов согласно нормативным документам: – ГОСТ 12.1.005-88; – ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ; – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – СанПиН 2.2.4.548-96; – СНиП 23-05-95;
2. Экологическая безопасность 2.1. Анализ влияния объекта	2.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду: программное

исследования на окружающую среду. 2.2. Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду. 2.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	обеспечение не может оказать влияния на окружающую среду, но оно разрабатывается на персональном компьютере, который такое влияние оказать может. 2.2 Влияние процесса исследования на окружающую среду: – Утилизация макулатуры. – Утилизация люминесцентных ламп; 2.3 Мероприятия по защите окружающей среды согласно нормативным документам: – Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 N 681 (ред. от 01.10.2013). – СанПиН 2.1.7.1322-03;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях 3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований. 3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований. 3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	2.4 Вероятные ЧС, инициируемые объектом исследования: программное обеспечение не может создать чрезвычайную ситуацию, однако оно разрабатывается на персональном компьютере, который такое влияние оказать может. 3.1 Вероятные ЧС, возникающие на рабочем месте: – Пожар. 3.2 Мероприятия по предотвращению наиболее типичной ЧС – пожара, согласно нормативным документам: – ППБ 01–03. – НПБ 105-03;
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. 4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4.1 Описание правовых норм для работ, связанных с работой на персональном компьютере согласно следующим документам: • Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ. 4.2 Влияние реализации проекта на организацию рабочего места пользователя.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	П. А. Акулов			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM5B	В. Апалишин		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 115 с., 29 рис., 15 табл., 29 источников, 8 прил.

Ключевые слова: НЕФТЬ, ИСПЫТАНИЕ, КАБЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ, КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, C#, VISUAL STUDIO.

Объектом исследования являются установки для испытания кабельных линий.

Цель работы – разработать комплекс технических средств для испытания погружной кабельной линии, которая будет по всем параметрам превосходить конкурентов в техническом и программном плане.

В процессе исследования проводились сравнения установок для испытания кабельных линий, были выделены их основные недостатки.

В результате исследования была поставлена цель о разработке собственной установки, которая покроет недостатки аналогов конкурентов.

Степень внедрения: в данный момент установка введена в эксплуатацию в компании ООО «БРПО».

Область применения: Энергетика

Экономическая эффективность/значимость работы: разработанная установка ниже по себестоимости, по сравнению с конкурентами, более производительна и надежна.

В будущем планируется ввести внедрить разработанный комплекс технических средств в производство компании ООО «БРПО» и, после этого, пройти сертификацию для будущего выхода на рынок.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	12
1. Обзор	13
1.1 Процесс добычи нефти	13
1.2 Конструкция и характеристики модулей УЭЦН	16
1.2.1 Компенсатор	17
1.2.2 Погружной электродвигатель	17
1.2.3 Протектор.....	18
1.2.4 Центробежный газосепаратор.....	18
1.2.5 Погружной электроцентробежный насос	19
1.2.6 Обратный клапан.....	19
1.2.7 Сливной клапан	20
1.2.8 Кабельная линия.....	20
1.2.9 Станция управления.....	21
1.2.10 Трансформатор	21
1.3 Методика испытания кабельных линий.....	22
1.4 Установки испытания кабельных линий	24
1.5 Вывод.....	25
2. Разработка	27
2.1 Технические требования к ПО.....	27
2.2 Подбор оборудования.....	29
2.2.1 Мантигора НТ-20000	29
2.2.2 ОВЕН ПЛК110.....	30
2.2.3 Программное обеспечение «КТС-ИК»	31
2.2.4 Дополнительное оборудование	34

2.3 Обзор алгоритма работы установки	34
2.4 Диаграмма работы программного обеспечение.....	35
2.5 Выбор языка и среды программирования	37
3. Тестирование	39
3.1 Обзор аналога	39
3.1.1 Техническое отличие	40
3.1.2 Программные проблемы «ИДИЗ-3» и способы их решения	41
3.2 Описание разработанного комплекса	42
3.2.1 Описание установки.....	42
3.2.2 Описание ПО	45
3.3 Тестирование	46
3.3.1 Тестирование электромонтажной части	46
3.3.2 Тестирование ПО	47
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	50
4.1 Организация и планирование работ	50
4.1.1 Продолжительность этапов работ	51
4.1.2 Расчет накопления готовности проекта	55
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	56
4.2.1 Расчет затрат на материалы	56
4.2.2 Расчет заработной платы	57
4.2.3 Расчет затрат на социальный налог.....	58
4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	59
4.2.5 Расчет амортизационных расходов	60
4.2.6 Расчет прочих расходов.....	61
4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	61

4.2.8 Расчет прибыли	62
4.2.9 Цена разработки НИР	62
4.3 Оценка экономической эффективности проекта	62
4.4 Оценка научно-технического уровня НИР.....	63
5. Социальная ответственность	66
5.1 Введение.....	66
5.2 Производственная и эксплуатационная безопасность	67
5.2.1 Электробезопасность	67
5.2.2 Микроклимат	68
5.2.3 Освещенность	69
5.2.4 Монотонный режим работы.....	70
5.2.5 Пожарная безопасность	71
5.3 Рекомендации по минимизации влияния вредных и опасных факторов производства.....	72
5.3.1 Рекомендации по защите от электрического тока.....	72
5.3.2 Рекомендации по улучшению микроклимата	73
5.3.3 Рекомендации по минимизации влияния освещения	73
5.3.4 Меры по обеспечению пожарной безопасности	73
5.4 Экологическая безопасность.....	74
5.4.1 Анализ воздействия на окружающую среду	74
5.4.2 Рекомендации по минимизации влияния на окружающую среду	74
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	75
5.5.1 Перечень возможных чрезвычайных ситуаций на объекте.....	75
5.5.2 Меры по ликвидации чрезвычайных ситуаций и последствий.....	76
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77

5.6.1 Психофизиологические факторы	77
5.6.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	78
5.6.3 Обеспечение гарантий защиты конфиденциальных данных граждан	79
Заключение	81
Список использованной литературы.....	83
Приложение А (обязательное) Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	86
Приложение Б (обязательное) Технические требования на разработку комплекса	97
Приложение В (обязательное) Принципиальная схема комплекса	100
Приложение Г (справочное) Руководство пользователя	101
Приложение Д (обязательное) Протокол испытания установки.....	112
Приложение Е (обязательное) Акт ввода в эксплуатацию	113
Приложение Ж (обязательное) Протокол испытания после введения в эксплуатацию.....	114
Приложение И (обязательное) Диплом второй степени на конференции	115

ВВЕДЕНИЕ

Нефть – полезное ископаемое, представляющее из себя маслянистую жидкость. Это горючее вещество, часто черного цвета, хотя цвета нефти в разных районах различаются. С химической точки зрения нефть – это сложная смесь углеводородов с примесью различных соединений, например, серы, азота и других[1].

Нефть играет значительную и без преувеличения критическую роль в современном мире. Нефтепереработка и нефтехимия влияет практически на все стороны цивилизации и на качество жизни каждого человека. Нефть оказывает влияние на транспорт, пищу, одежду, жилища, места проживания.

УЭЦН – установка электроцентробежного насоса, в английском варианте – ESP (electric submersible pump). С помощью УЭЦН добывается порядка 80% всей нефти в России.

В состав УЭЦН входит кабель, с помощью которого к погружному электродвигателю подводится электроэнергия. Кабель бронированный. На поверхности и до глубины спуска насоса он круглого сечения, а на участке погружного агрегата вдоль насоса и гидрозащиты – плоский [2].

Кабель должен проходить периодические испытания на соответствие нормам и паспорту. Испытание проводится высоким напряжением в специальной установке [3]. По результатам испытания кабель ремонтируется или отправляется обратно на промысла.

Предприятием ООО «База по ремонту погружного оборудования» (далее ООО «БРПО») была поставлена задача: разработать комплекс технических средств для испытания кабельной линии высоким напряжением.

В ходе работы должен быть проведен обзор предметной области, анализ аналога установки испытания кабельных линий, выделены преимущества и недостатки аналога, учитывая их, необходимо разработать собственную установку по испытанию кабельных линий, провести тестирование установки, провести анализ экономической и социальной составляющей.

1. ОБЗОР

В этой главе будет рассмотрены общие принципы процесса добычи нефти, какое оборудование необходимо для этого, какую роль играет в этом погружной кабель, метод проверки этого кабеля и типы установок испытания кабеля.

1.1 ПРОЦЕСС ДОБЫЧИ НЕФТИ

Нефть добывается путем выкачивания её из пробуренных ранее скважин. Скважины делаются с помощью буровых установок (рисунок 1), именуемых «нефтяные вышки». Вышки предназначены исключительно для бурения и при его окончании эти вышки переезжают на новое место и приступают к бурению уже там. Процесс бурения одной скважины может занимать до нескольких месяцев.

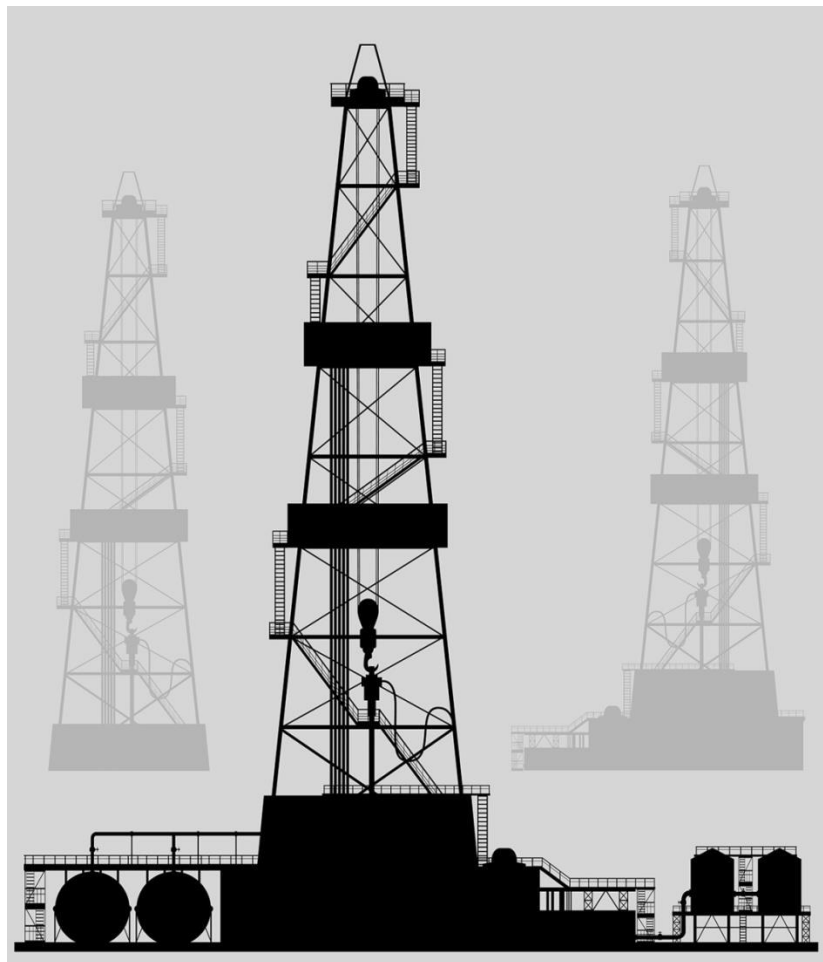


Рисунок 1 – Буровая установка

Чтобы разные пласты не превращались в сообщающиеся сосуды, пространство за обсадной колонной скважины заливают цементом. Этим достигается разобщение пластов и предотвращение циркуляции между ними нефти, газа или воды [4]. Схема скважины, оборудованной электроцентробежным насосом (ЭЦН) представлена на рисунке 2.

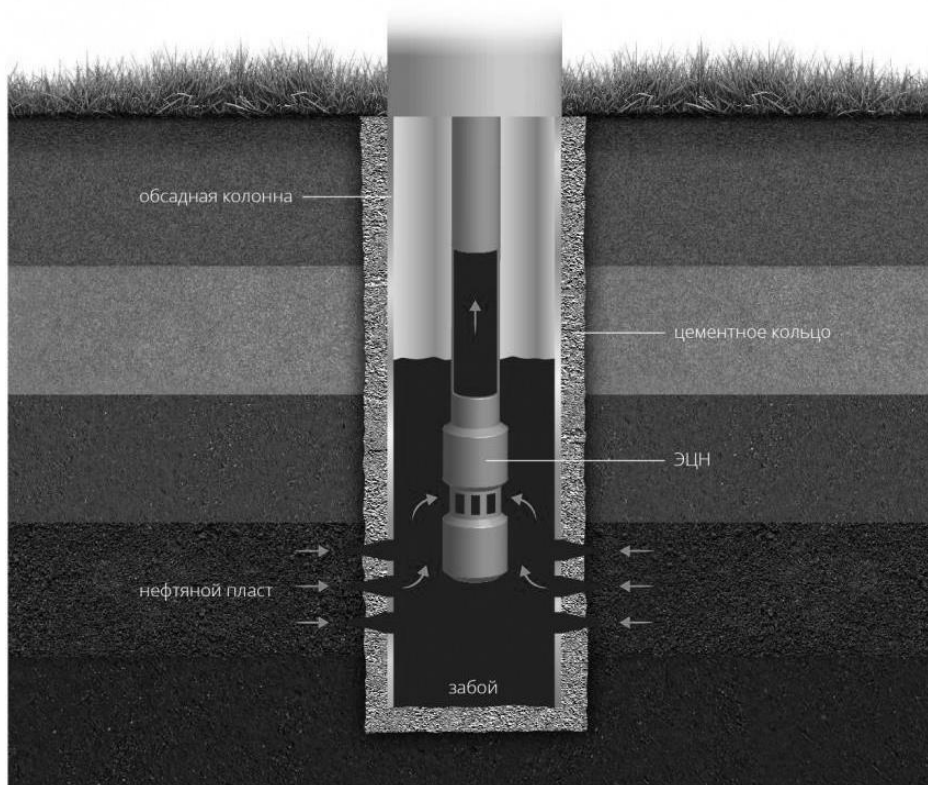


Рисунок 2 – Схема скважины, оборудованной ЭЦН

Из-за депрессии (перепад давления) между коллектором и скважиной, нефть может начать фонтанировать из скважин, т.е. подниматься до поверхности самостоятельно, без использования какого-либо оборудования.

Давление в коллекторе обычно гидростатическое – на глубине в два километра давление составит около 200 атмосфер. При плотности нефти около 800 кг/м³ давление в заполненной нефтью скважине напротив этого пласта составит около 160 атмосфер. Также перепад давления может быть связан с тем, что нефть содержит легкие компоненты, которые при падении давления переходят в газообразное состояние, что снижает среднюю плотность скважины.

Дебит – объём жидкости (нефти) или газа, стабильно поступающий из некоторого естественного или искусственного источника в единицу времени[5].

Дебит скважин по мере выработки запасов нефти из скважины постепенно снижается. Скважина обладает максимальным дебетом при первой выкачке нефти.

Характерные темпы падения дебита по отдельно взятой российской скважине лежат в диапазоне от 10 до 30% в год [6].

Чтобы увеличить дебит скважины, которые или обводнены, или с упавшим пластовым давлением, или с низким содержанием растворенного газа применяют различные методы механизированной добычи нефти, которые связаны, в основном, с применением различных видов насосов. Большое распространение получили штанговые глубинные насосы (ШГН, рисунок 3), которые называют «качалки». Также применяются электроцентробежные насосы (ЭЦН), которые с поверхности не выглядят примечательно. В России добывается порядка 80% всей нефти с помощью ЭЦН.



Рисунок 3 – Скважина, оборудованная ШГН

Месторождения нефти можно разрабатывать с высоким забойным давлением, а можно с низким. Если забойное давление высокое, то депрессия низкая, дебит скважин маленький, и запасы на месторождении вырабатываются медленно. Низкое забойное давление позволяет эксплуатировать месторождения и скважины более интенсивно [7].

Из-за риска возникновения аварий, разрушения цементного, преждевременного прорыва воды используется интенсивная эксплуатация скважин, но такой режим работы, в основном, оказывается экономически оправданным.

Быстрый рост добычи нефти в России в конце 1990х - начале 2000х годов технически поначалу обеспечивался в основном снижением забойного давления (увеличением депрессии) на добывающих скважинах. В фонтанирующие скважины спускались насосы, а в скважины, уже оборудованные насосами, спускались более производительные насосы.

Из-за падения дебитов скважин, возникает необходимость постоянно бурить новые скважины и чем быстрее падают дебиты, тем больше необходимо бурить скважины. Поэтому при интенсивной эксплуатации месторождений, нужно бурить больше скважины, т.е. обеспечение высокого объема добычи нефти при интенсивной эксплуатации скважин представляется сложным.

Если скважины эксплуатируются неинтенсивно (с высоким забойным давлением), то есть резерв добывающих мощностей, которые в случае необходимости можно реализовать, понизив забойное давление.

1.2 КОНСТРУКЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЕЙ УЭЦН

Рассмотрим конструкцию и технические характеристики модулей УЭЦН (рисунок 4).

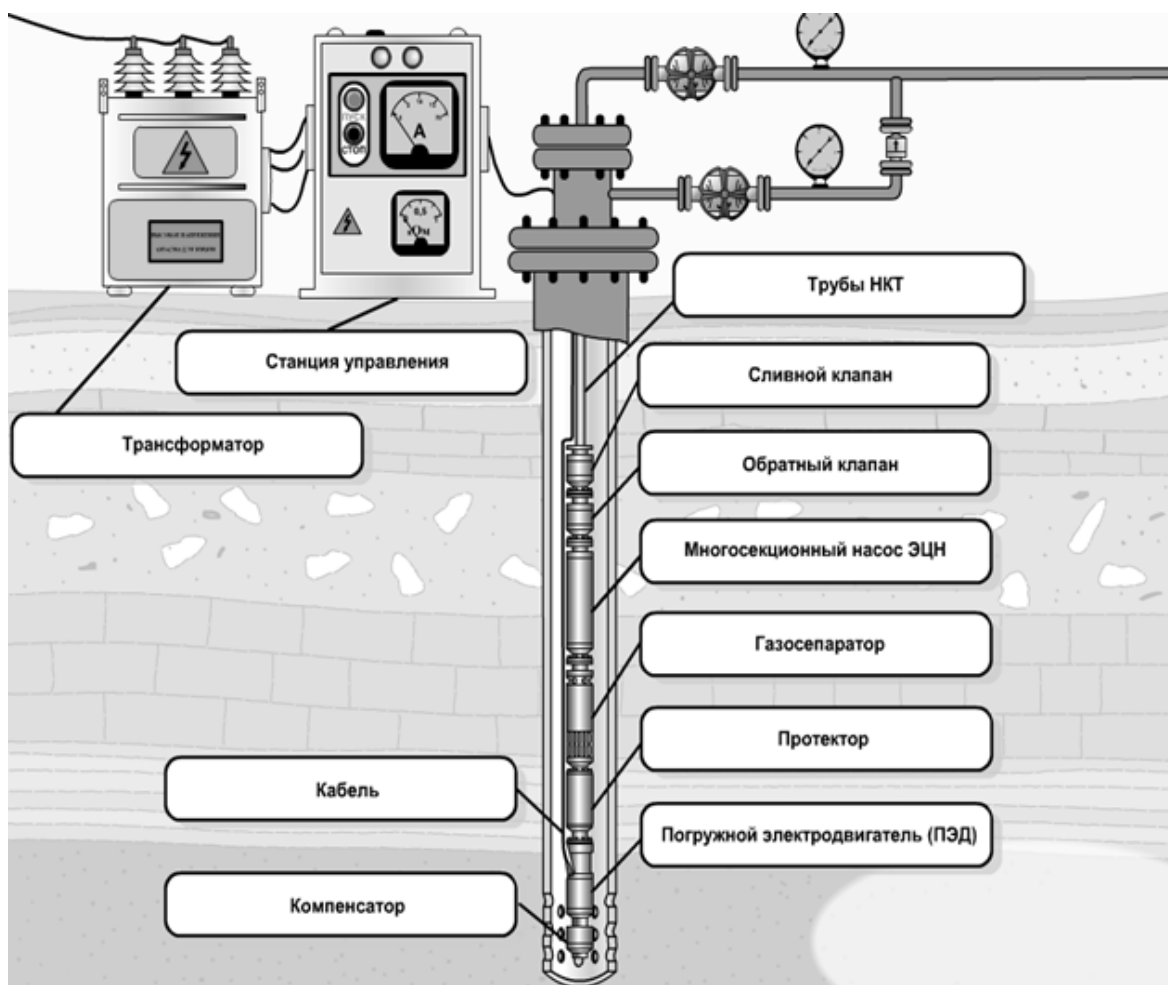


Рисунок 4 – Установка центробежного насоса

1.2.1 КОМПЕНСАТОР

Компенсатор предназначен для защиты погружных маслозаполненных электродвигателей. Защищает от компенсации утечки масла и тепловых изменений его объема при работе электродвигателя и его остановках. Также защищает от проникновения пластовой жидкости во внутреннюю часть электродвигателей. Компенсатор устанавливается в нижней части погружного электродвигателя.

1.2.2 ПОГРУЖНОЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ

Погружной асинхронный электродвигатель (ПЭД) служит для привода электроцентробежного насоса. В состав ПЭД входит: ротор, статор, головка, основание и узел токоввода.

ПЭД укомплектован гидрозащитой (протектор, компенсатор) для предотвращения проникновения пластовой жидкости в двигатель и, впоследствии, утечки масла из двигателя.

Внутренняя полость двигателя заполнена маслом. Фильтр для очистки масла расположен в нижней части двигателя. Необходимо постоянное наличие потока жидкости в кольцевом пространстве между корпусом и внутренними станками колонны для эффективного охлаждения двигателя.

1.2.3 ПРОТЕКТОР

Протектор входит в состав гидрозащиты, предназначенной для защиты погружных маслonaполненных электродвигателей от проникновения пластовой жидкости в их внутреннюю полость, компенсации утечки масла и тепловых изменений его объема при работе электродвигателя и его остановках [8].

Протектор имеет две упругие диафрагмы (верхнюю и нижнюю), за счет деформации которых компенсируются изменения объема масла в электродвигателе.

Протектор устанавливается между двигателем и газосепаратором (приемным модулем насоса в случае отсутствия газосепаратора) в верхней части погружного электродвигателя.

1.2.4 ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ГАЗОСЕПАРАТОР

В компоновку подземного оборудования входит газосепаратор для уменьшения вредного влияния свободного газа на работу ЭЦН при эксплуатации скважин с высоким газосодержанием откачиваемой нефти.

При работе газосепаратора происходит разделение потока на жидкую и газовую фазу в сепарационных барабанах под действием центробежной силы. При этом отсепарированный газ направляется в затрубное пространство, а дегазированная жидкость подается на прием насоса.

Использование эффективного газосепаратора позволяет устойчиво эксплуатировать установки ПЭЦН в скважинах, где объемное содержание свободного газа на входе в насос существенно превышает 30%.

В скважинах, где входное объемное газосодержание менее 30% (высокообводненные скважины) вредного влияния газа на работу насоса не отмечается и в использовании газосепаратора нет необходимости.

Газосепаратор устанавливается между протектором гидрозащиты и нижней секцией ЭЦН.

1.2.5 ПОГРУЖНОЙ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС

Погружной электроцентробежный насос ПЭЦН в общем случае состоит из нескольких модуль-секций, достигая в длину нескольких метров.

Каждая секция включает в себя большое число ступеней. Рабочая ступень насоса состоит из рабочего колеса и направляющего аппарата и рассчитана на определенную подачу.

Требуемый напор насоса получают комбинированием необходимого числа ступеней. При работе насоса давление в нем плавно возрастает по его длине.

В случае отсутствия в компоновке погружного оборудования газосепаратора насос комплектуют входным модулем. При использовании газосепаратора во входном модуле нет необходимости.

1.2.6 ОБРАТНЫЙ КЛАПАН

Обратный клапан предназначен для предотвращения обратного вращения рабочих колес насоса под воздействием столба жидкости в напорном трубопроводе при остановках насоса и облегчения ею последующего запуска, используется для опрессовки колонны насосно-компрессорных труб (НКТ) после спуска установки в скважину[9].

Обратный клапан состоит из корпуса обрезиненного седла, на которое опирается тарелка. Тарелка имеет возможность осевого перемещения в направляющей втулке.

Под воздействием потока перекачиваемой жидкости тарелка поднимается, тем самым открывая клапан. При остановке насоса тарелка опускается на седло под воздействием столба жидкости в напорном

трубопроводе и клапан закрывается. Обратный клапан устанавливается между верхней секцией насоса и сливным клапаном. На период транспортировки обратный клапан закрывают крышками.

1.2.7 СЛИВНОЙ КЛАПАН

Сливной клапан используется для слива жидкости из НКТ при подъеме насоса из скважины.

Сливной клапан состоит из корпуса с ввернутым в него штуцером, который уплотнен резиновым кольцом.

Перед подъемом насоса из скважины конец штуцера, находящийся во внутренней полости клапана, сбивается (обламывается) сбрасыванием в скважину специального инструмента и жидкость из колонны НКТ вытекает через отверстие в штуцере в затрубное пространство.

Сливной клапан устанавливается между обратным клапаном и колонной труб НКТ.

1.2.8 КАБЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ

Кабельная линия предназначена для подачи электрического напряжения переменного тока с поверхности к погружному двигателю установки.

Кабельная линия состоит из основного кабеля (плоского или круглого) и соединенного с ним плоского кабеля – удлинителя с муфтой кабельного ввода.

Соединение основного кабеля с удлинителем производится неразъемной соединительной муфтой (сросткой). С помощью сростки также могут быть соединены участки основного кабеля для получения необходимой длины.

Кабель-удлинитель имеет уменьшенные наружные размеры по сравнению с основным кабелем.

Муфта кабельного ввода обеспечивает герметичное присоединение кабеля к ПЭД.

В зависимости от температуры и агрессивности откачиваемой среды выпускаются кабели с различной степенью изоляции. Современные кабели способны работать при температуре до 200°С и напряжении до 4000 В.

1.2.9 СТАНЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Станция управления обеспечивает питание, управление работой погружной установки и защиту ее от аномальных режимов работы.

Современные станции управления могут быть оборудованы тиристорными преобразователями для бесступенчатого регулирования частоты вращения вала насоса, что позволяет плавно регулировать подачу и напор установки, обеспечивать мягкий (без рывков) пуск двигателя после отключения.

Станция управления обеспечивает контроль, индикацию и запись основных рабочих параметров установки, отключение электродвигателя при перегрузке/недогрузке, понижении сопротивления изоляции и др.

1.2.10 ТРАНСФОРМАТОР

Трансформатор предназначен для питания погружных электродвигателей от сети переменного тока напряжением 380 или 6000 В.

Трансформаторы выпускаются маслonaполненные и сухие (без охлаждающего масла) номинальной мощностью от 40 до 400 кВА.

Шифры установок следующие: первая буква «У» обозначает установку. Если после нее стоит цифра, то она обозначает порядковый номер модернизации, «Э» – с приводом от электродвигателя, «Ц» –центробежный насос, «Н» –нефтяной. Следующая цифра и буква «А» обозначают условную габаритную группу, последующие цифры, записанные через тире, – номинальную подачу (м³/сут), номинальный напор (м) при номинальной подаче[10].

1.3 МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Испытания кабельных линий проводятся в нормальных климатических условиях повышенным напряжением постоянного тока. При напряжении постоянного тока возможно применение негромоздких испытательных установок большой мощности. Частичные разряды в здоровой изоляции при испытаниях развиваются слабо, незначительны потери активной мощности и тепловыделение. При этом испытательное напряжение может быть достаточно большим.

Изоляцию кабельных линий испытывают с помощью специально-выполненных высоковольтных выпрямительных установок. В состав установок входят: регулируемый источник повышенного напряжения, высоковольтный коммутатор, блок управления.

Ток утечки контролируется с помощью микроамперметра или специальных счетчиков, включенных в состав установки. В цепь высоковольтного источника питания и коммутатора включен последовательно резистор, ограничивающий ток в случае пробоя кабеля.

При испытании трехжильных кабелей напряжение от высоковольтного источника питания подаётся поочередно на каждую жилу, при этом другие две жилы кабеля и корпус установки заземляют.

Во время испытания напряжение постепенно повышается до нормируемого значения и кабель выдерживается при этом напряжении в течение 5 минут с момента установления. Состояние кабеля определяют по току утечки, которое должно соответствовать нормативным документам. При годном состоянии кабеля во время подъема напряжения до его полной зарядки ток утечки возрастает, затем начинает быстро снижаться. Значения испытательного напряжения и ток утечки изоляции, замеренный в конце испытания, должны соответствовать указанным в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Требуемые значения тока утечки на конец испытания

Номинальное напряжение кабеля, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Ток утечки при испытательном напряжении, А, не более, для кабелей	
		с пластмассовой изоляция и изоляция из термоэластопластов	с резиновой изоляция
2,5	14,5	$1 * 10^{-5}$	$5 * 10^{-5}$
3,3	18,0		

При испытаниях не должны наблюдаться толчки токов утечки, нарастание установившегося значения тока утечки. Сопротивление изоляции кабеля, измеренное до и после испытания должно быть одинаковым.

В случае наличия дефектов в изоляции кабеля ее пробой происходит в течение первой минуты после установления нормируемого напряжения.

При пробое кабельной линии во время испытаний или после ее аварийного отключения необходимо определить место и характер повреждения кабеля.

При однофазном повреждении (пробое изоляции кабеля с жилы на металлическую оболочку) кабель может быть отремонтирован без разрезания жил. Для этого снимают броню, оболочку, поясную изоляцию и изоляцию поврежденной жилы. После этого восстанавливают заново изоляцию в поврежденном месте [11].

С помощью кабельной муфты обеспечивается герметичность соединения. При повреждении жил, поврежденный участок кабельной линии вырезается, и вставляется новый отрезок, и монтируются две муфты вместе. При повреждении соединительной муфты происходит её удаление из кабельной линии и повторной соединение с новыми муфтами. В случае небольшого

дефекта в муфте она может быть заменена другой без дополнительной вставки кабеля.

1.4 УСТАНОВКИ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Установки для испытания кабельных линий подразделяются на 2 вида:

- ручные;
- испытательные стенды.

Ручные установки представляют собой установки небольших габаритов, которые направлены на испытание кабелей в полевых условиях. Такие установки можно переносить и без проблем перемещать на промысла.

Ручные установки направлены, в основном, на испытание одной фазы, большинство из них не имеют возможность подготовки протокола испытания, в них зачастую отсутствуют интерфейсы передачи данных и показания носят только фактический характер.

Например, мобильная высоковольтная испытательная установка HPG, предназначена для испытания кабеля и электротехнического оборудования постоянным и переменным напряжениями. Установка HPG, состоит из блока управления HSW 3-2 и трансформатора HTR 35-1 (HPG 50) и HTR 55-1 (HPG 70) [12]. Вес установки примерно 50кг.

Испытательные стенды представляют собой крупногабаритные установки для испытания, в состав которых может входить множество элементов: персональный компьютер, шкафы с оборудованием. Эти установки трудно переносить на новое место из-за их веса и громоздкости. Испытательные стенды проводят испытание на три фазы испытуемого кабеля и подготавливают протокол со всеми необходимыми данными.

Например, УВУ-30 СНЧ – высоковольтная установка для испытания кабеля из сшитого полиэтилена предназначена для испытаний высоковольтных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена и других объектов, имеющих значительную емкость изоляции, синусоидальным напряжением сверхнизкой

частоты 0,1 Гц и ниже [13]. Установка также позволяет передавать результаты на компьютер, хранить информацию в базе данных.

Главная проблема установок для испытания кабельных линий заключается в их стоимости. Даже самая дешевая установка ручного вида обойдется покупателю не менее полу миллиона рублей. В текущих условиях экономического кризиса данный параметр является одним из приоритетных, и предпочтение будет отдаваться установкам, которые будут соответствовать необходимым требованиям заказчика и, при этом, они будут стоить не дорого.

Так же все эти установки представляют собой готовые технические решения, ремонт которых крайне проблематичен и, при выводе из строя какого-то элемента, необходимо потратить много времени на ремонт, что может негативно сказаться на производственном процессе компании.

Ряду установок также необходима предварительная выдержка перед началом испытания для подготовки оборудования, избавившись от неё, или значительно сократив время подготовки, можно сократить время проведения испытания, что приведет к повышению производительности установки и производства.

Решить эти проблемы можно путем разработки установки, которая будет собой представлять комплекс технических средств, т.е. будет включать в себя ряд готовых технических решений. Эта установка сможет решить проблему с ремонтом, т.к. готовые технические решения легко можно будет заменить, заказав эти компоненты у производителя, что в разы ускорит ремонт и себестоимость установки с готовыми решениями будет намного ниже чем у других установок.

1.5 ВЫВОД

В ходе главы был изучен процесс добычи нефти, было определено с помощью какого оборудования производится добыча нефти, какой состав этого оборудования, для чего необходима кабельная линия.

Так же была изучена методика испытания кабельной линии, которая будет использоваться при разработке собственной установки.

Были подвергнуты анализу установки для испытания кабельных линий. В ходе анализа было выделено, что эти установки являются дорогостоящими и представляют собой законченные технические блоки. Последний фактор может существенно повлиять на технологический процесс заказчика, т.к., в случае выхода из строя блока, ремонт будет весьма продолжителен. Для решения этой проблемы нужно разработать собственную установку, которая будет представлять собой комплекс технических средств. Готовые покупные блоки стоят дешевле, что уменьшает затраты на установку и приводит к уменьшению будущей её стоимости. Также готовые покупные блоки легче диагностировать и ремонтировать, зная конечных производителей.

2. РАЗРАБОТКА

В течение периода разработки комплекса технических средств, на основе полученной информации о предметной области, необходимо выявить технические требования комплекса, подобрать и заказать необходимое оборудование, разобраться с технологией обмена между элементами комплекса, которые будут использованы в программном модуле, провести объектную декомпозицию, выбрать, на каком языке программирования должна быть выполнена работа.

Все эти пункты будут рассмотрены в данной главе. Так же в течение разработки необходимо вести сетевой график для возможности возвращения к предыдущему шагу, в случае возникновения тупиковых ситуаций.

2.1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПО

Необходимо разработать программное обеспечение для управления комплексом технических средств испытания погружного кабеля.

Задача:

Под управлением ПО испытываемое напряжение подаётся поочерёдно на каждую фазу кабеля, при этом напряжения повышается ступенчато с шагом до 1кВ, измеряется ток утечки, составляется график, формируется протокол. В протокол заносятся данные испытания. Проведённые испытания сохраняются в базе данных.

Общее описание:

Оператор авторизуется в системе под, выданным администратором, логином и паролем. Затем, перед тем как начать испытание, ему необходимо задать входные параметры и указать характеристики кабеля. Оператор может выбрать определённый кабель из базы данных, если кабель был добавлен в базу. Так же, оператор уполномочен добавлять в базу данных новый кабель и редактировать созданные им записи, относящиеся к кабелю. После заполнения характеристик кабеля, оператор, если сигнал готовности в комплексе активен, может начать испытание. Программа после начала испытания считывает

показания тока и напряжения (с установленным периодом) с измерительной системы и отображает эти значения на графиках в режиме реального времени. Данные по каждой фазе отображаются на одном и том же графике, меняя только цвет линии. После окончания испытания оператору будет предложено распечатать протокол испытания, который автоматически формируется программой во время проведения испытания. Протокол испытания отражает характеристики кабеля, указанные оператором, графики зависимости показаний тока и напряжения от времени, соответствие НД и информацию об операторе. После завершения работы, программа сохраняет все необходимые данные об испытании, чтобы в будущем можно было к ним вернуться.

Программное обеспечение должно обладать следующими функциональными возможностями:

- Обладать базой данных, для хранения, необходимых для испытания, данных;
- Разграничивать полномочия пользования программой (администратор, оператор);
- Настраивать интерфейс передачи данных, для учёта возможности замены измерительной системы;
- Иметь интуитивно-понятный интерфейс;
- Обрабатывать данные с измерительной системы по протоколу MODBUS через интерфейс RS-485.
- Опционально устанавливать длительность испытания по одной фазе;
- Рисовать график, показывающий зависимость значений тока и напряжения от времени;
- Подготавливать протокол испытания и производить его печать.

Технические требования на разработку комплекса представлены в приложении Б.

2.2 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ

После проведения поисков необходимого оборудования, отвечающих представленным требованиям, были подобраны следующие элементы для комплекса технических средств:

- источник питания НТ-20000 (компания «Мантигора», Новосибирск);
- контроллер ПЛК110 (компания «ОВЕН», Москва);
- программное обеспечение, установленное на персональный компьютер или ноутбук;
- дополнительное оборудование, необходимое для взаимодействия устройств во время выполнения задач.

Диаграмма связи головных устройств представлена на рисунке 5. В следующих пунктах каждый компонент будет рассмотрен подробнее.

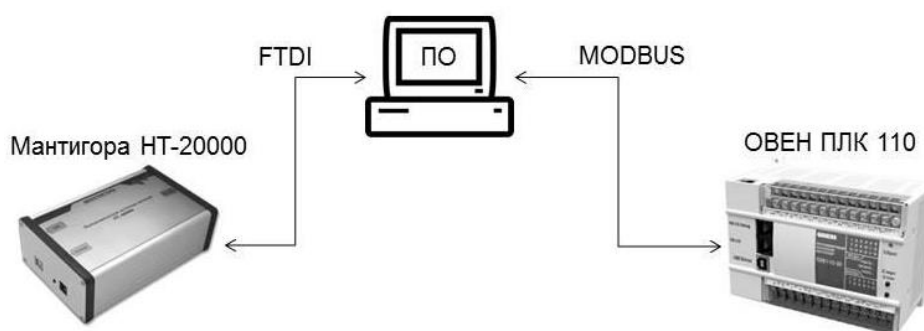


Рисунок 5 – Общая диаграмма связи головных устройств

2.2.1 МАНТИГОРА НТ-20000

Прецизионный регулируемый высоковольтный источник серии НТ предназначен для питания лазеров, зарядки конденсаторов, а так же для общих применений в научных и заводских лабораториях. Источник питания НТ обладает высокими массогабаритными показателями, обладает сверхмалыми выходными шумами и хорошим коэффициентом регуляции. Подходит для питания реактивных нагрузок. Высоковольтный источник питания имеет малые температурную и временную нестабильности, что позволяет их использовать в исследовательских целях. В высоковольтном преобразователе напряжения предусмотрен контроль выходного напряжения и тока [14].

Управление прибором предельно простое: необходимо подключить высоковольтный блок питания к USB разъёму персонального компьютера, установить драйвер и запустить с прилагаемого CD диска управляющую программу. Также прибор серии НТ может эксплуатироваться без компьютера. Для этого достаточно единоразового программирования выходного напряжения, после чего полученное значение будет записано во внутреннюю флэш-память. При повторном включении источник автоматически выставляет ранее запрограммированное значение.

Высоковольтный источник питания серии НТ имеет следующие основные характеристики:

- Выходное напряжение до +/- 20 кВ;
- Выходная мощность до 6 Вт;
- Малые выходные пульсации, до 20 ppm;
- Точность установки 0.01%;
- Малый температурный дрейф, 25 ppm/С;
- Контроль выходного напряжения и тока;
- Защита от перегрузки, короткого замыкания и дуги;
- Настольное исполнение;
- USB совместим, гальванически развязан.

В разработке «КТС-ИК» данный источник питания используется для подачи напряжения на жилы испытуемого кабеля, так же используется для снятия показаний выходного тока и напряжения. Полностью совместим с разработанным программным обеспечением. В источнике питания для связи с компьютером используется API FTDI и связь происходит посредством кабеля USB.

2.2.2 ОВЕН ПЛК110

Контроллер ПЛК110 предназначен для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в энергетике, на транспорте, в том числе железнодорожном, в различных

областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. Контроллер ПЛК110 может быть применен на промышленных объектах, подконтрольных ФСЭТАН [15].

Логика работы ПЛК110 определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CODESYS 2.3. Поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3.

Контроллер ПЛК110(M02) может быть использован как:

- специализированное устройство управления выделенным локализованным объектом;
- устройство мониторинга локализованного объекта в составе комплексной информационной сети;
- специализированное устройство управления и мониторинга группой локализованных объектов в составе комплексной информационной сети.

«КТС-ИК» использует контроллер ОВЕН ПЛК110 как основной блок управления испытанием. Контроллер перед испытанием проверяет, все ли элементы электроавтоматики включены, управляет сигнальными лампами, которые сигнализируют о начале испытания или о возникновении аварии. Контроллер также переключает фазы во время испытания, т.е. отключает подачу напряжения на текущую жилу кабеля, сбрасывая всё накопленное напряжение в жиле кабеля на землю, и затем производит переключение на следующую фазу, тем самым переводя всё напряжение с источника питания на другую жилу кабеля.

Контроллером так же управляет ПО, которое постоянно проверяет и задает все значения в контроллере.

2.2.3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «КТС-ИК»

Программное обеспечение «КТС-ИК» предназначено для управления испытанием, устройствами комплекса, составления протоколов, ведения записей кабельных линий.

Программа устанавливает связь с каждым из устройств, получает от них сигнал, что они готовы к работе. После этого и сама программа становится готовой к работе и началу проведения испытаний.

Установка связи с устройствами происходит индивидуально ввиду того, что устройства используют разные способы передачи данных. Связь с источником питания происходит по API FTDI, который вшит в оболочку источника питания компанией «Мантигора». С помощью этого API устанавливается связь с устройством, задаются параметры обмена и затем программное обеспечение, во время самого испытания, получает выходное напряжение и ток источника и задает следующее значение напряжения, которое должно подаваться на жилу кабеля. Программное обеспечение так же управляет включением подачи напряжения и его отключением, т.е. имеет полный контроль над источником, спектр возможностей которого был предоставлен производителем.

Программа производит преобразования кода, полученного из источника, в значения тока и напряжения и так же с помощью кода отправляет новое значение напряжения.

Формула преобразования напряжения в код для передачи его в источник:

$$\text{КОД (16 разрядов)} = \text{ВВ напряжение(Вольт)} * K, \quad (1)$$

где K – коэффициент, который для каждой модели источника разный. В данном случае $K = 3.2$.

Программное обеспечение получает одновременно значения тока и напряжения в виде 5 байт: 2 байта – код тока, 2 байта – код напряжения, 1 байт – конец сообщения.

Формула преобразования значения тока из источника:

$$\text{ВВ напряжение (Вольт)} = (\text{byte2} * 256 + \text{byte3}) * 0.3125 \quad (2)$$

Формула преобразования значения напряжения из источника:

$$\text{Ток (мкА)} = ((\text{byte0} * 256 + \text{byte1}) * 4096 / 65535 / 5) - |\text{ВВ напряжение (Вольт)} / 5000| \quad (3)$$

Программное обеспечение связывается с контроллером с помощью протокола передачи данных Modbus через интерфейс Ethernet. Контроллер настроен на определенный IP-адрес и именно он используется для подключения к контроллеру. Программное обеспечение подключается к контроллеру и запускает задание на циклическое асинхронное считывание данных с контроллера, что вынуждает контроллер постоянно держать связь с персональным компьютером и не рвать связь. Программное обеспечение получает значения готовности компонентов электроавтоматики к работе, отслеживает работу компонентов и реагирует на получение сигнала готовности путём отмены испытания и оповещения пользователя о случившейся аварии. Персональный компьютер и контроллер всегда должны быть на связи во время испытания, для предотвращения аварийных ситуаций и в случае потери связи пользователь так же получит об этом сообщение. Обмениваясь данными, используя этот интерфейс передачи данных, программное обеспечение всегда очень быстро получит данные о текущем состоянии испытания и устройств электроавтоматики и сможет вовремя отреагировать. Персональный компьютер выступает в роли ведущего устройства, в то время как контроллер – ведомое.

Общение между устройствами происходит посредством запросов.

Запрос: Код функции в запросе говорит подчиненному устройству какое действие необходимо провести. Байты данных содержат информацию необходимую для выполнения запрошенной функции. Например, код функции 3 подразумевает запрос на чтение содержимого регистров подчиненного.

Ответ: Если подчиненный дает нормальный ответ, код функции в ответе повторяет код функции в запросе. В байтах данных содержится затребованная информация. Если имеет место ошибка, то код функции модифицируется, и в байтах данных передается причина ошибки.

Программное обеспечение управляет контроллером посредством отправления битовых значений в контроллер по определенному адресу. Например, чтобы включить фазу, программное обеспечение в запросе

указывает код операции (т.е. запись в ячейку), номер подчиненного устройства, адрес ячейки и присваиваемое значение (ложь\истина).

Так же контроллер может передать код ошибки в программное обеспечение, в случае возникновения аварии используя возможности протокола Modbus.

2.2.4 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Роль высоковольтного коммутатора выполняет решение компании «БРПО» в виде помещения магнитных пускателей крупного габарита в емкость с трансформаторным маслом. Более подробные данные по этому решению не разглашаются.

Так же в установке расположены 5 обыкновенных реле с питанием 24 В, три из которых необходимы для переключения фаз во время испытания, две других – активируются, когда установка начала производить испытание и происходит авария, соответственно. Эти две реле питают сигнальные лампочки.

Принципиальная схема установки представлена в приложении В.

2.3 ОБЗОР АЛГОРИТМА РАБОТЫ УСТАНОВКИ

Перед началом испытания, оператор запускает ПО и авторизуется под своим логином и паролем. Далее ему необходимо выбрать кабельную линию или создать её, посредством работы с базой данных. Перед запуском установки испытуемый кабель подсоединяется к наконечникам шпилек изоляторов (жилы А, В, С) установки, броня кабеля подключается к заземлению и минусу источника питания, установка заземляется на броню ванны. Оператор с помощью программного обеспечения проводит проверку готовности устройств к работе и, в случае их готовности, запускает процесс испытания.

На жилы кабеля, поочередно, от источника питания, в автоматическом режиме, коммутатор подаёт напряжение (плюс источника питания), которое во время испытания постоянно возрастает до значения $4U_n$. Испытания проводятся по каждой жиле кабеля отдельно в течение 5 минут на каждую фазу. Напряжение, подаваемое на жилы кабеля, генерируется прецизионным

регулируемым стабилизируемым высоковольтным источником питания. Включение для испытания той или иной фазы производится контроллером. Контроллер задействует реле и напряжение идет на элементы, которые активируются при включении этого реле, остальные фазы заземлены.

В конце испытания, измеряется ток утечки и сравнивается с уставкой (I_y). Считается, что кабель прошел приемо-сдаточное испытание, если значения токов утечки, по каждой жиле кабеля, не более определённого значения в соответствии с НД на данный кабель.

После завершения испытания, автоматически формируется протокол испытания, который сохраняется в базе данных, с отображением графиков динамики тока и напряжения токопроводящих жил кабеля (цвет жил кабеля на графике: А – желтый, В – зеленый, С – красный), а также указывается одномоментное значение тока (I_a , I_b , I_c), измеренное в конце цикла испытания каждой токопроводящей жилы и сопротивление изоляции жил кабеля (R_a , R_b , R_c), намотанного на барабан.

Программа, написанная для контроллера, осуществляет управление электроавтоматикой. Контроллер является промежуточным звеном между ПО и электроавтоматикой. Он получает указания от ПО и, при необходимости, посылает команды на другие элементы комплекса.

В программе заложено часть управления испытанием. Контроллер формирует сигнал готовности, опрашивая все элементы электроавтоматики, передает сигнал ПО и ждет указаний, работая в режиме Slave. ПО (Master) передает задачи на включение той или иной фазы, передает задание на отключение фазы, посылает аварийный сигнал, который так же должен отключить все фазы и прекратить работу с элементами электроавтоматики.

2.4 ДИАГРАММА РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Диаграмма работы программного обеспечения представлена на рисунке 6.

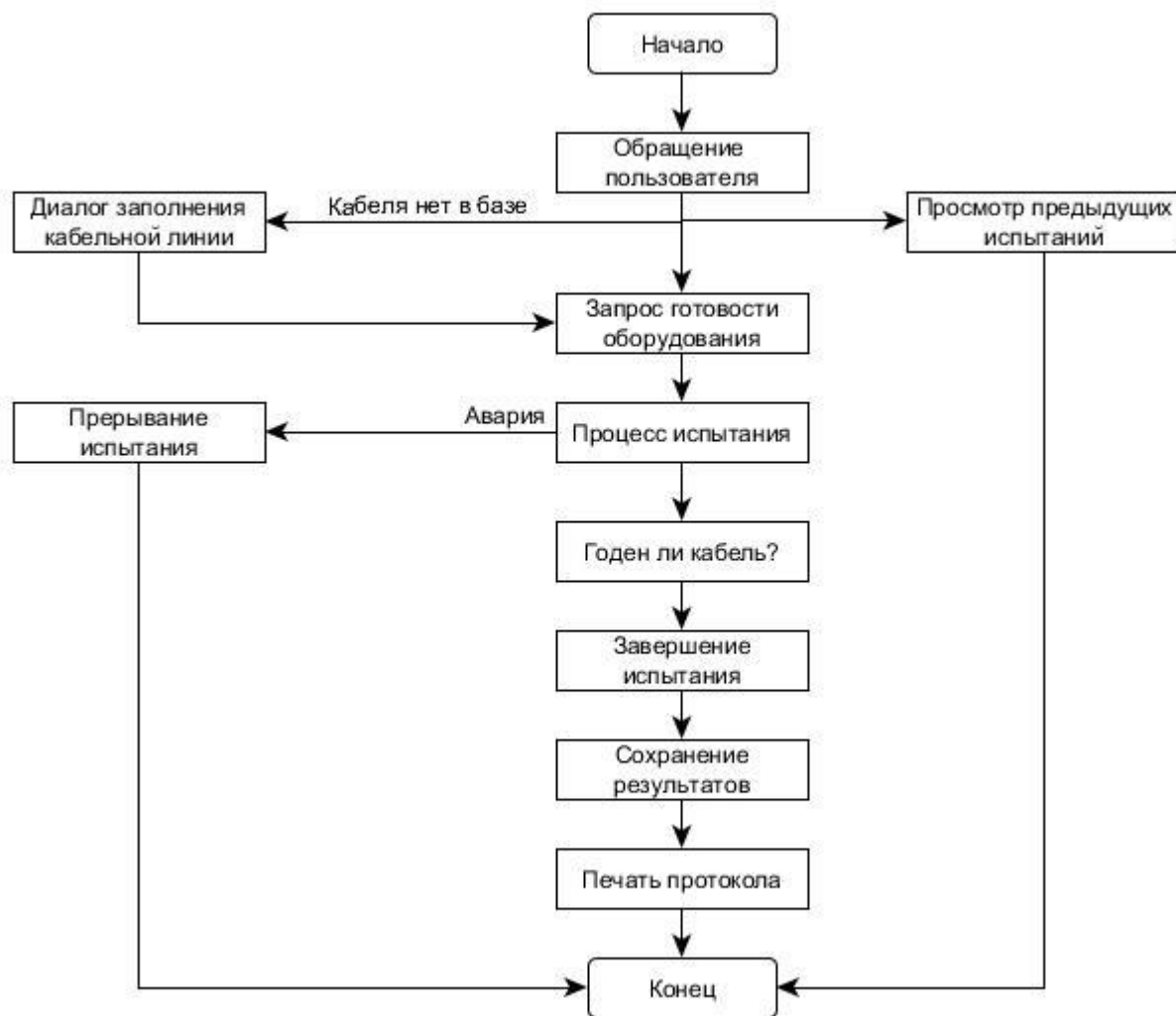


Рисунок 6. Диаграмма работы ПО

Пользователь может воспользоваться программным обеспечением для начала нового испытания или в случае, если ему необходимо получить данные о предыдущих испытаниях.

Когда пользователь хочет начать новое испытание, то ему необходимо убедиться в присутствии необходимой кабельной линии и, при её отсутствии, воспользоваться интерфейсом базы данных для добавления кабельной линии в базу данных.

Перед началом испытания пользователю необходимо провести опрос устройств о готовности к работе, после этого, если произошло успешное подключение к устройствам, программа позволит начать испытание.

Во время испытания могут возникнуть аварии (большая динамика тока\напряжения, отключение света, потеря связи с устройствами) и программа в этом случае прерывает испытание и завершает свою работу.

При успешном завершении испытания программа сверяет необходимые значения с уставкой, которые помогают определить соответствие кабеля нормативным документам. По завершению всех проверок, результаты испытания сохраняются, и пользователю предлагается распечатать протокол испытания. После этого испытание можно считать оконченным и программное обеспечение завершает свою работу.

2.5 ВЫБОР ЯЗЫКА И СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

При выборе среды реализации сравнивают программные продукты и пользуются различными средствами разработки приложений. Использование возможностей средств разработки приложений позволяет автоматизировать процесс разработки. Инструментальные средства позволяют:

- создавать интерфейс, используя стандартные компоненты;
- разрабатывать более надежные программы путем обработки исключительных ситуаций возникающих при некорректной работе программы;
- разрабатывать приложения с большой скоростью за счёт решенных, инструментальном средстве, мелких задач;
- работать с базами данных.
- Современные средства разработки характеризуются параметрами:
- поддержка объектно-ориентированного стиля программирования;
- использование визуальных компонентов для наглядного проектирования интерфейса;
- подробная и постоянно пополняемая документация.

Выше перечисленными свойствами обладает язык C#, который был выбран в качестве языка программирования. C# – язык программирования от Microsoft, созданный специально для платформы .NET Microsoft, который нацелен на высокую скорость разработки программного обеспечения. Он

позволяет легко писать код за счёт множества готовых алгоритмов, представленных в .NET, имеет очень обширную документацию на сайте <http://msdn.microsoft.com/>, обладает своим сообществом, куда можно обратиться за помощью.

Программирование на C# происходит в среде программирования Visual Studio 2013 от Microsoft. Благодаря этой среде, можно легко создавать приложения с интерфейсом за счёт наличия готовых инструментов для формы Windows. Так же можно создавать приложения Windows Presentation Foundation, где разработчик может создать свой интерфейс.

Язык программирования C# востребован на рынке, благодаря своему интенсивному развитию, простоте написания приложений и действиям Microsoft, направленным на кроссплатформенность и постоянную поддержку разработчиков.

Для программирования контроллера была выбрана среда, поставляемая с ним – Codesys 2.6. Среда позволяет программировать контроллер на различных языках:

Для разработки был выбран язык CFC, т.к. он более понятен логически и помогает быстро разработать программу для контроллера.

3. ТЕСТИРОВАНИЕ

В этой главе будет рассмотрен аналог разработки – установка «ИДИЗ-3», проведено техническое и программное сравнение. Так же будет описана разработанная установка и руководство для работы с программным обеспечением.

3.1 ОБЗОР АНАЛОГА

В качестве аналога разработки выступает установка «ИДИЗ-3».

Установка измерения электрических параметров погружного кабеля «ИДИЗ-3» предназначена:

- для испытания различных типов кабеля постоянным напряжением в соответствии с ГОСТ 51777-2001 в автоматическом и ручном режиме;
- для получения высокого напряжения постоянного тока заданной величины с измерением величины установленного напряжения и величины тока протекающего через нагрузку.

Высоковольтный генератор установки вырабатывает напряжение от 1 кВ до 25 кВ, величина которого устанавливается программно ПК и через блок высоковольтного коммутатора подается на испытуемый кабель. Программное обеспечение задает последовательность переключения токопроводящих жил кабеля, измерение тока утечки, величину испытательного напряжения, скорость нарастания и время испытания, отображает графики изменений измеренных величин в реальном масштабе времени [16].

Установка обладает всем, что необходимо компании, но её стоимость (1,7 млн рублей) заставила компанию начать свой проект по созданию и производству комплекса технических средств для испытания кабельных линий высоким напряжением. Стоимость разработки выйдет намного меньше, чем покупка аналога у производителя, а зарегистрировав свою разработку, можно будет продавать ей другим компаниям и выйти в хорошую прибыль.

Установка «ИДИЗ-3» состоит из 3х блоков, которые располагаются в шкафчике: высоковольтный генератор, высоковольтный коммутатор и блок

управления. При разработке аналога будет использоваться для управления установкой – контроллер компании «Овен», для генерации напряжения будет использоваться регулируемый источник питания на 20 кВ компании «Мантигора» (Новосибирск). А блок коммутации будет создан из общих деталей электромонтажа (магнитные пускатели, автоматы, резисторы и пр.).

3.1.1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОТЛИЧИЕ

Главное отличие разработки от аналога «ИДИЗ-3» в том, что в разработке будут использоваться готовые решения (отдельные элементы), которые закупаются у конечных производителей и задачей является только заставить их вместе работать и выполнять поставленную задачу. Использование готовых решений означает, что ремонт будет более простым, чем у аналога. При поломке аналога приходится менять весь разработанный компанией блок, т.к. в блоке находятся конкретные элементы из которых блок состоит. Если какой-либо элемент в разработке компании выходит из строя, то его просто можно заказать у производителя и заменить только то, что не работает.

Аналог использует интерфейс RS-232 для передачи данных, что является сильно устаревшим, т.к. многие компьютеры выпускаются уже без поддержки этого интерфейса. В состав блоков также входят устаревшие решения и элементы, которые в принципе тяжело найти обычным компаниям (например для коммутации жил испытуемого кабеля используются тяговые реле от автомобиля ВАЗ 2112 со всей обвязкой и самопальным высоковольтным реле). Естественно эти элементы становятся сложнее найти, и, значит, их стоимость только повышается. Значит, не исключено, что стоимость установки будет расти или же компания найдёт какие-то другие методы разработки их установки.

3.1.2 ПРОГРАММНЫЕ ПРОБЛЕМЫ «ИДИЗ-3» И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Так как компания «БРПО» на данный момент пользуется «ИДИЗ-3», это позволяет провести тестирование по методу «черного ящика», т.е. посмотреть работу программы и найти в ней недочеты.

Проблема с базой данных является, по сути, самой важной и в ней и кроется большая часть недочетов программы. Список насущных проблем программного обеспечения, которое поставляется вместе с «ИДИЗ-3»:

1. Примерное возможное кол-во записей в таблице равно 500. После этого программа ничего не может добавить в данную таблицу. Компания столкнулась с этой проблемой, и ей пришлось использовать backup прошлой базы данных. Проблема могла решиться простым удалением ненужных записей из базы данных, но и с этим возникли проблемы (следующий пункт).

2. Интерфейс для работы с базой данных не функционирует в должной мере. Существует проблема, при которой мы не можем удалить выбранную запись из таблицы после её переполнения, использование функции «Копия записи» не работает и такой метод создания новой записи невозможен. Сохранение изменений иногда не срабатывает и нужно следить, чтобы все данные были введены верно с первого раза, иначе придется создавать новую запись.

3. Не работает сортировка в базе данных. При поиске необходимой кабельной марки приходится листать множество похожих неотсортированных записей и отсутствие функции сортировки по названию заставляет тратить лишнее время, которое можно было использовать для настройки других параметров или для запуска самого испытания.

4. Нет быстрого поиска записей. На главном окне необходимо выбрать марку кабельной линии над которой будет проведено испытание. Т.к. нет сортировки в таблице, то приходится пролистывать неизвестное кол-во времени, чтобы найти необходимую строку. Решить эту проблему можно было бы быстрым поиском в базе, т.е. начать вводить в строку наш кабель и

программа автоматически выдала бы похожие кабели, из которых всего лишь надо было выбрать нужный.

5. Неудобный метод изменения полей в базе данных. При попытке изменения поля нужно нажать на кнопку изменить и затем изменять посредством всплывающих диалоговых окон. Более удобным способом было бы оставить возможность изменения данных в самой таблице (по типу Microsoft Excel).

Благодаря анализу аналога, его технических сторон и программных решений стало понятно, что разработка своего аналога станет не только экономически выгодной и позволит выйти на рынок продажи установок для проверки кабельных линий, но и содержит некую научную новизну. Новизна выражается в способе компоновки установки готовыми элементами, которые легко сменить в будущем при выходе их из строя.

Так же недочеты в программном обеспечении аналога помогут не повторить ошибок и создать полностью работоспособное программное обеспечение, которое будет удобным для любых типов пользователей и компаний.

3.2 ОПИСАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО КОМПЛЕКСА

3.2.1 ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Установка представляет собой ряд готовых технических решений. Установка включает в себя 3 шкафа, где располагаются элементы установки. Общий вид установки представлен на рисунке 7.

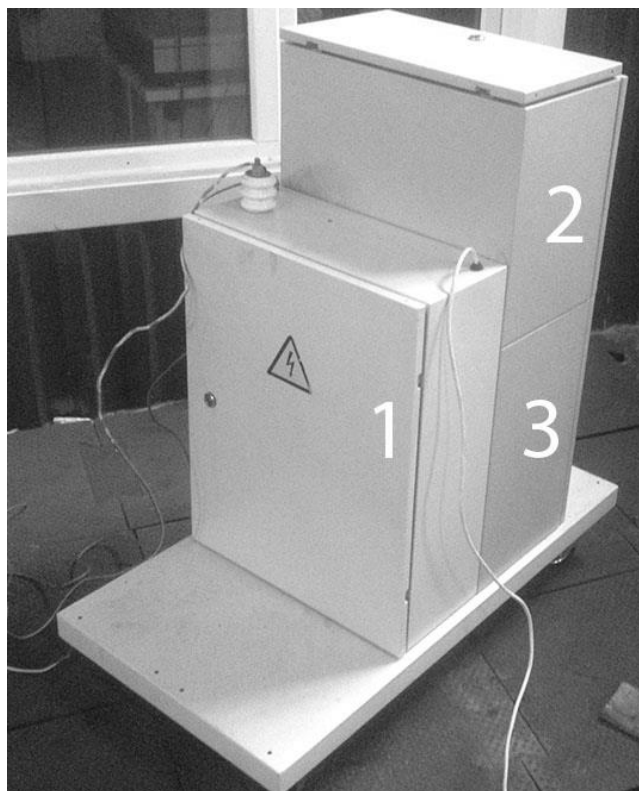


Рисунок 7 – Общий вид установки

В первом шкафу располагается электроавтоматика для управлением и организацией испытания: источник питания, программный логический контроллер, реле. Этот шкаф можно назвать блоком управления (рисунок 8).

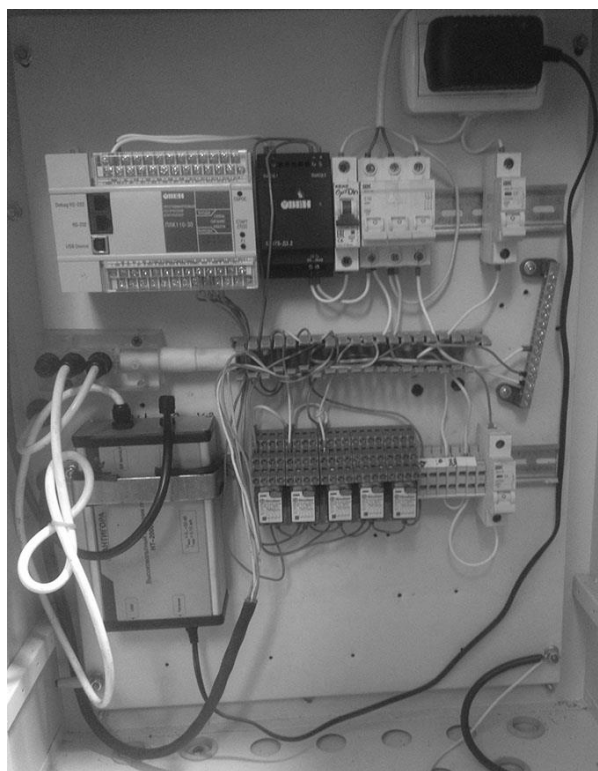


Рисунок 8 – Блок управления

Второй шкаф является соединительной коробкой (рисунок 9), внутри которого располагаются изоляторы к которым подключаются жилы испытуемого кабеля, на которые будут подаваться напряжение от высоковольтного коммутатора.



Рисунок 9 – Соединительный шкаф

Третий шкаф содержит металлическую емкость, где располагается оборудование для коммутации. Этот шкаф выполняет функцию высоковольтного коммутатора (рисунок 10).

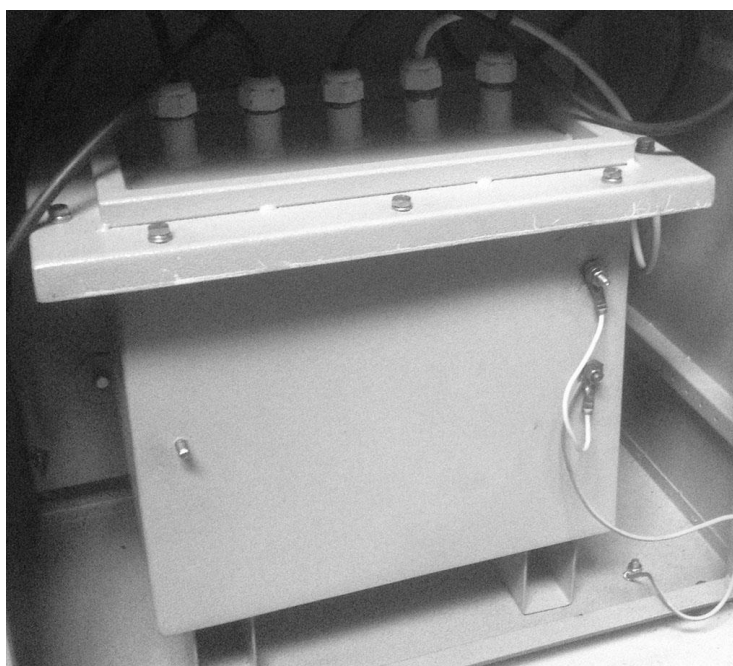


Рисунок 10 – Емкость высоковольтного коммутатора

На верхней части блока управления располагается один изолятор (Рисунок 11, номер один), необходимый для заземления источника питания на броню кабеля. Так же на рисунке 11 (номер два) выведено заземление установки, которое крепится на ванну, куда погружен барабан с кабелем. Кабель питания установки выведен через отверстие (рисунок 11, номер три).



Рисунок 11 – Верхняя часть блока управления

3.2.2 ОПИСАНИЕ ПО

Программное обеспечение для комплекса технических средств для испытания кабельных линий предназначено для управления и контроля хода испытания, работы с данными испытаний и кабельных линий.

Разработанное программное обеспечение обладает следующими функциями:

- авторизация пользователя в системе;
- подключение к устройствам комплекса технических средств;
- добавление\изменение\удаление данных о кабельных линиях;
- отображение хода испытания;
- диалоговое общение с пользователем, которое не дает допустить мысли о зависании ПО;
- отображение текущих значений тока утечки и напряжения в режиме реального времени по ходу всего испытания;
- подготовка и печать протокола;

- возможность загрузить данные прошлых протоколов для сверки или повторной печати.

Руководство пользователя представлено в приложении Г.

3.3 ТЕСТИРОВАНИЕ

Перед сдачей установки и её вводом в эксплуатацию необходимо провести тестирование для определения проблем, уязвимостей программного кода и электромонтажной части.

Тестирование было разделено на 2 части:

1. Проверка электромонтажной части, которая включает себя проверку корректного запуска оборудования, правильного переключения реле, запуск магнитных пускателей, реагирование на аварийную ситуацию.

2. Проверка программного обеспечения, которая включает в себя проверку заполнения базы данных, корректного подключения к устройствам, сохранение\печать протокола испытания, организацию испытания кабельной линии.

3.3.1 ТЕСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНОЙ ЧАСТИ

Тестирование электромонтажной части проводилось практически во время работы с установкой и поэтапно.

1 этап – включение установки без подключения нагрузки (высоковольтной кабельной линии) и проверка запуска и работы всего оборудования. Во время этого этапа проблем не возникло: установка успешно была запущена и было проверено переключение реле и магнитных пускателей.

2 этап – включение установки с подключением нагрузки (высоковольтной кабельной линии) и проверка запуска и работы всего оборудования. На этом этапе возникла авария при попытке включения автоматов для запуска магнитных пускателей, который должны передавать напряжение на жилы кабеля. Было выведено из строя УЗО, автомата запуска магнитных пускателей и материнской платы ПК, на котором было запланировано проведения испытания.

3 этап – выявление неисправности и причины аварии на предыдущем этапе. Было выдвинуто предположение, что авария связана с разной полярностью ПК и установки, было проверено заземление и было решено использовать ноутбук для дальнейшей проверки.

4 этап – повторение первых двух этапов. Снова без нагрузки всё прошло хорошо, но при подключении нагрузки выбиваются автоматы. Ничего в этот раз не сгорело, но было принято решение пересмотра всего монтажа.

5 этап – обнаружение ошибок при монтаже. Ошибки при монтаже были возможны т.к. монтаж проводился снова при переносе высоковольтной части в отдельный шкаф и работа выполнялась разными работниками. Ошибок в монтаже шкафа оборудования и реле не было обнаружено. Проверка шкафа с высоковольтной частью установки выявила ошибки во время повторного монтажа (была установлена перемычка из-за которой фаза и нейтраль соприкасались, что и вызывало аварию). Ошибка была устранена, проверка монтажа была проведена вновь, заземление всех частей было проверено.

6 этап – повторение первых двух этапов. Обе проверки были успешны пройдены и функциональное тестирование установки можно считать завершённым.

Так же было проведено испытание изоляции установки: измерение сопротивления изоляции цепи питания 220В и выходной цепи, измерение сопротивления заземления. Тестирование показало, что установка соответствует нормативным документам. Протокол испытания установки от 13.03.2017г представлен в приложении Д.

3.3.2 ТЕСТИРОВАНИЕ ПО

Тестирование ПО проводилось по методу «черного ящика» разработчиком установки и испытателями с целью выявления недочетов в работе и добавления новых функций для удобства пользования испытателей.

Выявленные проблемы, недочеты во время эксплуатации программного обеспечения и методы их исправления:

- Множественные ошибки несоответствия типов базы данных. Это связано с тем, что база была перенесена с MySQL SE на SQLite. Для решения проблемы были изменены типы и приведение типов в местах кода, связанных с работой базы данных.

- Протокол, который печатался спустя некоторое время, имел текущую дату проведения испытания. Это связано с тем, что на раннем этапе использовалось текущее значение времени в протоколе только лишь для проверки заполнения протокола и, впоследствии, это не было исправлено. Проблема была решена путем считывания даты испытания из объекта класса «Test», как и задумывалось при проектировании.

- Отсутствие инициализации объекта класса «Test» перед началом испытания. Класс «Test» хранит необходимые сведения для формирования протокола испытания, и если печатать протокол сразу после испытания то возникала ошибка обнаружении инициализированного объекта класса. Проблема была исправлена.

- Формирование полей протокола. Некоторые поля не были высчитаны и записаны в протокол, такие как: «Основная длина», «Количество строк», «Общая длина». Поля были пересчитаны и добавлены в алгоритм формирования протокола испытания.

- При смене выбора кабелей из списка в базе данных «Кабели» перетаскивались поля из прошлого кабеля. Это связано с тем, что в новом кабеле эти поля были пустые и при выборе другого кабеля не происходило очищение полей. Проблема решена.

- При добавлении новой кабельной линии, на главной странице не обновлялся список кабелей. Исправлено дописыванием функции обновления при обнаружении нового кабеля в базе.

- В базе данных «Кабели» при выборе отрезков автоматическим образом не формировались поля «Основная длина». Было исправлено добавлением необходимой функции.

- База данных «Кабели» не обрабатывала исключения, когда в длину отрезков было введено что-то, кроме чисел. Была добавлена фильтрация ввода для необходимых полей, где предусмотрено лишь хранения целочисленных значений.

- Если в номере кабеля находилось буквенное значение в базе данных «Проведенные тесты», то не удавалось обнаружить кабель в базе данных. Эта ошибка образовалась во время переноса базы данных с одной платформы на другую. Проблема была решена, путем изменения типа этого поля в конструкторе базы данных на «Текст».

- При попытке печати протокола происходило зависание программы, по мнению пользователя. Связано с тем, что длительное время собираются данные и добавляются в шаблон, после чего отправляется на печать. В строку состояния добавлена обработка данного события и пользователь теперь видит что происходит печать протокола.

- Во время разрядки источника питания, проверки подключения устройств, переключения фазы и отключения источника тратится много времени и можно предположить, что приложение зависло. Добавлено диалоговое окно с обратным отсчетом для событий: переключение фазы, отключение источника, завершение испытания. Уведомление о проверке доступности устройств добавлено в строку состояния.

На графике после переключения фазы в первых значениях отображается высокий ток (140 мкА). Добавлена задержка после включения фазы. Это позволит подготовить устройства к испытанию следующей фазы и позволит не снимать остаточный ток с другой фазы.

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью настоящего раздела технико-экономическое обоснование необходимости разработки комплекса технических средств (далее КТС) по испытанию погружной кабельной линии для ООО «БРПО». Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения.

4.1 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ

При организации процесса разработки КТС необходимо распределять уровень занятости каждого из его участников и сроки проведения отдельных этапов. Целью работы на данном этапе будет составление линейного графика проведения работ. Составим хронологическую таблицу этапов работ для исполнителя (И) и научного руководителя (НР) (таблица 2).

Таблица 2 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР, И	НР – 50% И – 100%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 10% И – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 50% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Разработка КТС	И	И – 100%
Тестирование КТС	И	И – 100%
Оформление пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Проверка работы и подведение итогов	НР, И	НР – 70% И – 100%

4.1.1 ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ РАБОТ

Этапы работ по параметру продолжительности рассчитываются опытно-статистическим методом экспертным способом:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (4)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

В дальнейшем, для построения линейного графика возникает необходимость рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести результат в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (5)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных периодов времени, в рамках настоящей исследовательской работы установим $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, примем $K_{Д} = 1,1$.

Расчет продолжительности этапа проекта в календарных днях осуществляется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (6)$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях. Он рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (7)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни, $T_{КАЛ} = 374$;

$T_{ВД}$ – выходные дни, $T_{ВД} = 63$;

$T_{ПД}$ – праздничные дни, $T_{ПД} = 8$.

Подставив значения в формулу 7, получим следующий результат:

$$T_K = \frac{374}{374 - 63 - 8} = 1,234$$

Трудозатраты на выполнение проекта представлены в таблице 3.
 Линейный график работ представлен в таблице 4.

Таблица 03 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					Т _{РД}		Т _{КД}	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР, И	3	7	4,6	2,5	5,1	3,1	6,3
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	8	10	8,8	0,9	9,7	1,1	12
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	15	21	17,4	8,7	19,1	10,7	23,6
Разработка календарного плана	НР, И	5	10	7	7,7	0,8	9,5	1
Разработка КТС	И	140	156	146,4	–	161	–	198,7
Тестирование КТС	И	65	71	67,4	–	74,1	–	91,4
Оформление пояснительной записки	И	14	17	15,2	–	16,7	–	20,6
Оформление графического материала	И	7	9	7,8	–	8,6	–	10,6
Проверка работы и подведение итогов	НР, И	9	11	9,8	7,6	10,8	9,4	13,3
Итого				284,4	27,4	305,9	33,8	377,5

Таблица 4 – Линейный график работ

Этап	НР	И	2016						2017			
			Май		Июнь		Декабрь		Март	Апрель	Май	
			10	20	45	55	250		345	365	375	386
1	3,1	6,3	 									
2	1,1	12										
3	10,7	23,6			 							
4	9,5	1				 						
5	–	198,7										
6	–	91,4										
7	–	20,6										
8	–	10,6										
9	9,4	13,3									 	

НР –  ; И – 

4.1.2 РАСЧЕТ НАКОПЛЕНИЯ ГОТОВНОСТИ ПРОЕКТА

В настоящем разделе будет представлен расчет текущих состояний работы над проектом.

Степень готовности определяется формулой 8

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{kj}}{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{kj}}, \quad (8)$$

где $ТР_i^H$ – накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;

$ТР_{общ.}$ – общая трудоемкость проекта;

$ТР_k$ – трудоемкость k-го этапа проекта, $k = \overline{1, i}$;

$ТР_{kj}$ – трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на k-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в данной работе $m = 2$, так как в разработке проекта участвуют научный руководитель и 2 исполнителя.

Применительно к таблице 2 величины $ТР_{ij}$ ($ТР_{kj}$) находятся в столбцах 6 ($j = 1$) и 7 ($j = 2$). $ТР_{общ.}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Расчет $ТР_i$ (%) и $СГ_i$ (%) на основе этих данных содержится в таблице 5.

Таблица 5 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес этапов

Этап	$ТР_i$, %	$СГ_i$, %
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2,3	2,3
Подбор и изучение материалов по тематике	3,2	5,5
Составление и утверждение ТЗ	8,3	13,8
Разработка календарного плана	2,6	16,4
Разработка КТС	48,3	64,7
Тестирование КТС	22,2	86,9
Оформление пояснительной записки	5	91,9
Оформление графического материала	2,6	94,5
Проверка работы и подведение итогов	5,5	100

4.2 РАСЧЕТ СМЕТЫ ЗАТРАТ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА

Разработка информационной системы велась с использованием на домашнем компьютере и без аренды помещения. Расчет сметной стоимости выполнения проекта производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные начисления;
- прочие (накладные расходы) расходы.

4.2.1 РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА МАТЕРИАЛЫ

К данной статье расходов отнесем стоимость материалов, которые были использованы во время разработки проекта (таблица 6).

Таблица 6 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Программируемый логический контроллер ПЛК110-24.30.Р-М	20852	1 шт.	20852
Блок питания БП07Б-Д3.2-24	1798	1 шт.	1798
Высоковольтный источник питания НТ20000Р	40500	1 шт.	40500
Ящик для электроавтоматики	4000	2 шт.	8000
Ящик для электроавтоматики с изоляторами(3 шт.)	6000	1 шт.	6000
Контакторы КМИ-49512	2782	3 шт.	8346

Продолжение таблицы 6

Универсальное реле FINDER 55.34.9.024.0040	393	5 шт.	1965
Монтажный провод, 10м	150	1 шт.	150
Бумага для принтера формата А4	260	1 уп.	250
Высоковольтный провод, 5м	800	1 шт.	800
Тонер для принтера	350	1 шт.	350
Итого			89011

Транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны

$$C_{\text{мат}} = 89011 * 1,05 = 93462 \text{ руб.}$$

4.2.2 РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Заработная плата включает в себя сумму заработной платы исполнителей и научного руководителя исходя из трудоемкости этапов и уровня занятости на каждом из них. Величина месячного оклада научного руководителя ($MO_{\text{НР}}$) получена из открытых данных, размещенных на официальном сайте Томского политехнического университета. Величина месячного оклада разработчика-исполнителя равна 36 000 рублей в месяц. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/N, \quad (9)$$

где MO – месячный оклад, руб.;

N – количество рабочих дней в месяц, при шестидневной рабочей неделе –

$$N = 23,3$$

Среднедневная тарифная заработная плата научного руководителя равна

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{26300}{23,3} = 1128,8 \frac{\text{руб.}}{\text{раб. день}}.$$

А среднедневная заработная плата разработчика равна

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{36000}{23,3} = 1545,1 \frac{\text{руб.}}{\text{раб. день}}.$$

Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях взяты из таблицы 2. Для перехода от тарифной суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку необходимо будет тарифную сумму заработка исполнителя, связанной с участием в проекте умножить на интегральный коэффициент рассчитываемый по формуле:

$$K_{\text{и}} = K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{доп.ЗП}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (10)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент премий, $K_{\text{пр}} = 1,1$ (для НР); 1 (для И);

$K_{\text{доп.ЗП}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, при шестидневной рабочей неделе $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$, а при пятидневной рабочей неделе $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,113$ (для НР); $K_{\text{доп.ЗП}} = 1$ (для И);

$K_{\text{р}}$ – коэффициент районной надбавки, $K_{\text{р}} = 1,3$ (для НР); 1 (для И).

Результаты вычислений представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес. с.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/п, руб.
НР	26300	1128,8	27	1,69	52544
И	36000	1545,1	306	1,62	567649
Итого					620193

4.2.3 РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА СОЦИАЛЬНЫЙ НАЛОГ

Настоящая статья затрат включает в себя:

- отчисления в Пенсионный фонд России в размере 22%;
- отчисления в Фонд социального страхования в размере 2,9%;
- отчисления в Федеральный фонд обязательного медицинского страхования в размере 5,1%

Таким образом затраты на социальный налог начисляются в размере 30%:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{ЗП}} \cdot 0,30 \quad (11)$$

где $C_{\text{ЗП}}$ – размер заработной платы.

Подставив необходимые значения в формулу 11 получим:

$$C_{\text{соц}} = 614048 \cdot 0,3 = 186058 \text{ руб.}$$

4.2.4 РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (12)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час;

$C_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час. Для ТПУ $C_{\text{э}} = 5,78 \text{ руб./кВт} \cdot \text{час}$. Для ООО «БРПО» $C_{\text{э}} = 5,2 \text{ руб./кВт} \cdot \text{час}$.

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для разработчика ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (13)$$

где K_t – коэффициент использования оборудования по времени, $K_t = 0,9$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}} \cdot K_C, \quad (14)$$

где K_C – коэффициент загрузки. В этом случае выбран $K_C = 1$.

Затраты на электроэнергию для технологических целей представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $\Delta_{\text{ОБ}}$, руб.
Персональный компьютер Научного руководителя	219,2	0,11	139,37
Персональный компьютер Исполнителя	2447,2	0,13	1654,31
КТС	72	0,25	93,6
Итого:			1887,28

4.2.5 РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИОННЫХ РАСХОДОВ

Расчет амортизационных расходов производится по формуле:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} \cdot C_{\text{ОБ}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_{\text{Д}}}, \quad (15)$$

где $N_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР, стоимость исполнителя – 32000 руб., научного руководителя – 28600 руб.;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта,
 $t_{\text{рф}} = 305,9 \cdot 8 = 2447,2$ часа (И), $t_{\text{рф}} = 27,4 \cdot 8 = 219,2$ часа (НР);

n – число задействованных однотипных единиц оборудования;

$F_{\text{Д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, $F_{\text{Д}} = 280 \cdot 8 = 2240$ часов.

$N_{\text{А}}$ определяется по формуле:

$$N_{\text{А}} = \frac{1}{C_{\text{А}}}, \quad (16)$$

где СА – срок амортизации, который можно получить из постановления правительства Российской Федерации «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы» Для электронно-вычислительной техники СА свыше 2 лет до 3 лет включительно. В данной работе примем СА=2,5 года. Тогда

$$H_A = \frac{1}{2,5} = 0,4.$$

Таким образом,

$$C_{AM}(HP) = \frac{0,4 \cdot 28600 \cdot 219,2 \cdot 1}{2240} = 1119,5 \text{ руб.}$$

$$C_{AM}(И) = \frac{0,4 \cdot 32000 \cdot 2447,2 \cdot 1}{2240} = 13984 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации 15103,5 руб.

4.2.6 РАСЧЕТ ПРОЧИХ РАСХОДОВ

Прочие расходы следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов. Они находятся по формуле:

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{ЗП}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{AM}} + C_{\text{св}}) \cdot 0,1, \quad (17)$$

где $C_{\text{мат}}$ – расходы на материалы, руб.;

$C_{\text{ЗП}}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{\text{соц}}$ – расходы на социальный налог, руб.;

$C_{\text{эл.об.}}$ – расходы на электроэнергию, руб.;

C_{AM} – амортизационные расходы, руб.;

$C_{\text{св}}$ – расходы на услуги связи, руб.

Подставив полученные выше результаты, получим:

$$C_{\text{проч}} = (93462 + 620193 + 186058 + 1887,28 + 15103,5) \cdot 0,1 = 91670,38 \text{ руб.}$$

4.2.7 РАСЧЕТ ОБЩЕЙ СЕБЕСТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Анализ бизнес-процессов и

разработка информационной системы поддержки жизненного цикла проектов» (таблица 9).

Таблица 9 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	93462
Основная заработная плата	$C_{\text{ЗП}}$	620193
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	186058
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об.}}$	1887,28
Амортизационные отчисления	$C_{\text{АМ}}$	15103,5
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	91670,38
Итого:		1008374,16

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 1008374,16$ руб.

4.2.8 РАСЧЕТ ПРИБЫЛИ

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5-20 % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 100837,42 руб. (10 %) от расходов на разработку проекта.

4.2.9 ЦЕНА РАЗРАБОТКИ НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли.

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 1008374,16 + 100837,42 = 1109211,58 \text{ руб.}$$

4.3 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение

обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта.

Для проекта необходимо выделить качественные и количественные критерии эффективности. К качественным критериям проекта можно отнести: дешевизна оборудования, повышенная производительность, надежность контроля, обеспечиваемая установкой выше.

В связи с тем, что проект является комплексом технических средств и оборудование для комплекса закупается у различных производителей, а не производится всё у одного, то общая трата оборудования будет меньше, что скажется, в свою очередь, на себестоимости проекта.

Комплекс после включения сразу готов к испытаниям, не тратит лишнее время на прогревание и другие внутренние процессы, что увеличивает производительность установки и само время цикла испытания. Время затрачивается на само испытание и на переключение фаз.

Ряд уставок, прописанных в программном обеспечении и контроллере, позволяют гарантировать надежность работы установки. При возникновении аварийных ситуаций, установка успешно и правильно закончит работу и уйдет в режим ожидания команд.

Из вышеописанного можно сделать вывод, что при дешевизне оборудования, высокой надежности и производительности затраты на разработку проекта ниже, чем стоимость аналогов на рынке. Это позволит получать большую прибыль и быть более привлекательными на рынке.

Количественные критерии эффективности в рамках поставленной задачи рассчитать невозможно ввиду отсутствия точных данных о перспективах использования данной разработки.

4.4 ОЦЕНКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для

оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$I_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (18)$$

где $I_{НТУ}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице 9.

Таблица 10 – Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Относительно новая	6	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты

Продолжение таблицы 10

0,1	Теоретический уровень	Разработка комплекса технических средств	6	Разработка комплекса технических средств
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Большое количество продаж

Интегральный показатель научно-технического уровня для данного проекта составляет:

$$I_{\text{НТУ}} = 0,4 \cdot 6 + 0,1 \cdot 6 + 0,5 \cdot 10 = 8$$

По полученным данным можно сделать вывод, что проект имеет высокий уровень научно-технического эффекта.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 ВВЕДЕНИЕ

Цель магистерской диссертации – разработка комплекса технических средств для испытания кабельной линии. Испытания проходят в специально оборудованном месте разработанной установкой с использованием разработанного программного обеспечения. Конечным результатом настоящего проекта является создание конечной версии установки, которая будет сразу внедрена в производство компании ООО «БРПО» после завершения пусконаладочных работ.

При помощи оценки аналога, который находится в использовании ООО «БРПО», были выявлены недостатки, которые необходимо устранить в своей разработке. Также были проведены теоретические исследования, анализ ГОСТов с методикой испытания кабельных линий, выделены критерии соответствия, оговорены уставки работы программы и установки. Для разработки программного обеспечения были использованы следующие устройства:

- персональный компьютер;
- программируемый логический контроллер;
- высоковольтный регулируемый источник питания.

На протяжении жизненного цикла проекта необходим комплексный подход ко всей совокупности производственных и эксплуатационных факторов. В данном разделе представлено описание создаваемых объектом исследования в процессе разработки и эксплуатации вредных и опасных факторов, а также мероприятий, обеспечивающих безопасность. Область применения установки – энергетика.

Для работы над проектом использовался персональный компьютер, что повлекло наложение вредных и опасных факторов производства. В результате у

разработчика может наблюдаться снижение производительности труда как следствие проблем со здоровьем.

5.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

5.2.1 ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

В процессе проектирования и разработки комплекса технических средств как сам разработчик, так и организация-клиент, в лице сотрудников должны соблюдать нормы электробезопасности.

Основной риск поражения электрическим током возникает при прямом контакте человека в процессе эксплуатации электроприборов с их частями, находящимися под напряжением. Электрическая цепь может замкнуться через тело человека в следствие повышенного значения напряжения. Стоит учитывать риски, возникающие при воздействии повышенного уровня статического электричества, повышенной напряженности магнитного и электрического полей.

В зависимости от риска поражения электрическим током помещения можно классифицировать на особо опасные, с повышенной опасностью и без повышенной опасности.

Возможные последствия поражения электрическим током человека представлены в таблице 11.

Комплекс технических средств проектировался и разрабатывался в помещении без повышенной опасности (класс 01 по ГОСТ Р 12.1.019-2009 [17]). Влажность составляла 40–50%, а средняя температура 18-20° С. Электропроводка выполнена из проводов без усиленной изоляции, пол не является токопроводящим. Выполнение настоящего исследовательского проекта проходило в помещении, с использованием приборов, потребляющие напряжение 220 В переменного тока с частотой 50 Гц. Такие характеристики напряжения представляют опасность для жизни.

Таблица 11 – Возможные воздействия на тело человека электрического тока

Вид воздействия	Следствие	Вид травмы
Электролитическое	Разложение крови и других жидкостей, нарушение их состава	Электрический удар
Биологическое	Судорожное сокращение мышц, возбуждение и разложение живых тканей	Механические повреждения
Термическое	Ожоги отдельных участков тела, нагрев внутренних органов	Электрический ожог

Для улучшения электробезопасности в помещении рекомендуется:

- сохранять целостность источников питания;
- в процессе профилактики и ремонта оборудования – отключать его от источников питания;
- отключать электрооборудование при его ремонте;
- периодически снимать электростатическое напряжение, касаясь пальцами рук, заземленных поверхностей;
- для безопасности во время гроз необходимо удостовериться о наличие молниеотвода, и того факта, что все розетки в кабинете заземлены.

5.2.2 МИКРОКЛИМАТ

Одним из важнейших условий труда является микроклимат. Его основные параметры регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 [18] и ГОСТ 12.1.005-88 [19]. Персональный компьютер и другие крупные электроприборы выделяют

существенное количество тепловой энергии. В купе с недостатком воздуха в помещении данный фактор может оказывать негативное влияние на здоровье человека. Психозмоциональное состояние разработчика, работающего в помещении может быть нарушено. Велика вероятность роста болезнетворных бактерий. При недостатке влажности воздуха слизистые оболочки человека постепенно осушаются. Следствием этого становится повышенное накопление вредных бактерий и вирусов в организме человека, что затрудняет работу как головного мозга, так и других органов. В свою очередь, высокий уровень влажности способствует активному размножению бактерий, плесени и грибов, что может привести к возникновению заболеваний дыхательных путей человека. В санитарных нормах установлены оптимальные (таблица 12) величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия труда.

Таблица 12 – Оптимальные величины параметров микроклимата для оператора ПЭВМ [18]

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	23–25	22–26	60–40	0,1
Холодный	22–24	21–25	60–40	0,1

В рабочем помещении, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, поддерживается температура равная 19–20 С°, при относительной влажности в 50–55%. Проводится еженедельная влажная уборка и систематическое проветривание помещения. В зимнее время в помещении предусмотрена система водяного отопления со встроенными нагревательными элементами и терморегуляторами. В летнее время помещение проветривается и температура удерживается при помощи кондиционеров.

5.2.3 ОСВЕЩЕННОСТЬ

Существуют три вида освещения, использовать которые можно при разработке при проектировании и разработке программного обеспечения: естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное).

Естественное освещение наилучшим образом подходит для человека с физиологической точки зрения. Его единственный существенный недостаток – непостоянство в течение дня вследствие состояния атмосферы. В помещение естественное освещение попадает через окно. Для разработки информационной системы использовалось совмещенное освещение, что соответствует требованиям санитарно-гигиенических норм СНиП 23-05-95 [20].

Согласно данной нормы освещенности работа разработчика относится к четвертому разряду зрительной работы средней точности. Рекомендуемая освещенность – в пределах 400 лк.

В помещении общежития для искусственного освещения используется люминесцентные лампы: один светильник и одна лампа. В нем отсутствуют яркие бликовые поверхности, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье. Периодически проводится мытье окон, что позволяет проникать в помещение естественному солнечному свету в полном объеме. Однако при его избытке существует возможность к его ограничению при помощи штор. Освещенность на поверхности стола разработчиков в зоне сосредоточения рабочей документации, а также освещенность экранов видеомониторов примерно равна 300 лк. Таким образом данные показатели соответствуют нормам СНиП 23-05-95 [20].

5.2.4 МОНОТОННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ

При работе с персональным компьютером негативное влияние на состояние разработчика или пользователя информационной системы безусловно оказывает очень большой по объему поток информации, который необходимо воспринимать в единицу времени. Для снижения воздействия фактора монотонности автор руководствоваться нормативами СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, что позволило увеличить производительность труда и существенно замедлить скорость утомляемости в течение дня.

Работа с персональным компьютером делиться на три группы:

- группа А – считывание информации с экрана по предварительному запросу;
- группа Б – ввод информации;
- группа В – режим диалога с персональным компьютером.

Труд разработчика информационной системы и сотрудников компании-заказчика, которые будут ее использовать в своей работе относится к группам А и Б. Для снижения вредного воздействия фактора монотонности работы необходимо предусматривать перерывы для каждой группы работ – таблица 13 [20].

Таблица 13 – Суммарное время регламентированных перерывов

Категория работ с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ		Суммарное время регламентированных перерывов при 8-часовой смене, мин.
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	
I	до 20 000	до 15 000	50
II	до 40 000	до 30 000	70
III	до 60 000	до 40 000	90

5.2.5 ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пожары приводят не только как к прямым экономическим потерям, так и к получению упущенной выгоды в том или ином виде, объеме и форме. Полная потеря информации при пожаре, а также большие трудности ее восстановления могут существенно повлиять на разработку программного обеспечения.

Источниками воспламенения могут быть: неисправная электропроводка, короткое замыкание или пробой изоляции; немереное или ненамеренное использование поврежденных электроприборов; попадание молнии в здание;

неправомерное обращение с огнем, а также несоблюдение мер пожарной безопасности [21].

5.3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА

5.3.1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Кроме того, при неисправности каких-либо блоков компьютера корпус может оказаться под током, что может привести к электрическим травмам или электрическим ударам. Для устранения этого предлагается обеспечить подсоединение металлических корпусов оборудования к заземляющей жиле.

При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

Для защиты от поражения электрическим током необходимо поддерживать изоляцию всех токоведущих частей от любых видов нерегламентированного прикосновений. Необходимо заземление корпусов устройств. Оно должно быть выполнено изолированным медным проводом с сечением $1,5 \text{ мм}^2$. В свою очередь этот провод должен быть присоединен к общей шине заземления с общим сечением $5,4 \text{ мм}^2$. Общая шина присоединяется к заземлению с сопротивлением не более 4 Ом. Электропитание устройства – от силового щита с использованием автоматического предохранителя. Последний должен срабатывать при коротком замыкании нагрузки.

При эксплуатации персональных компьютеров и других ЭВМ нельзя допускать:

- при поданном напряжении электросети запрещается подключать и отключать кабели электропитания;

- включение ЭВМ при неисправной защите электропитания;
- заменять съемные элементы, находящиеся под напряжением;
- снимать щиты, закрывающие доступ к токоведущим частям.

При регламентированной эксплуатации электроприборов и использовании соответствующих средств защиты снижается риск поражения электрическим током. Необходимо осуществлять профилактические проверки исправности электроприборов.

5.3.2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ МИКРОКЛИМАТА

Для нормальной циркуляции воздуха в помещении разработки необходим комплекс мероприятий, к которым могут относиться более рациональная организация систем вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём.

Желательно, чтобы помещение с персональными компьютерами и другими видами ЭВМ не должен иметь объем меньше 20 м³/человека [22].

Чтобы обеспечить комфортные условия труда необходимо рационально проводить работы в зависимости от времени года и времени суток; чередовать труд и отдых.

5.3.3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ

Для обеспечения требуемого уровня освещения в помещении используется лампа дневного освещения и светильник, которые равномерно распределяют свет по всему помещению. Для освещения помещения выбраны наиболее широко применяемые люминесцентные лампы.

5.3.4 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Главным условием обеспечения пожарной безопасности является предупреждение и ликвидация возможных источников воспламенения [21]. В помещении необходимо соблюдать следующие меры:

- пути и проходы эвакуации сотрудников и посетителей должны содержаться в свободном состоянии;
- ограничить количества горючих и легко воспламеняющихся веществ;
- устранить потенциальные источники возгорания (электрические искры, нагрев оборудования);
- наличие средств пожаротушения, в том числе пожарной сигнализации и содержание их в исправном состоянии;
- содержание электрооборудования в исправном состоянии;
- плановые проведения инструктажей по пожарной безопасности;
- назначить ответственного за пожарную безопасность на каждом этаже;
- разрешение курения в только отведенных для этого местах.

5.4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

5.4.1 АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов необходимо осуществить полный переход к энергосберегающим и малоотходным (в идеале безотходным) производствам. При разработке комплекса технических средств возникает необходимость в утилизации производственных отходов, в качестве которых в данном случае выступают бумажные отходы (макулатура), неисправные или замененные элементы установки, неисправные детали персональных компьютеров. Установка и входящие в ее состав приборы не содержат экологически опасных материалов и комплектующих изделий.

5.4.2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Бумажные отходы должны передаваться в соответствующие организации для дальнейшей переработки во вторичные бумажные изделия. Остатки проводов либо государственным организациям, осуществляющим вывоз и

уничтожение бытовых и производственных отходов, либо организациям, занимающимся переработкой отходов. Важнейшим этапом обращения с отходами является их сбор, а в дальнейшем переработка, утилизация и захоронение [23].

Еще одним из способов снижения бумажных отходов является хранение данных на электронных или облачных носителях.

5.5 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

5.5.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОЗМОЖНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТЕ

Представим список чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при работе в офисе:

- В зависимости от намерения: преднамеренные и непреднамеренные;
- По характеру происхождения:
 - a. Техногенные: пожары, взрывы, нарушение целостности помещений, повреждение или выход из строя систем жизнеобеспечения. Данные причины также могут возникнуть под воздействием сил природы.
 - b. Экологические – это непредвиденные или аномальные изменения состояния окружающей природной среды (ураганы, ливни, паводки, наводнения и паводки). Нарушения в экологической системе может возникать по антропогенным причинам.
 - c. Биологические – эпидемии различных болезней;
 - d. комбинированные.
- В зависимости от скорости развития: плавные, скоротечные, взрывные, внезапные.
- По масштабам последствий: территориальные, местные и локальные.
- По возможности предотвращения: предотвращаемые и неизбежные;

Одной из наиболее возможных ЧС в офисном здании является возникновение пожара. Причинами возникновения данного вида ЧС могут являться:

- возникновением короткого замыкания в электропроводке;
- возгоранием устройств ПЭВМ из-за неисправности аппаратуры;
- возгоранием устройств искусственного освещения;
- возгоранием мебели по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок.

5.5.2 МЕРЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ПОСЛЕДСТВИЙ

Пожарная безопасность подразумевает надлежащее состояние объекта с исключением возможности возникновения очага возгорания (пожара) и его распространения в пространстве. Обеспечение пожарной безопасности — приоритетная задача для любого предприятия. Создание системы защиты регламентировано законом и нормативными документами различных ведомств.

Противопожарный режим для каждого предприятия является индивидуальным. Он должен отвечать общим требованиям, установленным законодательными актами, но с учетом специфики деятельности.

Правила хранения конфиденциальных данных в электронных таблицах. В киберпространстве могут быть использованы различные способы для совершения кибертеракта:

- получение несанкционированного доступа к государственным и военным секретам, банковской и личной информации;
- нанесение ущерба отдельным физическим элементам информационного пространства, например, разрушение сетей электропитания, создание помех,
- использование специальных программ для разрушения аппаратных средств;

- кража или уничтожение информации, программ и технических ресурсов путем преодоления систем защиты, внедрения вирусов, программных закладок;
- воздействие на программное обеспечение и информацию;
- раскрытие и угроза публикации закрытой информации;
- захват каналов СМИ с целью распространения дезинформации, слухов, демонстрации мощи террористической организации и объявления своих требований;
- уничтожение или активное подавление линий связи, неправильная адресация, перегрузка узлов коммуникации;
- проведение информационно-психологических операций.
- Направления для защиты от кибератак :
 - мониторинг и реагирование на инциденты (включая поведенческий анализ пользователей);
 - анализ исходных кодов ПО;
 - сетевая безопасность;
 - шифрование.

Основными причинами возникновения ЧС являются: сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, низкая технологическая дисциплина, а также внешние чрезвычайные ситуации: это стихийные бедствия; неожиданное прекращение подачи электроэнергии, газа; терроризм; война.

5.6 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.6.1 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

К психофизиологическим вредным факторам относятся статические физические перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Время предоставления перерыва и его конкретная продолжительность устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка или по соглашению между работником и работодателем.

На работах, где по условиям производства (работы) предоставление перерыва для отдыха и питания невозможно, работодатель обязан обеспечить работнику возможность отдыха и приема пищи в рабочее время. Перечень таких работ, а также места для отдыха и приема пищи устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка.

Организация работы с ПЭВМ должна осуществляться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения утомления целесообразно выполнять комплексы упражнений.

5.6.2 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ КОМПОНОВКЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Ввиду сидячего характера работы разработчика важнейшим элементом его рабочего места становится кресло. Его конструкция должна поддерживать рациональную рабочую позу при работе на персональном компьютере, а также позволять изменять позу, чтобы снизить статическое напряжения мышц шейно-плечевой области и спины.

Перед эксплуатацией установки персонал, который будет использовать установку должен пройти обучение для пользования программным обеспечением. Во время испытания работник должен находиться рядом с установкой для контроля и предотвращения опасных ситуаций. Производительность установки позволяет занимать меньшее время, чем в аналогах, что положительно сказывается на объеме производства.

Немаловажным фактором является учет требований к размещению средств отображения информации (таблица 14Таблица).

Таблица 14 – Расположение средств отображения информации

Тип средств отображения информации	Угол, градусы	
	В вертикальной плоскости	В горизонтальной плоскости
Редко используемые	± 60	± 60
Часто используемые	± 30	± 30
Очень часто используемые	± 15	± 15

5.6.3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАРАНТИЙ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНЫХ ДАННЫХ ГРАЖДАН

При заключении договора на коммерческую разработку, с исполнителем подписывается «Соглашение о конфиденциальности и неразглашении информации». Целью данного соглашения является урегулирование вопроса хранения, обработки, использования, разглашения и передачи конфиденциальной информации.

В данном документе «Соглашение о конфиденциальности» можно выделить следующие разделы:

- Предмет соглашения. Содержит цель и предназначение документа.
- Права и обязанности сторон.
- Ответственность сторон. В данном пункте указаны факторы, при которых раскрывающая сторона несет ответственность за разглашение, неправомерное использование, либо нарушение условий хранения конфиденциальной информации, как умышленное, так и неумышленное. Описывается ряд юридических санкций, в случае нарушения вышеуказанных пунктов.
- Условия, при которых информация может быть раскрыта. В первую очередь это «обоюдное согласие сторон».
- Данный документ составлен на основе и в соответствии с Федеральными законами и иными нормативными актами [23-25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы был изучен процесс добычи нефти, каким оборудованием проводится добыча нефти, значение кабельной линии во всём этом процессе, методики испытания кабельной линии, проанализированы установки для испытания кабельных линий, выделены их недостатки и была поставлена задача для собственной разработки.

В ходе разработки заказчиком (ООО «БРПО») были предъявлены технические и программные требования. Проведен подбор необходимого для разработки оборудования, был разработан алгоритм работы установки и программы, работа программы проиллюстрирована диаграммой, также был выбран язык программирования и среда для написания кода программного обеспечения и контроллера.

Во время тестирования был проведен анализ установки-аналога «ИДИЗ-3», выделены его недостатки в техническом и программном исполнении, были предложены методы решения этих проблем, которые используются в собственной установке. Приведено описание установки и программного обеспечения. После ввода в эксплуатацию (акт ввода в эксплуатацию представлен в приложении Е), проведено тестирование, во время которого были выявлены и, впоследствии, устранены неполадки технического и программного характера. Проведено испытание на реальной кабельной линии (протокол испытания представлен в приложении Ж)

Разработанная установка предлагает новые технические решения за счет комплектации установки рядом готовых решений, закупаемых у конечных производителей. Это решение помогает облегчить ремонт и снизить себестоимость установки. Также установка выигрывает в производительности у аналогов, не затрачивая лишнее время на прогревание и другие внутренние процессы устройств. Программное обеспечение ведет диалог с пользователем во время всего испытания, не давая усомниться в своей работе.

Во время разработки были сделаны публикации по разрабатываемому проекту. Так же промежуточные результаты работы были представлены на X Всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» девятого декабря 2016 года и за доклад был получен диплом второй степени. Диплом второй степени представлен в приложении И.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Все о нефти | Нефть [Электронный ресурс]. URL: <http://vseonefti.ru/neft/>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 04.04.2017 г.
2. Установка электроцентробежного насоса (УЭЦН) [Электронный ресурс]. –URL: <http://vseonefti.ru/upstream/ustanovka-ESP.html>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 04.04.2017 г.
3. ГОСТ 51777-2001 Кабели для установок погружных электронасосов. Общие технические условия, 2001. – 16 с.
4. Технология добычи нефти [Электронный ресурс]; ред. Юлмухаметов Д. – 06.07.2005.URL:https://22century.ru/popular-science-publications/extraction_of_oil, свободный. – Яз. рус. Дата обращения 05.04.2017 г.
5. Прохоров А. М. Дебит / Большая советская энциклопедия / Прохоров А. М // Советская энциклопедия – Москва, 1969-1678. 3е издание.
6. Сколько в среднем одна скважина добывает нефти в сутки [Электронный ресурс]. URL: <http://oonsee.centrsourcesi/1171996/3e393d-skolko-v-srednem-odna-skvazhina-dobyvaet-nefti-v-sutki-9e8c999>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.04.2017 г.
7. Лысенко В.Д. Разработка нефтяных месторождений. Теория и практика / Лысенко В.Д.// Недра – Москва, 1996. – 369 с.
8. Гидрозащита ПЭД [Электронный ресурс]. URL: <http://rengm.ru/rengm/gidrozashhita-pjed.html>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 10.04.2017 г.
9. Обратный клапан скважинного электроцентробежного насоса [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/218/2187709.html>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 10.04.2017 г.
10. Конструкция и технические характеристики модулей УЭЦН [Электронный ресурс]. URL: <http://oilloot.ru/84-oborudovanie-truby-materialy-dlya-nefti-i-gaza/125-konstruktsiya-i-tekhnicheskie-kharakteristiki-modulej-uetsn>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 11.04.2017 г.

11. Испытание кабельных линий повышенным напряжением [Электронный ресурс]. URL: <http://electricalschool.info/main/naladka/1440-ispytanie-kabelnykh-linijj-povyshennym.html>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 14.04.2017 г.
12. Установка HPG 50, 70 модели H, D [Электронный ресурс]. URL: <https://skomplekt.com/tovar/1/16/10/>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 15.04.2017 г.
13. УВУ-30 СНЧ Высоковольтная установка для испытания кабеля из сшитого полиэтилена [Электронный ресурс]. URL: <http://mirmsk.ru/uvu-30-snch-vysokovoltnaya-ustanovka-dlya-ispytaniya-iz-sshitogo-polietilena>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 15.04.2017 г.
14. Регулируемый высоковольтный источник питания серии НТ. Описание изделия, ООО «Мантигора» – г.Новосибирск, 2013. – 8 с.
15. ПЛК110. Контроллер программируемый логический (руководство по эксплуатации), ООО «ОВЕН» – г.Москва, 2014. – 78 с.
16. Измерения электрических параметров погружного кабеля «ИДИЗ-3» (Руководство по эксплуатации), ООО «Научно-технический центр «Электроник» - г. Омск, 2008. – 24 с.
17. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты, 2009. – 32 с.
18. СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 2001. – 20 с.
19. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, 1989. – 71 с.
20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 3 июля 2016 года), 2012. – 12 с.

21. ГОСТ 12.0.002-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения, 1980. – 12 с.
22. ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги, 2014. – 8 с.
23. Федеральный закон «О коммерческой тайне» [Электронный ресурс]: Консорциум кодекс. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901904607>, свободный. Дата обращения: 08.05.2017 г.
24. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [Электронный ресурс]: Консорциум кодекс. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901990051>, свободный. Дата обращения: 08.05.2017 г.
25. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Консорциум кодекс. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664>, свободный. Дата обращения: 08.05.2017 г.
26. ESP motors [Электронный ресурс]. URL: http://petrowiki.org/ESP_motors, свободный. – Яз. англ. Дата обращения: 10.05.2017 г.
27. Oil and gas separators [Электронный ресурс]. URL: http://petrowiki.org/Oil_and_gas_separators, свободный. – Яз. англ. Дата обращения: 10.05.2017 г.
28. Electric Submersible Pumps in the Oil and Gas Industry [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pumpsandsystems.com/topics/pumps/pumps/electric-submersible-pumps-oil-and-gas-industry>, свободный. – Яз. англ. Дата обращения: 10.05.2017 г.
29. Установка испытания погружной кабельной линии «КТС-ИК» (Руководство по эксплуатации), ООО «БРПО» - г. Томск, 2016. – 18 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
РАЗДЕЛ ВКР, ВЫПОЛНЕННЫЙ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ

ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM5B	В. Апалишин		

Консультант кафедры ПИ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ПИ	Е. С. Чердынцев	К. П. Н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
зав. каф. ИЯ	Т. В. Сидоренко	К. П. Н.		

Introduction

In the oil and gas industry, electric submersible pump (ESP) systems are probably best known as an effective artificial lift method of pumping production fluids to the surface. ESPs are especially effective in wells with low bottomhole pressure, low gas/oil ratio, low bubblepoint, high water cut or low API gravity fluids. Over the last several years, ESP technology has developed a reputation as a low-maintenance, cost-effective alternative to vertical turbine, split case and positive displacement pumps in various fluid-movement surface applications in the petroleum industry.

Artificial Lift Technologies

Artificial lift uses some means to increase the flow of liquids (i.e., crude oil or water with some amount of gas included) to the surface of a production well. This is usually achieved by a mechanical device inside the well, such as a pump; decreasing the weight of the liquid/gas mixture via high pressure gas or improving the lift efficiency of the well via velocity strings. An artificial lift system is needed in wells with insufficient pressure in the reservoir to boost the liquid to the surface. Also, these systems are sometimes used in flowing wells to increase the naturally occurring flow rate.

More than 60 percent of producing oil wells require some type of assisted lift technology to produce the recoverable oil. Several artificial lift (or pumping) technologies are employed, including plunger lift, beam/sucker rod pumps, gas lift, progressive cavity pumps (PCP) or electric submersible pumps.

1. This artificial lift method is used primarily in gas wells to remove relatively small volumes of liquid. Functionally, a plunger-lift system provides a mechanical interface between the produced liquids and gas. Using the well's own energy for lift, liquids are pushed to the surface by the movement of a free-traveling piston (plunger) traveling from the bottom of the well to the surface. This mechanical interface eliminates liquid fallback, which boosts the well's lifting efficiency. In turn, the reduction of average flowing bottomhole pressure increases inflow.

Plunger travel is normally provided by formation gas stored in the casing annulus during a well shut-in period. As the well is opened and the tubing pressure decreases, the stored casing gas moves around the end of the tubing and pushes the plunger to the surface. This intermittent operation is repeated several times per day.

2. Beam pumps, rod pumps or sucker rod pumps refer to an artificial lift system that uses a surface power source to drive a downhole pump assembly. A beam and crank assembly at the surface (often called a "pump jack") creates reciprocating motion, which is converted to a vertical motion in a sucker-rod string that connects to the downhole pump assembly. The pump contains a plunger and valve assembly to impart vertical fluid movement. Due to its long history, sucker rod pumping is a very popular means of artificial lift. Roughly two-thirds of the producing oil wells around the world use this type of lift. Limitations to this system technology arise with deeper and/or more deviated wells. Sucker rod pumps are not generally considered applicable to offshore installations.

3. Gas-lift systems that inject gas into the crude are sometimes used in conjunction with surface operating reciprocating pumps or horizontal centrifugal pumps. However, these systems become far less efficient in deeper, deviated wells. Gas-lift systems often increase the degree of component flow constriction caused by scaling and paraffin crystal accumulation. Additionally, these techniques require an abundant supply of gas to be stored at the surface. Gas that is separated and vented is not easily retained for re-injection, and gas that is re-injected rapidly becomes contaminated with oxygen, carbon monoxide and hydrogen sulphide that can corrode production string components. Older gas-lift systems (sometimes prominent in offshore applications) burdened with high water cut are being converted more frequently to ESP systems.

Progressive Cavity Pumps

4. Progressive Cavity Pumps (PCP). The PCP is a closely related technology to the ESP. PCPs consists of a helical bore that rotates inside a similar helical cavity. The rotation of the bore creates cavities with negative pressure

(vacuum) to open and close, forcing fluid up through the pump body. The PCP offers proven performance in extracting crude oil at high viscosity. However, PCPs are vulnerable to damage from abrasive materials and are limited to well depths of approximately 5000-ft. PCPs do not perform well in deviated wells.

5. ESP Systems. About 15 to 20 percent of almost one million wells worldwide are pumped with some form of artificial lift employing electric submersible pumps. In addition, ESP systems are the fastest growing form of artificial lift pumping technology. They are often considered high volume and depth champions among oil field lift systems.

Found in operating environments all over the world, ESPs are very versatile. They can handle a wide range of flow rates from 70-bpd to 64,000-bpd or more and lift requirements from virtually zero to as much as 4600 meters of lift. As a rule, ESPs have lower efficiencies with significant fractions of gas, typically greater than about 10 percent volume at the pump intake. Given their high rotational speed of up to 4000-rpm and tight clearances, they are also only moderately tolerant of solids like sand. If solid-laden production flows are expected, special running procedures and pump placement techniques are usually employed. When very large amounts of free gas are present, downhole gas separators and/or gas compressors may be required in lieu of a standard pump intake.

ESP systems can be used in casing as small as 4.5-in outside diameter and can be engineered to handle contaminants commonly found in oil-aggressive corrosive fluids such as H₂S and CO₂, abrasive contaminants such as sand, exceptionally high downhole temperatures and high levels of gas production. Increasing water cut has been shown to have no significant detrimental effect on ESP performance. ESPs have been deployed in vertical, deviated and horizontal wells, but they should be located in a straight section of casing for optimum run life performance.

On a cost-per-barrel basis, ESPs are considered economical and efficient. With only the wellhead and fixed or variable-speed controller visible at the surface, ESP

systems offer a small footprint and low-profile option for virtually all applications, including offshore installations.

The Anatomy of an ESP System

In ESP systems (see figure A.1), an electric motor and a multistage centrifugal pump run on a production string, connected back to a surface control mechanism and transformer via an electric power cable. Careful consideration must be given to each downhole and surface component of the system in the design stage. An ESP can pump intermittently or continuously. Because an ESP can be easily adapted to automation and control systems, numerous surface control and communication devices are available. Additionally, the downhole components can vary depending on the specific application or conditions.

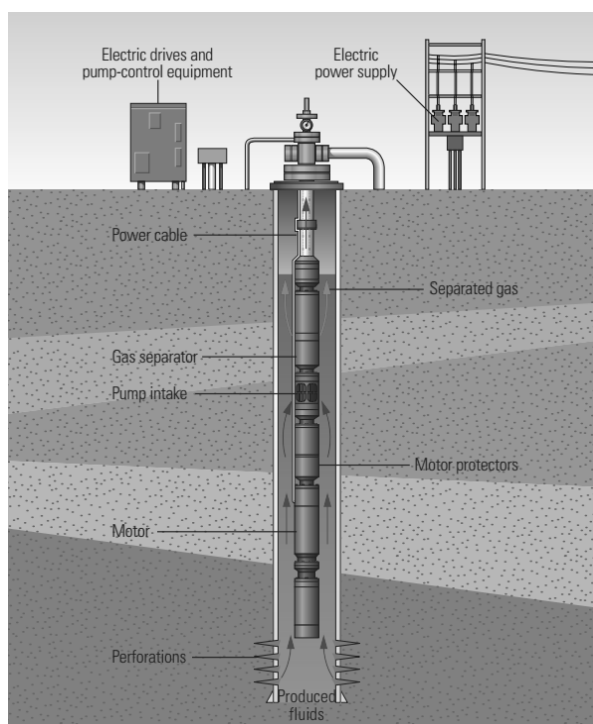


Figure A.1 – The Anatomy of an ESP System

Multistage Centrifugal Pump – The multistage centrifugal pump consists of stages with rotating impellers and stationary diffusers cast from a Ni-resist high-nickel iron containing both abrasion and corrosion resistant properties. Pump stages incorporate many optional features including special bearings and coatings. These features allow the pump to handle harsh abrasives, salt containing fluids that form

deposits of scale and paraffin or asphaltenes that gradually coat the pump stages and disrupt normal flow. Materials used in manufacturing pump components vary depending upon the corrosive and abrasive nature of the well environment. The impellers are mounted on a shaft made of Nitronic 50, Monel, Inconell or other high-strength alloy or stainless steel.

Due to limited well casing diameters, the lift or head developed by an individual stage is relatively low. Stages must be stacked together to meet the lift requirements for various applications. Each stage of the multistage centrifugal pump adds energy to the fluid in the form of increased velocity and pressure. The impeller accelerates the fluid and increases the kinetic energy, which is then converted into potential energy (pressure) in the diffuser that redirects the flow to the next impeller. Diffusers also act as a bearing surface, providing additional stability to the pump shaft. The fluid flow is described by the fundamentals of classical physics – conservation of mass, momentum and energy.

Motor – The energy to turn the pump comes from a high voltage (3 to 5 kV) alternating current source to drive a special motor that can work at high temperatures up to 260-deg C and high pressures up to 5000-psi and from deep wells up to 4600 meters deep with high energy requirements up to 1000-hp. Submersible two-pole, squirrel cage, induction electric motors are manufactured in a variety of horsepower ratings, operating voltages and currents to meet pressure extremes and temperature requirements [26]. The motor size is designed to lift the estimated volume of production. Wellbore fluids passing over the motor housing act as cooling agents. The motor is powered from the surface via submersible electric cable.

Temperature extremes and contaminants are primary causes in early motor failure. Completely sealed, a downhole ESP motor must have exceptional capabilities to dissipate or withstand severe inner core temperatures – requiring high temperature insulation ratings. The method of assembly and quality of the winding, including the pattern, are critical design characteristics. The winding process – including the resin used, the application process and the steps taken to prevent voids – are critical

measures in constructing a motor that can withstand destructive energies encountered downhole.

Seal Section – The seal section is located between the motor and the intake and performs the following functions:

- houses the thrust bearing that carries the axial thrust developed by the pump;
- isolates and protects the motor from well fluids;
- equalizes the pressure in the wellbore with the pressure inside the motor;
- compensates for the expansion and contraction of motor oil due to internal temperature changes.

Seal sections can be used in tandem configurations for increased motor protection. They are available in bag type and labyrinth-style designs to meet specific applications.

Gas Separator/Compressor – The intake section of a submersible pump functions as a suction manifold, feeding the well fluid to the pump. In standard applications, an intake section can be a simple inlet hole adapter attached between the seal section and the pump housing. In applications with higher gas/oil ratios (GOR) and lower bottom-hole pressures, the well fluid may contain significant amounts of free gas [27]. A gas separator, designed to separate the gas from the well fluid before it enters the pump, replaces the intake section in such applications. In applications where the amount of free gas cannot be handled efficiently by rotary gas separators, tandem rotary gas separators, a high-volume separator or a gas compressor can be used. Use of a gas compressor introduces a compression chamber downstream from tandem gas separators. The compression chamber allows free gas to be compressed back into the solution while simultaneously breaking large gas bubbles into an increasingly homogenized solution, which a submersible pump can handle without gas locking.

Downhole Sensor – A rugged downhole sensor and companion surface interface unit enables reliable, accurate retrieval of critical real-time system and wellbore performance parameters. Multi-data channel sensors can measure intake

pressures, wellbore and motor oil or winding temperature, pump discharge pressure, vibration, current leakage and flow rate. ESP system control and alarms are achieved by real-time monitoring of actual downhole readings, reducing nuisance shutdowns caused by inaccurate overload and underload amp load settings. Surface interface can be accomplished via permanent digital readout, handheld data logger or laptop computer. Remote monitoring of data from web-based computers is also possible.

Power Cable – Available in flat or round configurations, specially engineered and manufactured cable systems provide dependability in the harsh, hot, gassy and corrosive conditions found in most downhole ESP applications. A variety of materials, duty ranges and constructions allow selection of a particular cable for specific applications. The cable is connected to the top of the motor, runs up the side of the pump, is strapped to the outside of every joint of tubing from the motor to the surface of the well and is extended on the surface to the control junction box. In most cases, the cable is flat as it stretches from the motor up beside the pump to the tubing, at which point the flat cable is spliced to a round one. Most power cables have a metal shield to protect them from damage. Proper selection of cabling can greatly enhance the overall system performance, since substantial power losses can occur in conducting power across a cable that may extend as long as 4600 meters, nearly five kilometers.

Surface Components

Tubing Head – The tubing head is designed to support the downhole tubing string and provide a seal to permit the power cable to pass through the wellhead. This seal is usually designed to hold a minimum of 3000-psi.

Fixed or Variable Speed Controllers and Drives – intelligent RTU programmable controllers (fixed speed or variable speed) maintain the proper flow of electricity to the pump motor. They allow the well to be operated continuously or intermittently, or be shut off. They also provide protection from power surges or other electricity changes.

A variable speed drive (VSD) offers ESP systems continuous duty variable flow and pressure control, which in turn increase productivity, process control flexibility and energy savings. Direct speed control over the pump motor provides maximum system efficiency and reduced maintenance when compared with across the line (full voltage) operation. The VSD provides the essential reduced voltage starting characteristics of a soft starter combined with continuous duty variable frequency operation. This directly results in increased life of the mechanical equipment and reduced incidence of downtime.

Transformers – A transformer is an electrical device that takes electricity of one voltage and changes it into another voltage. Transformers are usually located at the edge of the lease site. The transformer changes electricity provided via commercial power lines to match the voltage and amperage requirements of the ESP motor.

Electrical Supply System – electricity is generally provided by a commercial power distribution system. The highest available voltage produces the most efficient performance. In offshore applications, the nature of the power supply is strictly dependant on a portable source – namely that of a diesel generator. In a situation where generator-fed power is the primary supply, strict design requirements must be recognized in order to prevent a costly, time-consuming failure and/or redesign and retrofit. Selection of the generator requires careful calculation of the system power requirements it is meant to supply.

Surface Applications

Electric submersible pump (ESP) systems are now providing specific solutions to a wide range of surface fluid-movement applications. These systems feature a direct-drive, multistage centrifugal design suited for most high-pressure, low- to medium volume and environmentally sensitive applications [28]. Building on the rugged oil field ESP technology, these surface pumping systems (SPS) have developed a

reputation as an alternative to vertical turbine, split-case (SC) and positive displacement (PD) pumps.

Offering a low surface profile coupled with quiet vibration-free operation, these surface pumps can be electric-, gas- or diesel-powered. They can typically handle up to 2000-gpm (64,000-bfpd) and discharge pressures ranging up to 6000-psi. They feature design flexibility that facilitates onsite installation and maintenance with minimal site preparation.

SPS technology has proven effective for numerous fluid-handling applications in the petroleum industries, including:

- produced water injection;
- produced water disposal;
- waterflood injection;
- wash water circulation;
- pipeline booster;
- CO₂ flood injection/booster;
- crude oil transfer;
- NGL/propane, ethane, amine and other gas services;
- condensate transfer;
- FPSO fluid handling;
- power fluid pumps for downhole jet/hydraulic pumps.

Conclusion

As system design engineers and operators evaluate costs, maintenance requirements, environmental impact, efficiency and flexibility, they are finding more applications where multistage centrifugal pumping systems provide advantages for downhole and surface applications.

ESPs provide a number of advantages:

- adaptable to highly deviated wells; up to horizontal, but must be set in straight section;
- adaptable to required subsurface wellheads 6 ft apart for maximum surface-location density;
- permit use of minimum space for subsurface controls and associated production facilities;
- quiet, safe, and sanitary for acceptable operations in an offshore and environmentally conscious area;
- generally considered a high-volume pump;
- provides for increased volumes and water cuts brought on by pressure maintenance and secondary recovery operations;
- permits placing wells on production even while drilling and working over wells in immediate vicinity;
- applicable in a range of harsh environments.

ESPs have some disadvantages that must be considered:

- will tolerate only minimal percentages of solids (sand) production, although special pumps with hardened surfaces and bearings exist to minimize wear and increase run life;
- costly pulling operations and lost production occur when correcting downhole failures, especially in an offshore environment;
- below approximately 400 B/D, power efficiency drops sharply; ESPs are not particularly adaptable to rates below 150 B/D;
- need relatively large (greater than 4½-in. outside diameter) casing size for the moderate- to high-production-rate equipment.

Приложение Б

(обязательное)

Технические требования на разработку комплекса

Установка испытания погружной кабельной линии предназначена для проведения приемосдаточных испытаний погружной кабельной линии, намотанной на барабан.

Установка обеспечивает всю программу приемосдаточных испытаний погружной кабельной линии, намотанной на барабан, постоянным повышенным напряжением в соответствии с ГОСТ Р 51777-2001 в автоматическом режиме.

Виды испытания:

1. Испытание постоянным напряжением изоляции токопроводящих жил относительно брони погружного кабеля, намотанного на барабан.
2. Измерение сопротивления изоляции между токопроводящей жилой погружного кабеля и броней.
3. Измерение токов утечки между токопроводящей жилой погружного кабеля и броней.

Установка должна эксплуатироваться в закрытых помещениях при следующих условиях:

- Температура окружающей среды от +5 до +35 градусов Цельсия.
- Относительная влажность – не выше 80% при температуре 25 градусов Цельсия и более низких температурах без конденсации влаги.
- Атмосферное давление от 630 до 800 мм. рт. ст.
- Окружающая среда – не взрывоопасная, не содержащая солевых туманов, токопроводящей пыли, агрессивных газов или паров, разрушающих металл и изоляцию

Основные технические данные.

Основные параметры приведены в таблице Б.1 [29].

Таблица Б.1 – Основные технические параметры

№	Параметры	Ед. изм	Величина
1	Напряжение питания установки	В	220
2	Потребляемая мощность	Ват	100
3	Диапазон изменения выходного напряжения ИП	кВ	От 0 до 20
4	Скорость нарастания выходного напряжения	В/сек	Задается ПО
5	Точность измерения выходного напряжения	%	0,001
6	Диапазон измерения токов утечки	мкА	от 0,001 до 150
7	Коэффициент регуляции по току	%	0,005
8	Время наработки на отказ (не менее)	лет	5
9	Гарантийный срок службы установки	лет	3
10	Класс защиты в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75		I
11	Степень защиты по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89)		IP20

Конструкция установки и все её внешние элементы соответствуют требованиям безопасности согласно ГОСТ 22261 раздел 5, вид изоляции – основная; степень загрязнения – 2; категория измерения – 1.

Класс защиты от поражения электрическим током – I в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75.

Сопротивление изоляции между корпусом и выход высоковольтного источника питания – не менее 1 гОм.

Сопротивление изоляции между корпусом и цепями сетевого питания установки – не менее 20 мОм.

Сопротивление между зажимом защитного заземления и открытых токопроводящих частей блоков установки, которые могут оказаться под напряжением, не превышает 0,1 Ом.

Состав комплекса должен в себя включать:

- регулируемый высоковольтный источник питания на 20 кВ для подачи напряжения на жилы кабеля;
- источник питания для питания элементов установки;
- соединительная коробка, для подключения к ней жил кабелей и подачи на них напряжения;
- высоковольтный коммутатор, для переключения фаз при испытании кабеля;
- контроллер, для подачи управляющих сигналов на элементы комплекса и контролем возможного возникновения ошибок при проведении испытаний;
- измерительная система, для снятия показаний тока и напряжения, поддерживающая один из интерфейсов передачи данных (RS485, Ethernet, USB);
- ПК с интерфейсом, поддерживающие измерительную систему;
- ПО для обработки данных с измерительной системы в режиме реального времени и подготовки протокола испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА КОМПЛЕКСА

Принципиальная схема комплекса технических средств представлена на рисунке В.1.

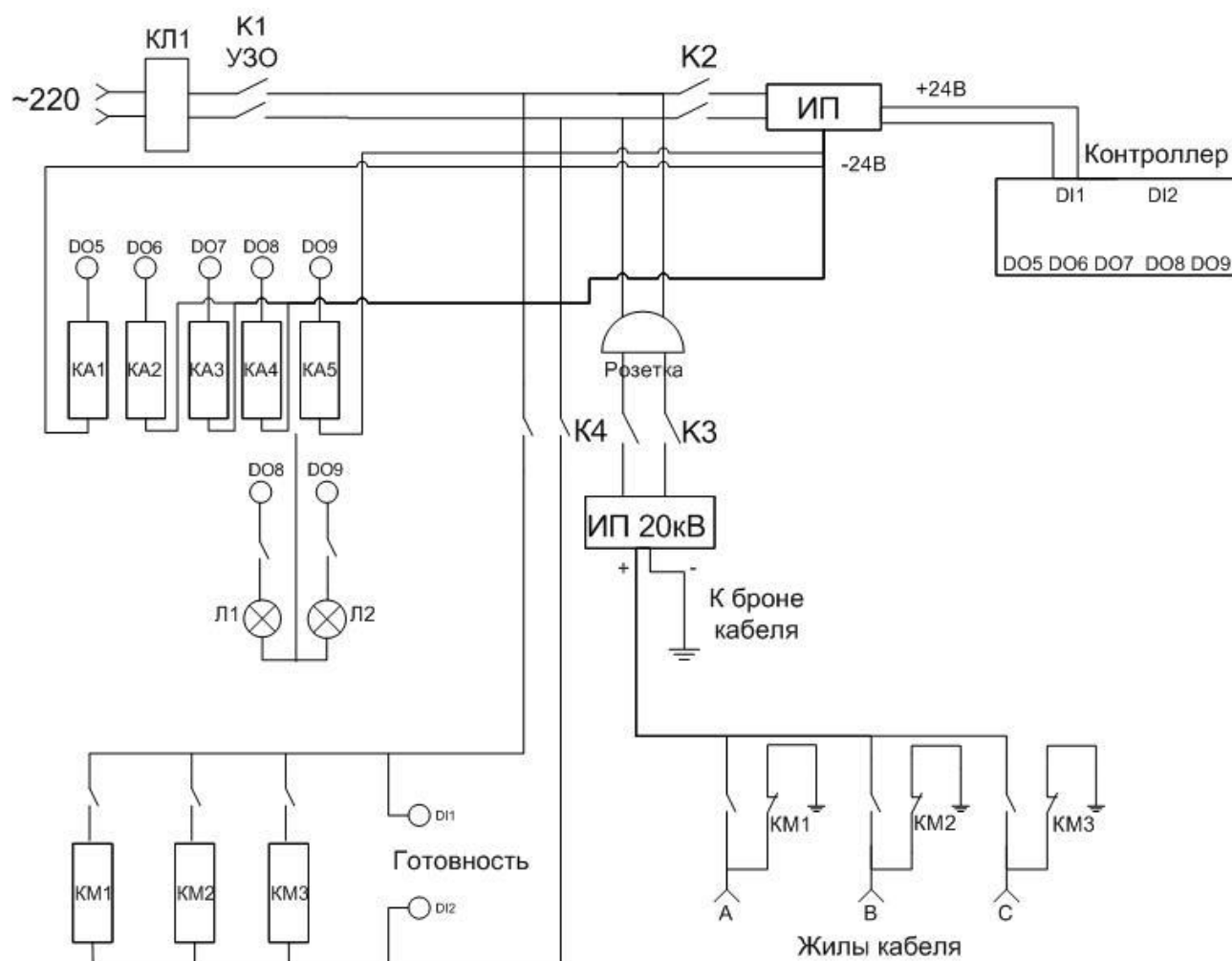


Рисунок В.1 – Принципиальная схема установки

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (СПРАВОЧНОЕ) РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Программное обеспечение предназначено для запуска и управления испытанием кабельных линий посредством установки «КТС-ИК» БРПО.

Администратор устанавливает программное обеспечение «КТС-ИК БРПО» на компьютер пользователя при помощи диска с ПО, который поставляется вместе с установкой.

Запуск программы происходит по нажатию двойным кликом левой кнопкой мыши на иконку с названием «КТС-ИК БРПО», которая расположена на рабочем столе пользователя.

Авторизация

Для работы с программой пользователю необходимо авторизоваться под своим логином и паролем, который был предоставлен администратором (рисунок Г.1). Пароль администратора исполнитель выдает заказчику отдельно.

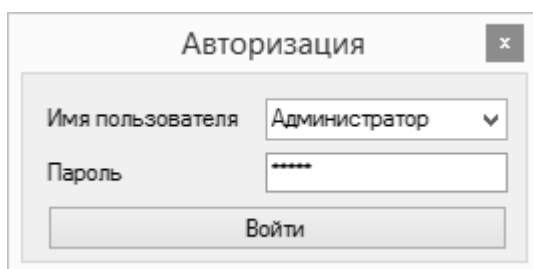


Рисунок Г.1 – Форма авторизации

Главная форма программы. Окно «Испытание»

После авторизации пользователь попадает на главную форму программы (рисунок Г.2). Окно «Испытание» является основным окном, на котором проводится испытание. На нем содержатся график испытания, кнопки начала испытания, списки кабелей, а также осуществляется возможность посмотреть информацию о кабеле и просмотреть прошедшие ранее испытания.

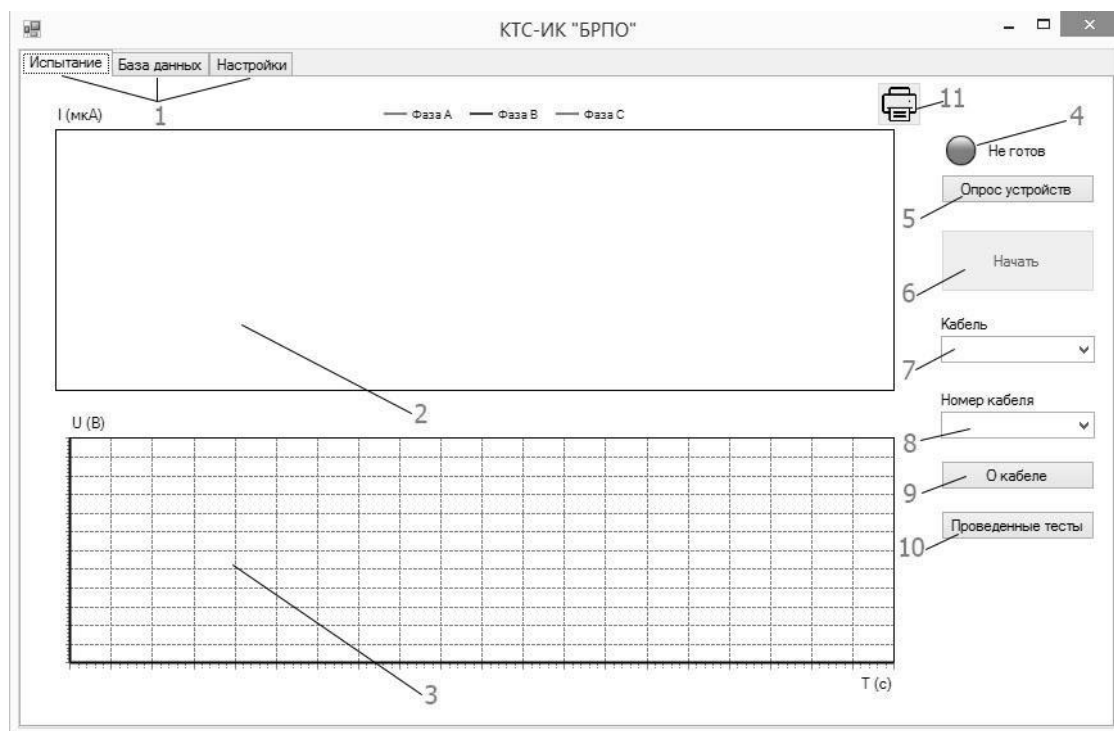


Рисунок Г.2 – Главная форма программы. Окно «Испытание»

Описание ссылок на рисунке Г.2:

1. Вкладки программы. Переключение между окнами «Испытание», «База данных» и «Настройки».
2. График зависимости тока утечки от времени, который будет обновляться по ходу испытания.
3. График зависимости напряжения от времени, который будет обновляться по ходу испытания.
4. Статус устройств. Для начала испытания, необходимо чтобы все устройства были готовы к работе, после этого надпись «Не готов» сменится на «Готов».
5. Кнопка для опроса готовности устройств. Именно она отвечает за смену состояния «Не готов» на «Готов» и в случае готовности разблокирует кнопку «Начать».
6. Кнопка, которая запускает алгоритм испытания. Кнопка не активна, пока не были опрошены устройства и состояние программы «Не готов». Так же для начала испытания необходимо выбрать марку и номер кабеля.

7. Выпадающий список, в котором необходимо выбрать марку испытуемого кабеля. Если нужного кабеля в списке нет, то его можно добавить в базу данных (пункт 3 описания окна «База данных»).

8. Выбор номера кабеля. Список загружается после выбора марки кабеля.

9. Кнопка, которая предоставляет общую информацию о кабеле (рисунок Г.3).

10. Кнопка загружает форму прошлых испытаний и позволяет работать над ними (пункт 5 описания окна «База данных»).

11. Кнопка печати протокола испытания. Становится активной после завершения испытания или после загрузки прошлых испытаний.

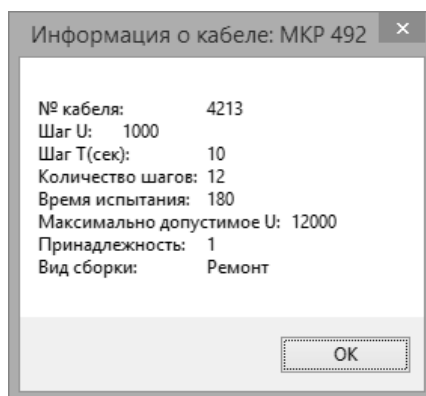


Рисунок Г.3 – Информация о выбранном кабеле

Главная форма программы. Окно «База данных»

На рисунке Г.4 представлено окно «База данных» главной формы. Окно для работы с базами данных программы, необходимых непосредственно для заполнения информации об испытании, которая так же будет отражена в протоколе испытания кабельной линии. Некоторые базы данных загружаются в то же самое окно. Особенностью редактирования является то, что после добавления\изменения\удаления записей в загруженной базе данных необходимо нажать на кнопку «Сохранить изменения» для обновления базы данных. Некоторые формы загружаются отдельными окнами и работа происходит напрямую в них.

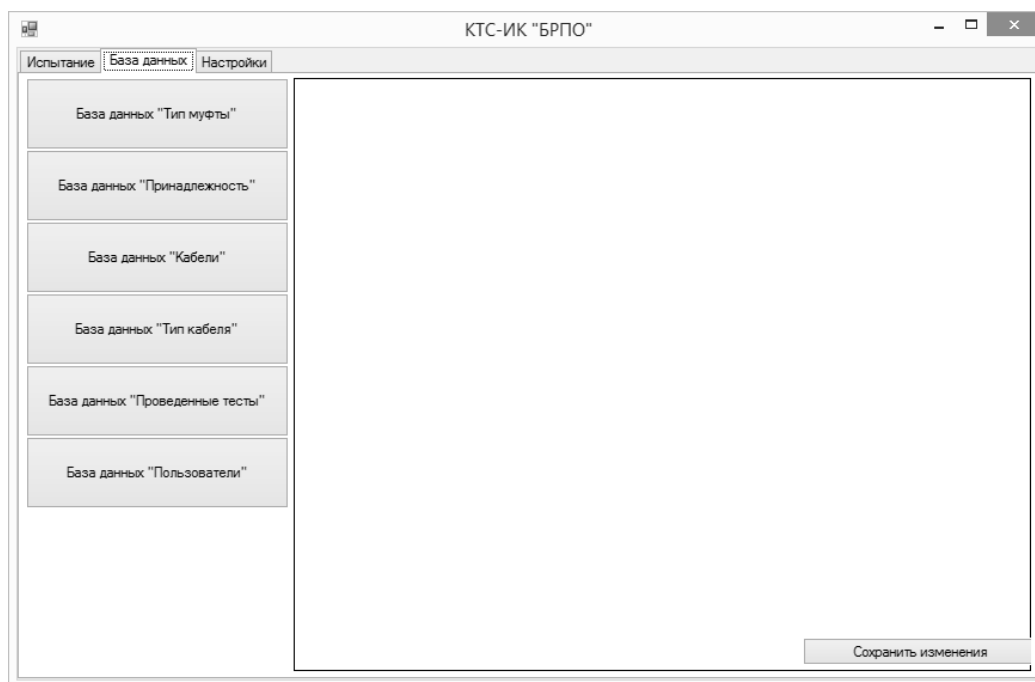


Рисунок Г.4 – Окно «База данных»

Описание окна:

1. Кнопка «База данных «Тип муфты»» загружает информацию о добавленных тип муфт удлинителя в базу данных. «Тип муфты» необходим для заполнения данных о новой кабельной линии. Если при заполнении информации о кабельной линии нет необходимой муфты, то следует добавить её (рисунок Г.5).

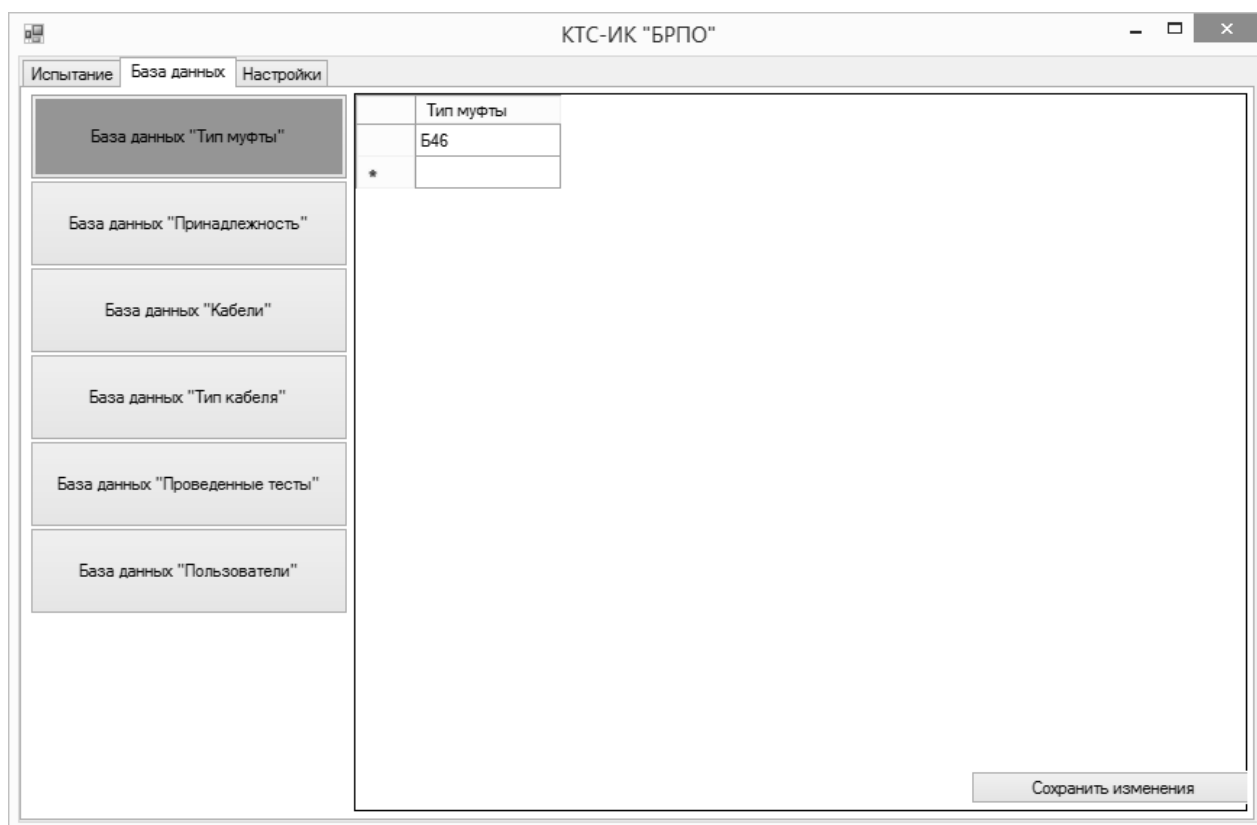


Рисунок Г.5 – База данных «Тип муфты»

2. Кнопка «База данных «Принадлежность»» загружает информацию о компаниях, которые могут владеть той или иной кабельной линией. Данная информация нужна для заполнения данных о новой кабельной линии. Если при заполнении информации о новой кабельной линии нет необходимой компании, то необходимо предварительно её добавить (рисунок Г.6).

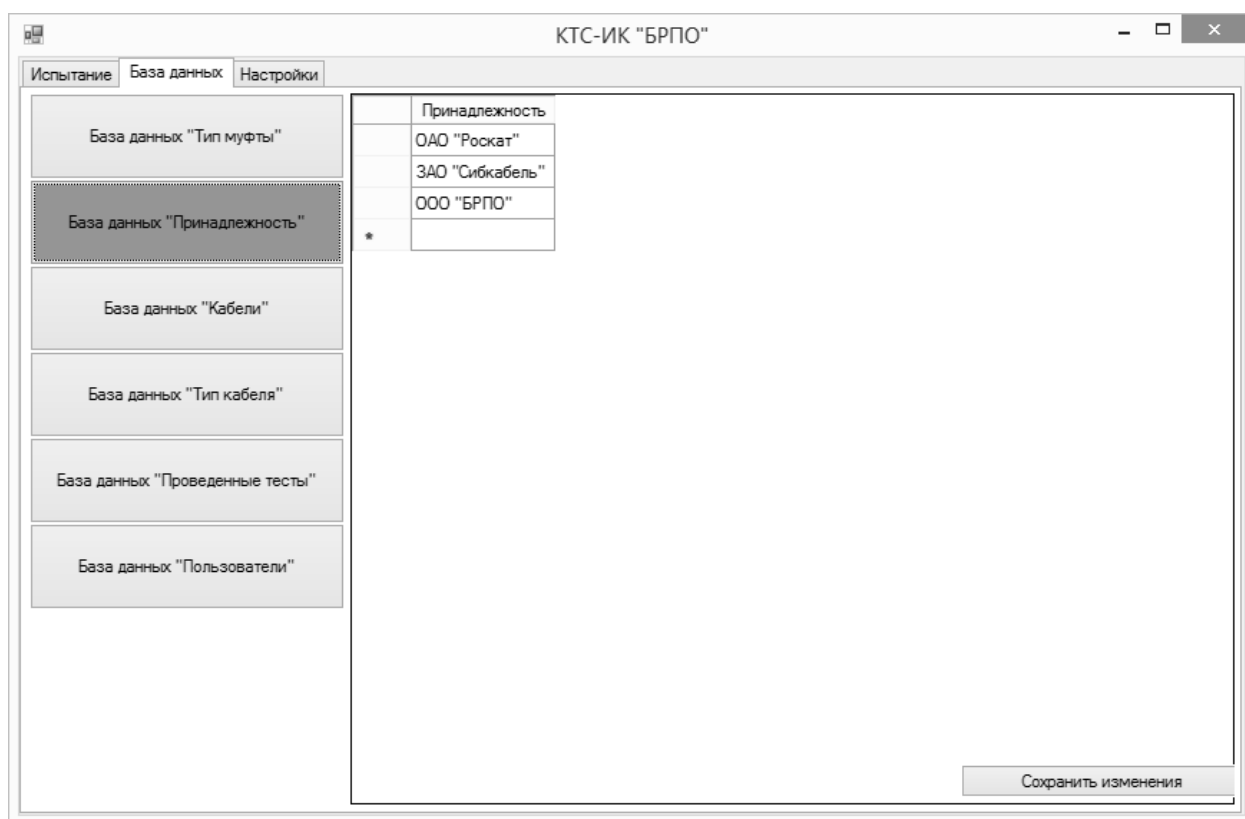


Рисунок Г.6 – База данных «Принадлежность»

3. Кнопка «База данных «Кабели»» открывает новое окно, с помощью которого можно добавить новую кабельную линию или изменить\удалить уже имеющуюся кабельную линию в базе данных (рисунок Г.7). Всю измененную информацию на форме необходимо сохранить кнопкой «Сохранить изменения», чтобы база данных была обновлена. Для добавления новой марки кабельной линии необходимо внести наименование в поле «Марка кабеля» и после этого нажать кнопку «Добавить».

База данных «Кабели»

Марка кабеля	Номер кабеля	Шаг Т(сек)	Кол-во шагов	Время испытания (сек)	U(макс)
КПнОБП-130-3х16	40039723	10	12	180	12000
КПнПнБП-120-3...	15101501824	10	12	180	12000
КПнОБП-130-3х16	156734	10	12	180	12000
КПнОБП-130-3х16	4С0039884	10	12	180	12000
КПнПнБП-130-3...	144741	10	12	180	12000

№ Кабеля	40039723
Шаг U(В)	1000
Шаг Т(сек)	10
Кол-во шагов	12
Время испытания (сек)	180
Макс. допустимое U(В)	12000
Принадлежность	ОАО "Роскат" ▼
Вид сборки	

Состав кабельной линии		Длина	Новый\Ремонт	Завод изготовитель
Тип муфты удлинителя	Б46 ▼			
№ удлинителя	653562			
Тип кабеля удлинителя	КЭСБП-230-3х16 ▼	50	Новый ▼	ЗАО "Сибкабель"
Вставка №1	▼		▼	
Вставка №2	▼		▼	
Основная длина	КПнОБП-130-3х16 ▼	2955	Ремонт ▼	ОАО "Роскат"
Отрезок 1	КПнОБП-130-3х16 ▼	510	Ремонт ▼	ОАО "Роскат"
Отрезок 2	КПнОБП-130-3х16 ▼	2445	Ремонт ▼	ОАО "Роскат"
Отрезок 3	▼		▼	
Отрезок 4	▼		▼	

Сохранить изменения Удалить запись Добавить Марка кабеля: КПнОБП-130-3х16

Рисунок Г.7 – База данных «Кабели»

4. Кнопка «База данных «Тип кабеля»» загружает информацию о добавленных в базу данных типах кабеля, которые необходимы при формировании кабельной линии. Если при заполнении информации о кабельной линии нет нужного типа кабеля, то необходимо добавить его в базу данных (рисунок Г.8).

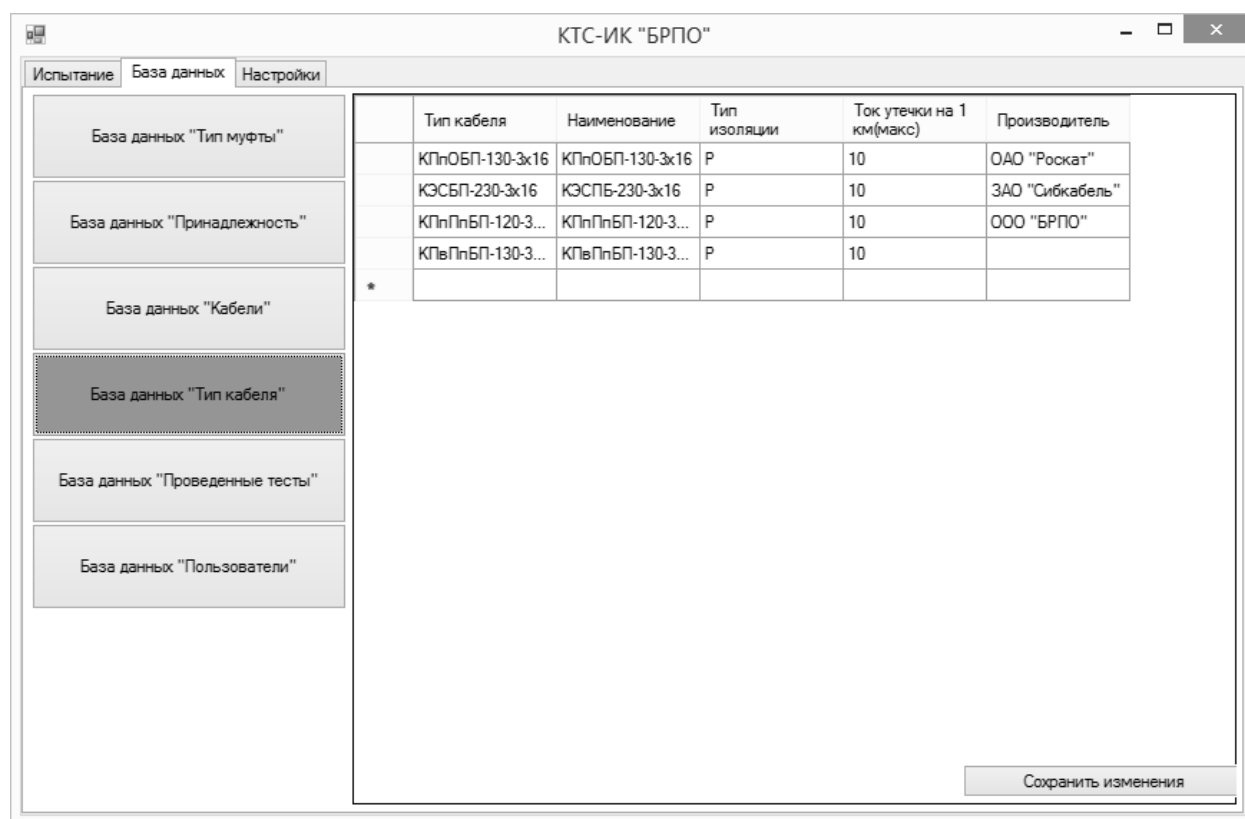


Рисунок Г.8 – База данных «Тип кабеля»

5. Кнопка «База данных «Проведенные тесты»» открывает новое окно, на котором представлен список прошедших испытаний (рисунок Г.9). После выбора испытания из списка доступны следующие операции над ним:

- Печать протокола выбранного испытания. Осуществляется нажатием кнопки «Печать».
- Кнопка «Просмотреть» загружает выбранное испытание на форму в окно «Испытание», оттуда также можно распечатать протокол испытания.
- Кнопка «Редактировать» позволяет изменить основные данные об испытании (пользователя, который провел испытание; марку и номер кабеля; заключение).

- Удалить все следы выбранного испытания из базы данных при помощи кнопки «Удалить».

БД: Проведенные тесты				
Дата проведения	Марка кабеля	Марка кабельной линии	Шаг U(в)	Шаг T(сек)
22.03.2017 16:03	КПнОБП-130-3х16	156734	1000	10
22.03.2017 16:48	КПнОБП-130-3х16	4C0039884	1000	10
24.03.2017 11:36	КПнПнБП-120-3...	15101501824	1000	10
< >				
Просмотреть				
Удалить				

Рисунок Г.9 – База данных «Проведенные тесты»

6. Кнопка «База данных «Пользователи»» загружает информацию о добавленных пользователях в базу данных, которые при помощи своих идентификационных данных (логин\пароль) могут войти в систему через окно авторизации. Данную кнопку видит только пользователь, наделенный правами администратора. Администраторы вправе давать права администратора другим пользователям, добавлять\удалять пользователей из базы данных (рисунок Г.10).

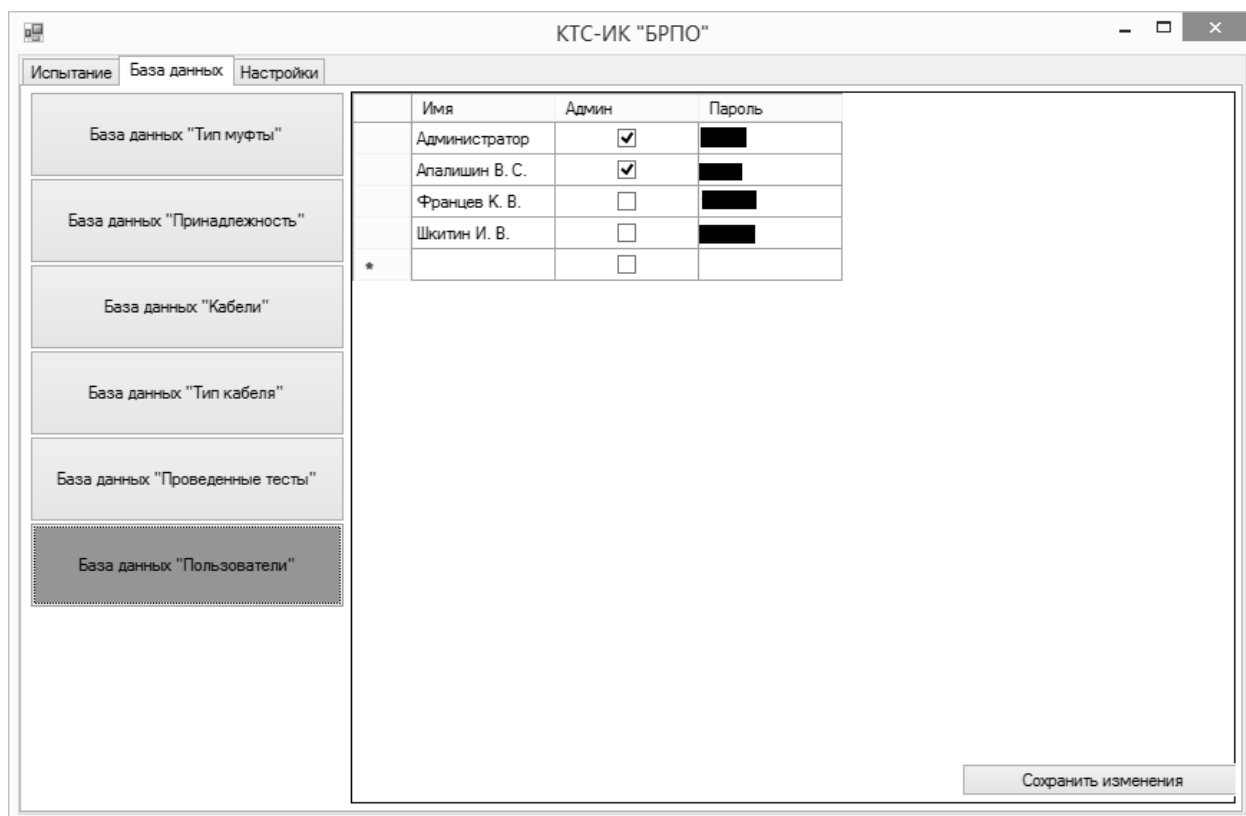


Рисунок Г.10 – База данных «Пользователи»

Испытание

После опроса устройств об их готовности, выборе и заполнение информации о кабельной линии испытания, пользователь может начать испытание. Испытание проходит по каждой фазе в автоматическом режиме, и результаты измерений отображаются на графике в режиме реального времени (рисунок Г.11).

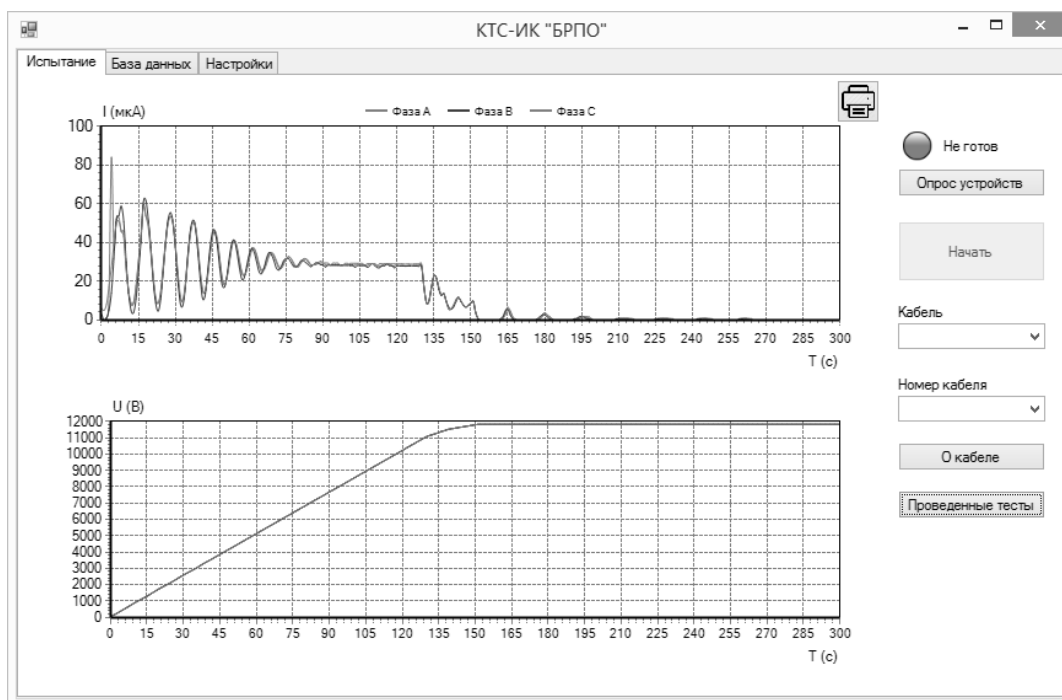


Рисунок Г.11 – Испытание кабеля

После завершения испытания вся информация об испытании будет сохранена в базу данных и пользователю будет предложено распечатать протокол испытания (рисунок Г.12).

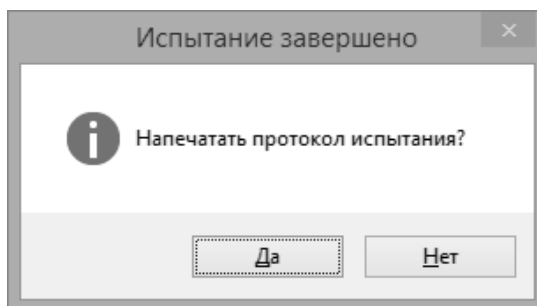


Рисунок Г.12 – Предложение пользователю напечатать протокол испытания

Если пользователь согласится, то протокол будет напечатан и работа с текущим испытанием завершится. Если пользователь по ошибке откажется от печати протокола, он может воспользоваться кнопкой печати в окне «Испытание» (пункт 11 описания окна «Испытание»). В протоколе отражается график тока и напряжения от времени по каждой фазе (одна фаза соответствует одной жиле кабеля). На протоколе указана информация о кабеле, значения токов утечки по каждой фазе и сопротивление по каждой фазе.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ) ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ УСТАНОВКИ

Протокол испытания установки представлен на рисунке Д.1.

ПРОТОКОЛ № У13/03/2017/ от 13.03.2017.

Испытание электроустановки

Предприятие ООО «БРПО». Адрес юридический: 630015, г. Новосибирск, ул. Королева 40, корпус 1. Адрес фактический: г. Томск, пос. Предтеченск, ул. Мелиоративная 13 а
Свидетельство о регистрации лаборатории: № 33-76-2015 от 23 октября 2015 года
Свидетельство выдано на основании акта комиссии от 23 октября 2015 года Сибирского управления Ростехнадзора. Срок действия свидетельства установлен до 23 октября 2018 года.

Собственник: ООО «БРПО».

Объект: установка для испытания кабеля КТС-ИК цеха №2

по адресу: г. Томск, пос. Предтеченск, ул. Мелиоративная 13 а

Температура окружающей среды: +23 С, вл. -75%, атм. давление -750 мм. рт. столба

Дата испытания: 13.03.2017.

Цель испытаний: **Приемо –сдаточные испытания.**

Испытание изоляции: Измерение сопротивления изоляции цепи питания 220 В и выходной цепи.

Измерение сопротивления заземления

Тип: установка для испытания кабеля КТС-ИК цеха №2, изгот. ООО «БРПО», дата изг.-03.2017, U вх. = 220 В

1. Сопротивление изоляции между корпусом и выход высоковольтного источника питания – 5 гОм.

2. Сопротивление изоляции между корпусом и цепями сетевого питания установки – 50 мОм.

1.4.6. Сопротивление между зажимом защитного заземления и открытых токопроводящих частей блоков установки, которые могут оказаться под напряжением - 0,01 Ом.

Наименование прибора	Завод изготовитель	Год выпуска	Заводской №	Класс точности или допуск погрешность	Диапазон измерений	Клеймо Госповерителя (название и год)
Мегаомметр 3490	ЗАО «ТЕКНОУ»	2014	130917897	0,7% от шкалы	0,05-1000 МОм	№05678/209 действ. до 18.04.2018.
Клещи АРРАЗ		2016.	S/N675500 21		0- 10Т Ом	№3966 действ. до 20.06.2017.

НД: (ПТЭЭП) приложение 3 и приложение 3.1, а также ПУЭ, издание 7, п.п 1.7., 1.8.15.

Вывод о соответствии НД: Соответствует НД.

Инженер электронщик

Дудин Г. В.

Инженер электронщик

Францев К. В.

Руководитель ИЭЛ

Тропин А. А.



Рисунок Д.1 – Протокол испытания установки

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
АКТ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

Акт ввода в эксплуатацию представлено на рисунке Е.1.

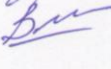
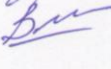
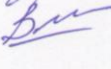
	Утверждаю: Технический директор Водопьянов С. В. 02.05.2017.																	
																		
Акт ввода в эксплуатацию электроустановки от 02.05.2017. Установка для испытания погружного кабеля «КТС-ИК» №1 1. Технические данные <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%;">1.1. Питающее напряжение</td><td style="width: 50%;">220 В, 50 Гц</td></tr><tr><td>1.2. Напряжение источника питания</td><td>20 кВ</td></tr><tr><td>1.3. Потребляемый ток</td><td>5 А</td></tr><tr><td>1.4. Масса, кг</td><td>40</td></tr></table> Представителями Потребителя была проведена приемка в эксплуатацию электроустановки в соответствии с требованиями ПУЭ, ПОТЭЭ, ПТЭЭП. 2. Перед приемкой электроустановки в эксплуатацию проведены следующие работы: 2.1. В период пусконаладочных работ- промежуточная приемка узлов оборудования электроустановки. 2.2. Приемосдаточные испытания оборудования и пусконаладочные испытания отдельных систем электроустановки. 2.3. Комплексное опробование оборудования: проверена работоспособность электроустановки в течение 72 часов непрерывной работы и технологическая безопасность её эксплуатации. Вывод: Установка для испытания погружного кабеля «КТС-ИК» №1 успешно прошла приемосдаточные испытания и введена в эксплуатацию. <table border="0" style="width: 100%;"><tr><td style="width: 50%;">Главный энергетик</td><td style="width: 10%; text-align: center;"></td><td style="width: 40%;">Тропин А. А.</td></tr><tr><td>Главный технолог</td><td style="text-align: center;"></td><td>Власов Е. А.</td></tr><tr><td>Начальник цеха сборки и комплектации</td><td style="text-align: center;"></td><td>Котовский А. Н.</td></tr></table>		1.1. Питающее напряжение	220 В, 50 Гц	1.2. Напряжение источника питания	20 кВ	1.3. Потребляемый ток	5 А	1.4. Масса, кг	40	Главный энергетик		Тропин А. А.	Главный технолог		Власов Е. А.	Начальник цеха сборки и комплектации		Котовский А. Н.
1.1. Питающее напряжение	220 В, 50 Гц																	
1.2. Напряжение источника питания	20 кВ																	
1.3. Потребляемый ток	5 А																	
1.4. Масса, кг	40																	
Главный энергетик		Тропин А. А.																
Главный технолог		Власов Е. А.																
Начальник цеха сборки и комплектации		Котовский А. Н.																

Рисунок Е.1 – Акт ввода в эксплуатацию

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ) ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Протокол испытания кабельной линии за 24.05.2017 год приведен на рисунке Ж.1.

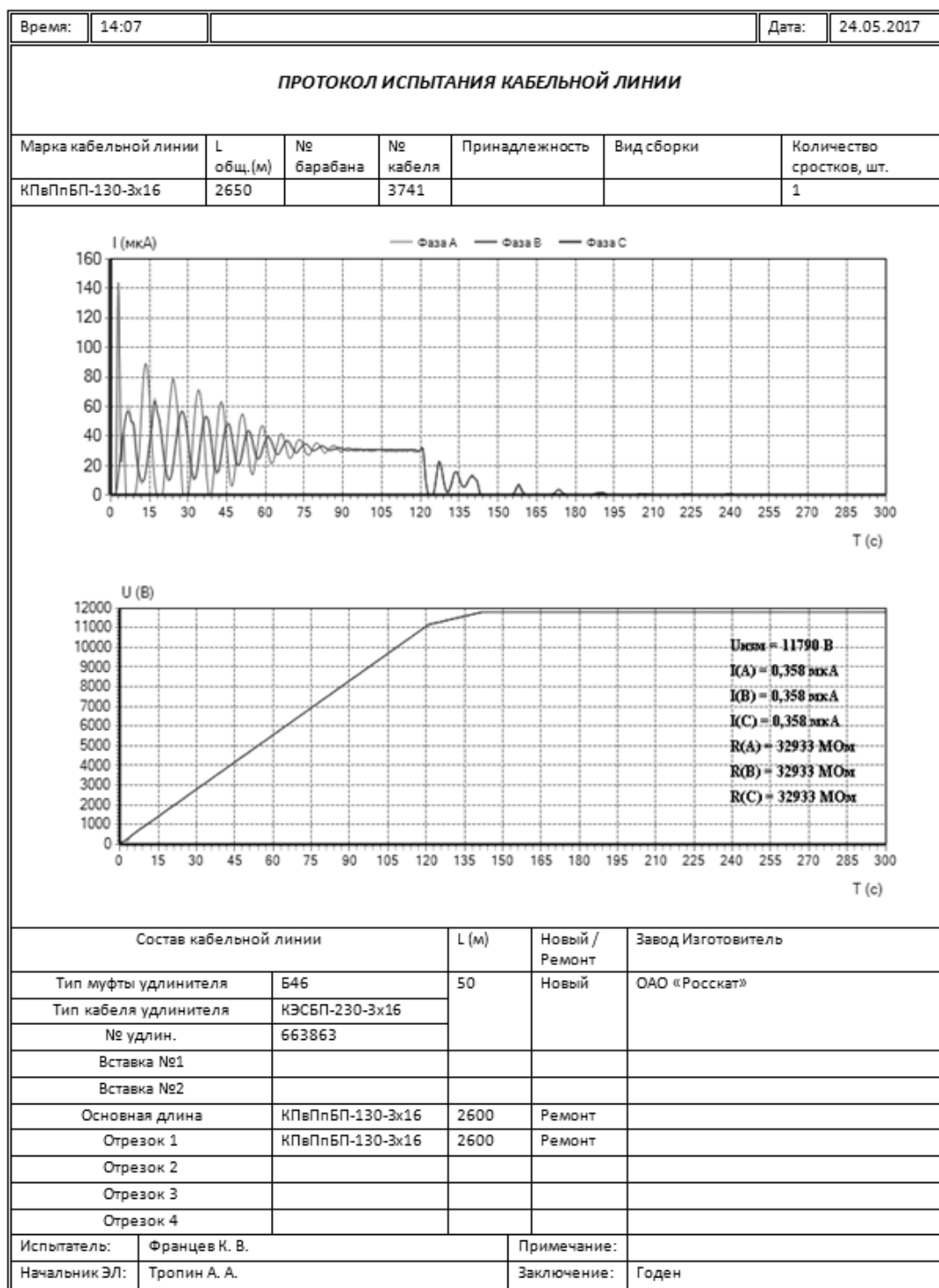


Рисунок Ж.1 – Протокол испытание кабеля с номером 3741

**ПРИЛОЖЕНИЕ И
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)
ДИПЛОМ ВТОРОЙ СТЕПЕНИ НА КОНФЕРЕНЦИИ**

Диплом второй степени на конференции «Наука. Технологии. Инновации»
представлен на рисунке И.1.

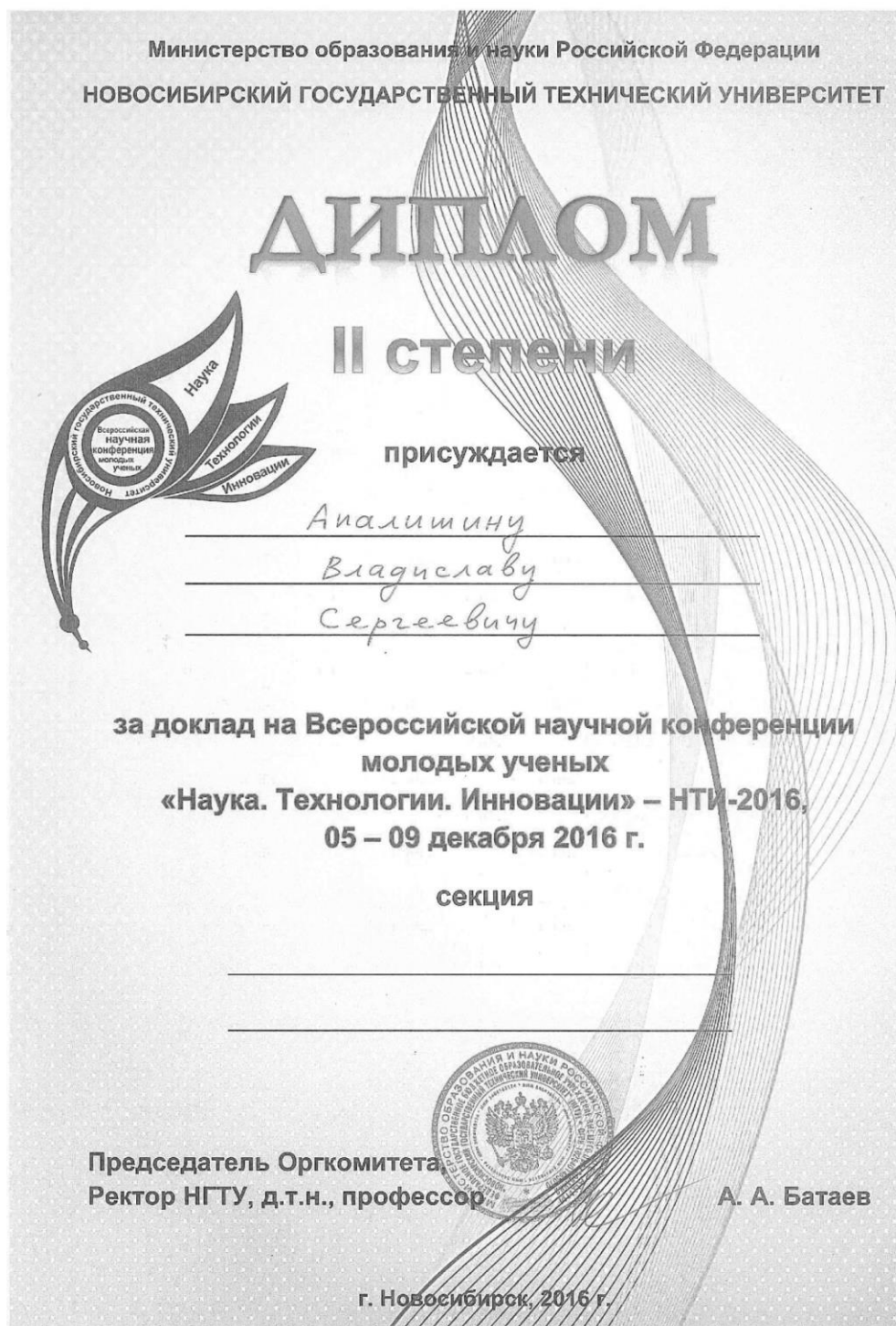


Рисунок И.1 – Диплом второй степени