

Школа- Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки - 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ ЖИДКОСТИ

УДК 621.6.052-529

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6Б	Муминов Нодирбек Кобилжон угли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Пушкарев М.И.	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова А.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко В. В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е. И	к.т.н., доцент		

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомлённость о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки - - 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6Б	Муминову Нодирбеку Кобилжон угли

Тема работы:

Разработка и исследование системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 62-55/с от 02.03.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования и разработки является система управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости.</p> <p>Цель работы: является разработка системы управления лабораторной установкой предназначенной для перекачивания жидкости. Разработанная система, способная изменять скорость перекачивания жидкости в зависимости от текущего уровня в приемном резервуаре. построена на комбинационной и последовательной логике.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Анализ предметной области; принцип перекачивания жидкостей; управления двигателем постоянного тока; электрические средства измерения уровня; проектирование и изготовление микросхемы; изготовление печатной платы; сборка лабораторного стенда; тестирование системы.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Электрическая принципиальная схема; элементная спецификация; разведенная плата; презентация в формате *.pptx.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Матвиенко В. В.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубченко Т. Г.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Заключение (Conclusion)</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>24.02.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОАР ИШИТР</p>	<p>Пушкарев М.И.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		
<p>Старший преподаватель ОАР ИШИТР</p>	<p>Сидорова А.А.</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Т6Б</p>	<p>Муминов Нодирбек Кобилжон угли</p>		

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки - 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Уровень образования: бакалавриат

Отделение (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения: осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	75
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Пушкарев М.И.	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова А.А.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е. И	к.т.н., доцент		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6Б	Муминову Нодирбеку Кобилжон угли

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 33664 руб. Оклад консультанта - 12664 руб. Материальные затраты – 880 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 10%; Районный коэффициент 30% Норма амортизации 33,3 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 3,95 Интегральный показатель эффективности – 4,453 Сравнительная эффективность проекта – 1,086

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.02.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	Доцент, к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6Б	Муминов Нодирбек Кобилжон угли		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6Б	Муминову Нодирбеку Кобилжон угли

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Разработка и исследование системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования и разработки является система управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости. Работа проводится на лабораторном аудитории, содержащем помимо ПК следующее оборудование: мембранный насос, блок управления, блок питания, кондуктометрический уровнемер, резервуары, трубка, соединительные провода и другие вспомогательные компоненты. Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) – ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» – ГОСТ 12.2.049-80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – отклонение показателей микроклимата; – повышенный уровень шума; – недостаточная освещённость; – электромагнитные поля; – электрический ток;

3. Экологическая безопасность:	– воздействие на атмосферу – косвенное, через потребление электроэнергии; – воздействие на гидросферу – косвенное, через потребление электроэнергии; – воздействие на литосферу – прямое, через образование отходов и косвенное, через потребление электроэнергии.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– короткое замыкание; – пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко В. В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6Б	Муминов Нодирбек Кобилжон угли		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 84 с., 20 рис., 25 табл., 30 источников, 3 прил.

Ключевые слова: транспортировка, жидкость, diptrace, уровень, микросхема.

Целью данной работы является разработка системы управления лабораторной установкой предназначенной для перекачивания жидкости. Разработанная система, способная изменять скорость перекачивания жидкости в зависимости от текущего уровня в приемном резервуаре, построена на комбинационной и последовательной логике

В ходе работы в программном пакете DipTrace проводятся: проектирование принципиальной электрической схемы, трассировка печатных плат. В работе произведены печатные платы методом лазерно-утюжной технологии, разработка конструкции лабораторной установки для перекачивания жидкости.

В результате работы была проведена подготовка к натурным испытаниям системы.

Предлагаемый подход к созданию систем управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости, позволяет транспортировать только токопроводящую жидкость.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	14
1.1 Основные принципы подбора насосов.....	14
1.2 Управления двигателем постоянного тока	16
1.3 Электрические средства измерения уровня	18
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ	20
2.1 Описание принципов функционирования узлов схем, процедура синтеза логики и описание процедуры наладки устройства	20
2.2 Проверка работоспособности схемы	28
2.3 Трассировка печатных плат	29
2.4 Изготовление печатной платы.....	30
3 СБОРКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА.....	33
3.1 Управляющее устройство	33
3.2 Блок питания.....	34
3.3 Насос мембранный R385.....	35
3.4 Кондуктометрические датчики уровня.	36
3.5 Описание работы стенда	38
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ	39
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	40
4.2 Анализ конкурентных технических решений.....	40
4.3 SWOT-анализ.....	42
4.4 Планирование научно-исследовательской работы.....	44
4.4.1 Структура работ	44
4.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования .	45
4.5 Бюджет научно-технического исследования	49
4.5.1 Расчёт материальных затрат для реализации проекта.....	49
4.5.2 Расчёт амортизационных отчислений.....	50
4.5.3 Расчёт заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды	51
4.5.4 Расчёт общей себестоимости	52
4.6 Смета затрат на оборудование и монтажные работы.....	53

4.7	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	54
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	59
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
5.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства	60
5.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	60
5.2	Профессиональная социальная безопасность	63
5.2.1	Анализ вредных и опасных факторов при проведении исследования .	63
5.2.2	Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	64
5.3	Экологическая безопасность	69
5.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	69
5.3.2	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	70
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
5.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	70
5.4.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	71
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
	CONCLUSION	74
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	75
	ПРИЛОЖЕНИЯ А	79
	ПРИЛОЖЕНИЯ Б	81
	ПРИЛОЖЕНИЯ В	83

ВВЕДЕНИЕ

Развитие электроэнергетики и электротехники имеет тесную связь с электроникой. Сложность процессов в энергосистемах, высокая скорость их протекания потребовали масштабного внедрения для расчета режимов и управления процессами электронных вычислительных машин (ЭВМ), которые связаны с системой сложными электронными устройствами, а так же снабжены развитыми устройствами для отображения информации.

Основные процессы производства автоматизируются на основе современных устройств информационной электроники. В последние годы масштабно применяются интегральные микросхемы и микропроцессоры. Настолько же тесно связана с энергетикой и электромеханикой энергетическая электроника. Одним из основных нагрузочных элементов сетей являются полупроводниковые преобразователи электрической энергии, их работа во многом определяет режимы работы сетей.

Вентильные преобразователи используются для питания электроприводов и электротехнологических установок, для возбуждения синхронных электрических машин, а так же в схемах частотного пуска гидрогенераторов. Основываясь на полупроводниковых вентильных преобразователях, созданы линии электропередач постоянного тока большой мощности и вставки постоянного тока.

Перекачивание жидкости применяют в лабораторных установках для синтеза веществ, при дозировании ядовитых и легко воспламеняющихся жидкостей, так же при работе с особо чистыми веществами, и конечно для транспортировки легко окисляющихся на воздухе жидкостей, и в ряде других случаев.

Целью данной работы является разработка системы управления лабораторной установкой предназначенной для перекачивания жидкости. Разработанная система, способная изменять скорость перекачивания жидкости в зависимости от текущего уровня в приемном резервуаре, построена на комбинационной и последовательной логике.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить принцип перекачивания жидкостей, управления двигателем постоянного тока и методы измерения уровня;

2. Выбрать необходимые для функционирования системы логические элементы и микросхемы, изучить их возможности и получить знания в области их моделирования схемы с помощью среды DipTrace;

3. Изготовить печатную плату и выполнить сборки устройства;

4. Провести тестирование системы.

Разработка системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости начинается с анализа предметной области.

1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

1.1 Основные принципы подбора насосов

Подбор насоса это один из самых важных стадий, от которого будет зависеть как электротехнологические параметры, так и эксплуатационные качества конструируемой установки. При выборе типа насоса можно выделить три общности критериев:

- технологические и конструктивные условия;
- характер перекачиваемой среды;
- основоположные расчетные параметры.

Существует гораздо больше типов насосов, и каждый из них имеет определенные преимущества и недостатки. Наиболее часто встречающимся насосы в лабораторной автоматизации, и информации: перистальтический насос, мембранный насос, электрические мембранные насосы, шприц-насосы, лопастные насосы с магнитным приводом, шестеренчатый насос, лопастные насосы.

Перистальтический насос

Перистальтические насосы являются лучшим выбором для систем высокой чистоты. Насос работает на внешней стороне гибкой части трубопровода. Это означает, что существует прямой путь потока для жидкости, она никогда не выходит из трубки, а часть контакта с жидкостью может быть легко очищена, стерилизована или заменена.

Электрические мембранные насосы

Электрические мембранные насосы могут быть с приводом от двигателя или соленоида. Многие лабораторные стили доступны с контроллерами или без них. Доступны одинарные и двойные типы диафрагм. Одиночные диафрагмы имеют более заметную пульсацию, но могут поставить точный дозировать вниз в микролитры в зависимости от насоса.

Шприц-насосы

Они обычно используют стандартный медицинский стеклянный корпус шприца, который можно снять/заменить с приводного механизма. Большинство шприц-насосов представляют собой винтовые ступени, которые могут толкать или тянуть стандартный плунжер в шприце. Стеклянные шприцы обычно дают более высокую точность, чем пластиковый корпус шприца, и обычно используются

Лопастные насосы с магнитным приводом

Лопастные насосы вообще являются рабочими лошадками насосного мира. Основное внимание здесь уделяется разнообразию магнитных приводов (часто называемых магнитными приводами), поскольку они имеют очень важное преимущество: путь текучей среды может быть полностью герметизирован от двигателя, поэтому нет пути утечки из головки насоса в двигатель, поскольку уплотнения изнашиваются. С опасными жидкостями это может быть решающим преимуществом.

Шестеренчатый насос

Существует несколько конструкций шестеренчатых насосов. Они главным образом использованы для поставлять очень высокие давления или нагнетать высоки вязкие жидкости. Как правило, шестеренчатые насосы работают с использованием двух взаимосвязанных шестерен для вытягивания жидкости в расширяющуюся полость между шестернями, когда зубья отделяются. Когда жидкость достигает точки, где зубья шестерни сходятся вместе, сопрягающее действие зубьев шестерни сжимает жидкость и выталкивает ее через отверстие в корпусе.

Лопастные насосы

Лопастные насосы во многом похожи на шестеренчатые насосы, но лепестки на самом деле не контактируют друг с другом, как шестерни в шестеренчатом насосе. Зацепление между лепестками происходит снаружи головки насоса, и два отдельных вала проходят в головку насоса, по одному для каждого лепестка. Поскольку валы являются консольными, жесткий вал и

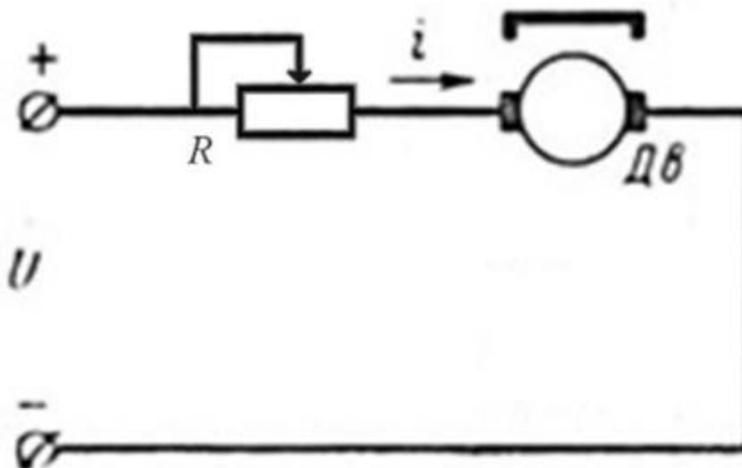
хороший набор подшипников имеют решающее значение для поддержания крошечного зазора между лепестками. Чем меньше зазор между лопастями, тем меньше обратный поток возникает между лопастями и тем эффективнее насос. Лопастные насосы могут быть изготовлены в очень чистых конфигурациях.

1.2 Управления двигателем постоянного тока

Главные преимущества микроэлектродвигателя постоянного тока, обусловившие широкое их применение, заключаются в большом масштабе регулирования скорости вращения, линейности их механических и регулировочных характеристик, а так же их высоком быстродействии.

Регулирование скорости вращения электродвигателей постоянного тока осуществляется с помощью изменения напряжения питания, проводимого к якорной цепи электродвигателей [2]. Наиболее распространенным методом регулирования оказывается координирование за счет изменения сопротивления в цепи электродвигателя [3]. На рисунке 1 представлена схема управления электродвигателем путем изменения сопротивления цепи.

Настоящий метод заключается в том, что в цепь якоря последовательно включают переменное сопротивление, его изменение доводит к изменению напряжения, что ведет за собой к изменению скорости вращения двигателя постоянного тока.

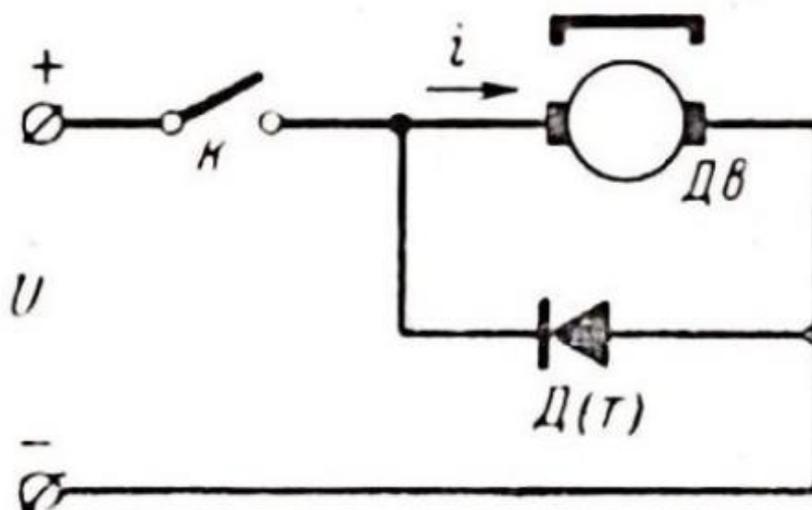


Дв–двигатель постоянного тока с независимым возбуждением, R–переменное сопротивление

Рисунок 1 - Схема управления электродвигателем путем изменения сопротивления цепи.

Первоначально, достоинством значиться простота конструкции, к недостаткам можно отнести механический износ подвижных частей, выделение, а так же потерю энергии на поверхности реостата.

Данные достаточно большие недостатки перекрывают положительные стороны данного метода, и вследствие чего существует необходимость в более современном подходе управления, возможность избавить систему от потерь и повысить надежность путем замещения сопротивления на полупроводниковый, управляющий ключ [4]. Схема управления электродвигателя при помощи транзистора приведена на рисунке 2.



К – транзисторный ключ, Дв–двигатель постоянного тока с независимым возбуждением, Д(т)–диод, предназначенный для того, чтобы в момент размыкания ключа тока, наводящиеся в цепи якоря, не потекли в обратном направлении

Рисунок 2-Схема управления электродвигателя при помощи транзистора.

В стадии, когда электронный ключ открыт, питающее напряжение полностью подается на двигатель, благодаря этому ток якоря увеличивается, двигатель развивает положительный момент и частота вращения возрастает; На

следующей стадии, когда электронный ключ закрыт, ток под действием запаса электромагнитной энергии продолжает протекать в том же направлении, но уже через обратный диод. При этом он уменьшается, вследствие чего момент двигателя уменьшается, угловая скорость вращения падает.

Представленный метод получил название «импульсный метод» и показан в виде высокочастотного управления транзисторным ключом [2]. В основе этих импульсов лежит широтно-импульсная модуляция.

1.3 Электрические средства измерения уровня

Принцип работы электрических уровнемеров основывается на изменении электрических параметров чувствительного элемента, связанных с определением уровня измеряемой жидкости [5].

По виду чувствительного элемента электрические уровнемеры подразделяются на емкостные и кондуктометрические.

Ёмкостные уровнемеры

Принцип действия основывается на зависимости электрической ёмкости чувствительного элемента от уровня жидкости. Конструктивно емкостные чувствительные элементы выполняются в виде коаксиально расположенных цилиндрических электродов или параллельно расположенных плоских электродов.

Что бы обеспечить постоянство характеристик преобразователя и повысить точность измерения уровня целесообразно применять преобразователи со стержнем или тросом, располагаемым в стальной трубе, являющимся вторым электродом преобразователя.

На рисунке 3 представлена схема устройства емкостного уровнемера для неэлектропроводящих (диэлектрических) жидкостей с удельной проводимостью менее (Сименс на метр). Уровнемер выполнен в виде цилиндрического конденсатора из двух коаксиально расположенных стальных труб 2 в 3.

Преобразователь погружен в резервуар 1, в котором измеряется уровень жидкости.

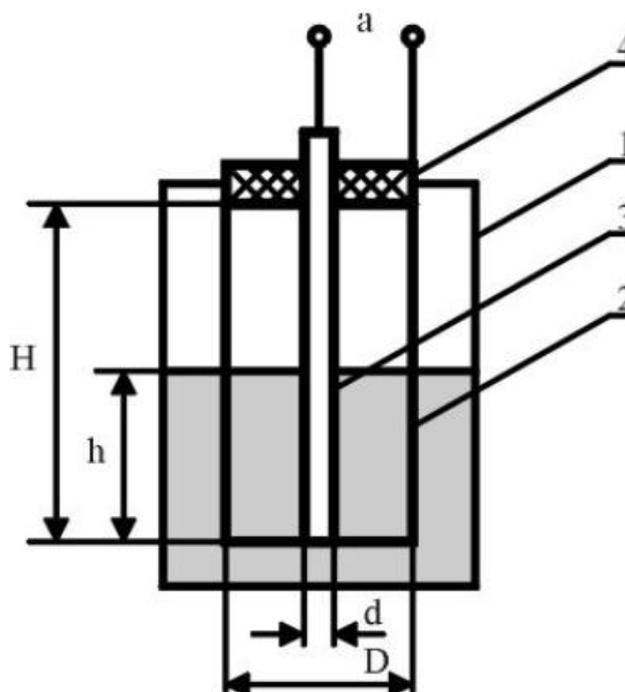


Рисунок 3-Схема емкостного уровнемера

Емкостные уровнемеры выпускаются классов точности 0,5; 1,0; 2,5. Изменение диэлектрической проницаемости среды, заполняющей конденсатор, является основным источником погрешности.

Кондуктометрические уровнемеры

Уровнемеры данного типа предназначены для сигнализации уровня электропроводящих жидких и сыпучих сред с удельной проводимостью. Принцип действия сигнализаторов основывается на замыкании электрической цепи электрод – корпус или электрод – электрод при их касании жидкостью или сыпучей средой.

Изменение сопротивления цепи электрода – корпус при касании жидкостью или сыпучей средой происходит скачкообразно, а при дальнейшем увеличении уровня изменяется незначительно. Следовательно, кондуктометрические уровнемеры выпускаются только в виде сигнализаторов уровня. На рисунке 4 схема устройства кондуктометрического уровнемера.

Электроды кондуктометрических уровнемеров изготавливают из специальных марок стали или угля. Угольные электроды используются только для жидких сред.

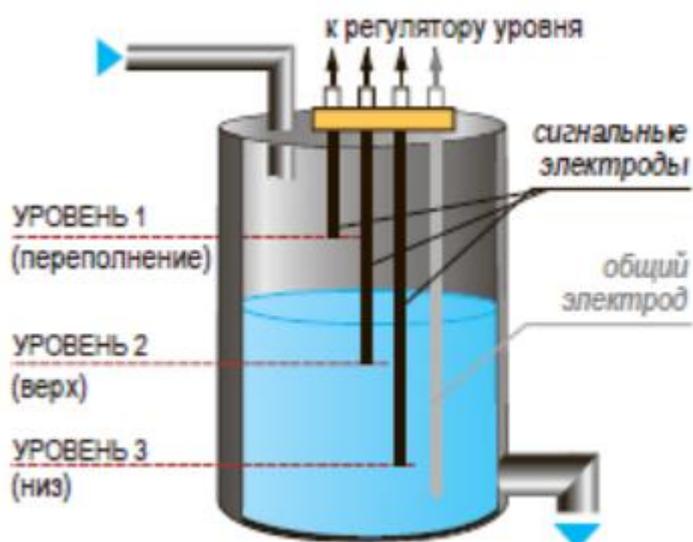


Рисунок 4—Схема кондуктометрического уровнемера

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРОСХЕМЫ

2.1 Описание принципов функционирования узлов схем, процедура синтеза логики и описание процедуры наладки устройства

Управляющие сигналы формируются с электродов, опущенных в воду каждый на определенную глубину, а общий электрод на дне резервуара и подключен к питанию +12 В.

Конструкция резервуара приведена на рисунке 5.

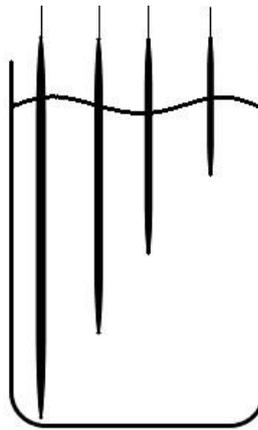


Рисунок 5–Резервуар с электродами

Как только уровень жидкости достигнет электрода, через токопроводящую жидкость (в данном случае через воду) на электрод поступает сигнал, уровень которого соответствует логической единице. Данные сигналы получаются различными по уровню в зависимости от расстояния до общего электрода. Поэтому для того, чтобы выровнять их по напряжению и устранить помехи, возникающие в результате колебаний жидкости в резервуаре, сигнал необходимо пропустить через триггер Шмитта DD1.

Так триггер DD1, исполненный на микросхеме К561ТЛ1 представлена на рисунке 6, имеет входную логику «2И-НЕ».

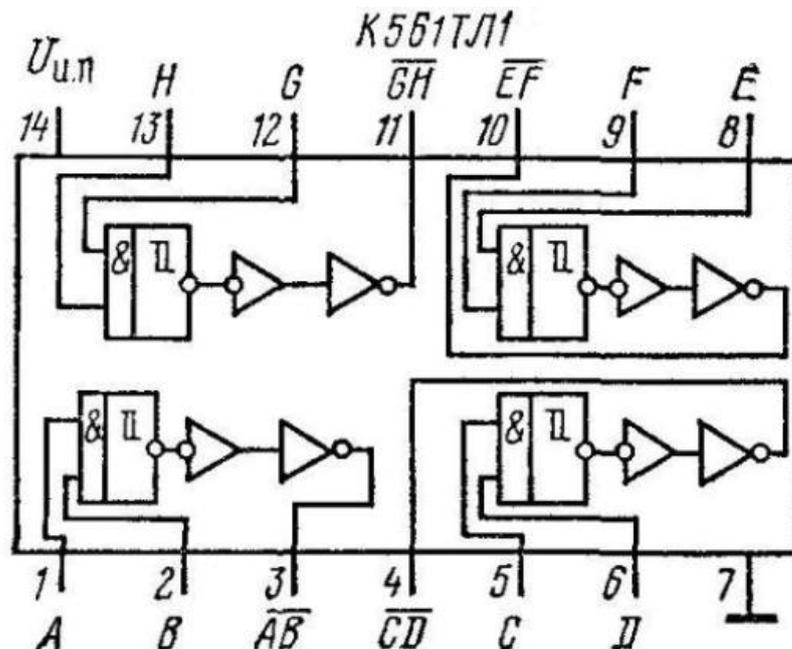


Рисунок 6–Микросхема К561ТЛ1

Микросхемы К561ТЛ11 содержат по четыре двухвходовых базовых элемента И с инверсией выходного сигнала и с порогом Шмитта. Передаточная характеристика каждого элемента имеет два порога: напряжение срабатывания и напряжение отпускания.

Разность этих напряжений — есть напряжение гистерезиса, которое для данной микросхемы пропорционально напряжению питания. При напряжении питания равном 5В гистерезис равен 0,6В, а при 10В гистерезис равен 2В. Передаточная характеристика этого элемента имеет вид петли, ширина которой и есть запас помехоустойчивости логического элемента. Передаточная характеристика представлена на рисунке 7.

Триггеры Шмитта совершенно необходимы для формирования тактовых последовательности, переключающих состояния триггеров, счетчиков, регистров [6].

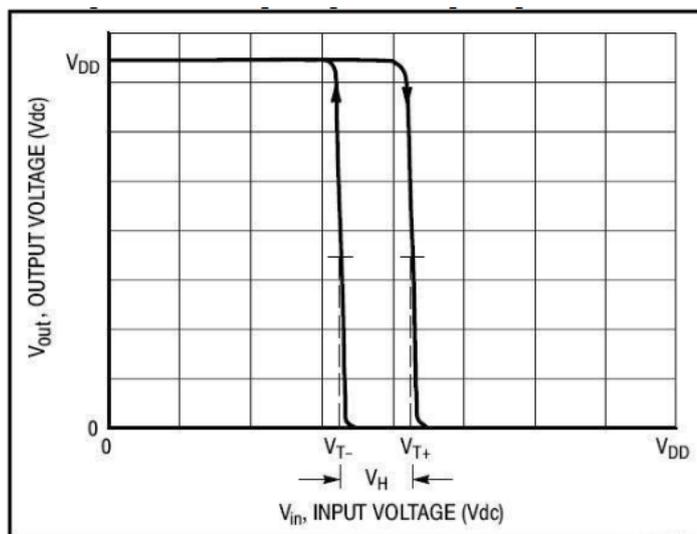


Рисунок 7-Передаточная характеристика микросхем К561ТЛ11

Если фронт импульса медленнее чем 15 мкс, КМОП-схемы переключаются ненадежно. Фронт и срез импульса на выходе триггера Шмитта не зависят от формы входного сигнала. Перепады получаются калиброванными с длительностью около 100 нс при напряжении источника питания равном 9В. Технические данные можно посмотреть в таблице 1

Таблица 1-K561ТЛ1 технические данные

Наименование	Значение
Напряжение питания, В	(3 – 15)
Ток потребления, мА	0,03
Выходной ток низкого уровня, мА	0,42
Напряжение срабатывания, В	2,8
Напряжение отпускания, В	2,2
Время задержки распространения, нс	600
Температура окружающей среды, °С	(минус 45 – 85)

Выходной сигнал получается инвертированным. Следовательно, его необходимо повторно инвертировать. В качестве инвертора используется логический элемент DD2 «И-НЕ» микросхема К561ЛА7 представлена на рисунке 8, соответствующие входы которого объединены между собой.

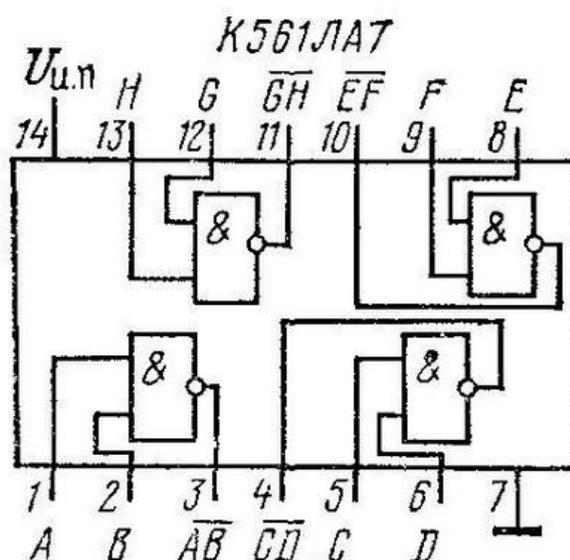


Рисунок 8-Микросхемы К561ЛА7

Микросхема К561ЛА7 выпускается в пластмассовом корпусе с двухрядным расположением 14 штыревых выводов [7]. К561ЛА7 выполняет логическую функцию И-НЕ, изготавливается на основе КМОП-структур. В составе К561ЛА7 четыре 2-входовых логических элемента «И-НЕ». Технические данные можно посмотреть в таблице 2.

Таблица 2-К561ЛА7 технические данные

Наименование	Значение
Ток потребления при низком уровне на выходе и напряжении источника питания 18 В., В	(3 – 15)
Время задержки распространения при включении, мА	0,03
Время задержки распространения при выключении, мА	0,42
Выходной ток высокого уровня, В	2,8
Выходной ток низкого уровня, В	2,2
Температура окружающей среды, °С	(минус 45 – 85)

Инвертированные сигналы поступают на световые индикаторы уровня жидкости D1, D2, D3 и на 3 младших управляющих входа дешифратора DD4 микросхема К561ИД1 «А», «В» и «С». В зависимости от комбинации входных сигналов на определенных выводах дешифратора устанавливается напряжение высокого уровня. Микросхема К561ИД1 представлена на рисунке 9.

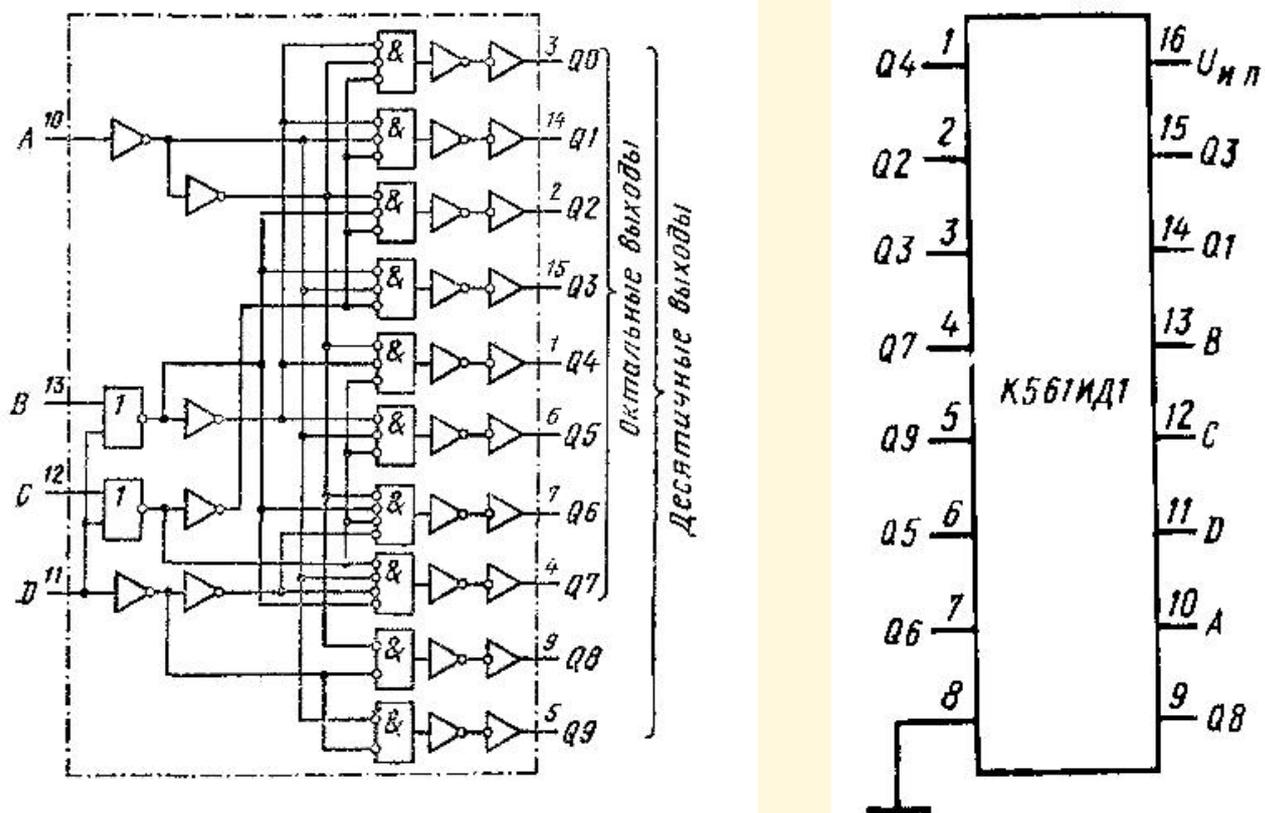


Рисунок 9-Микросхема К561ИД1

Микросхема К561ИД1 (CD4028А)—универсальный дешифратор [8]. Дешифратор К561ИД1 (CD4028А) применяется для преобразования входного четырехразрядного двоично-десятичного кода в десятичный или четырехразрядного двоичного в октальный.

Дешифратор К561ИД1 (CD4028А) имеют десять выходов (при октальном, восьмеричном коде используются восемь выходов), а также четыре входа А—D (для получения остального кода необходимы только три входа А—С). Вход D, если на нём напряжение высокого уровня, используется как запрещающий при остальном преобразовании. Если вход D не используется, то на него следует подать ноль напряжения. Технические данные дешифратора К561ИД1 (CD4028А) перечислены в таблице-3.

Таблица 3-К561ИД1 технические данные

Наименование	Значение
Напряжение питания, В	(3 – 15)
Ток потребления при максимальном напряжении питания, мА	1
Время задержки распространения, нс	290
Выходной ток низкого уровня, мА	0,45
Температура окружающей среды, °С	(минус 45 – 85)

Соответствующие выходы дешифратора DD4 соединяются с управляющими входами ключевых каскадов, исполненных на базе транзисторов Q1, Q2 и Q3 (IRF1010N). Как только на затвор транзистора поступает импульс высокого уровня, каскад открывается и через нагрузку, подключенную в разрыв между плюсом источника питания и стоком транзистора, начинает течь ток.

В данном проекте регулировка скорости вращения двигателя постоянного тока осуществляется за счет изменения величины сопротивления в цепи якоря. Т.е. дешифратор DD4 открывает и закрывает ключевые каскады тем самым изменяя контур протекания тока через электродвигатель.

При подаче на затвор транзистора Q1 поступает импульс высокого уровня, он открывается и насос начинает работать дополнительное сопротивление в цепи якоря отсутствует.

При открытом каскаде на Q2, электрический ток будет проходить не на прямую через двигатель, а через дополнительное сопротивление R15 (60м). Мощность двигателя составляет 1,5 Вт, то для чтобы ограничивающий резистор не сгорал, мощность его должна превышать мощность двигателя.

Схема ключевые каскады приведён на рисунке 10.

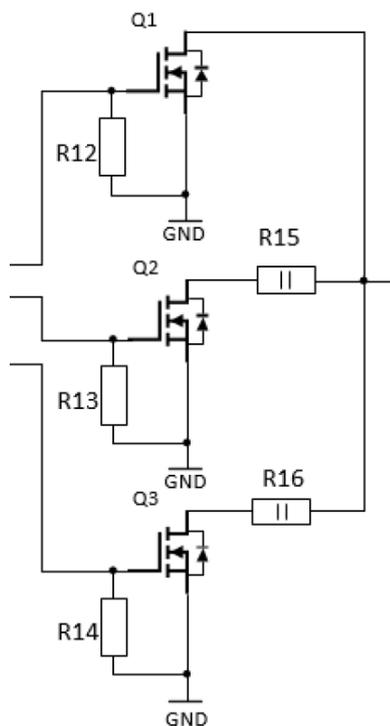


Рисунок 10–Схема ключевые каскады

Так как необходимо остановить работу насоса. Например, при проведении технического обслуживания в резервуаре. Для этих устройство оснащено кнопкой прекращения работы вкачивающего насоса. Реализовано это все при помощи D-триггера DD3 находящегося в счетном режиме микросхема К176ТМ1 представнела на рисунке 10.

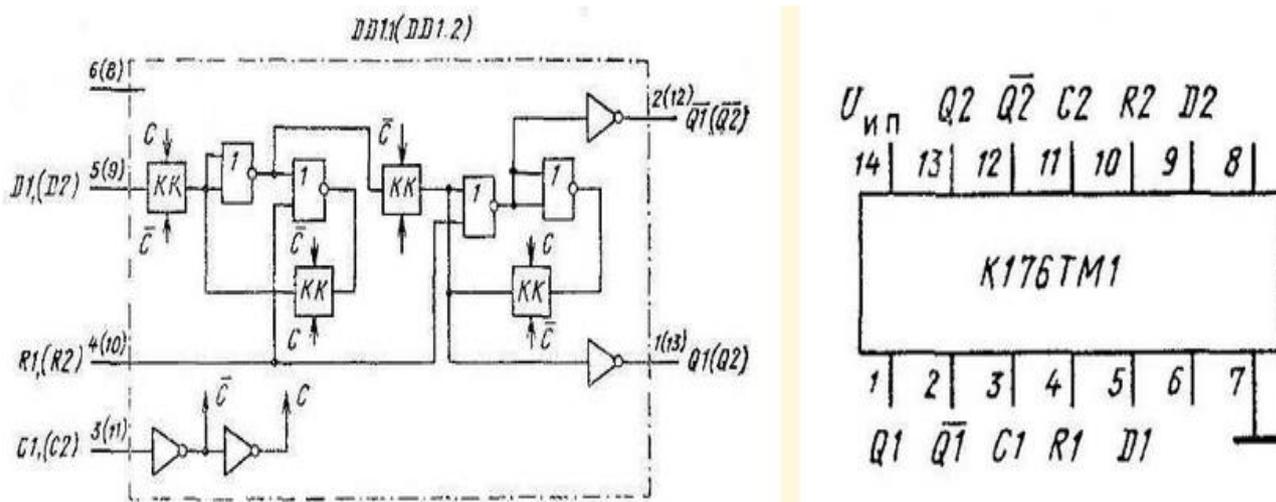


Рисунок 11—Микросхема K176TM1

Микросхема K176TM1 содержит два D-триггера, причем триггер в микросхеме K176TM1 имеет только вход сброса R [9]. Триггер переключается по положительному перепаду на тактовом входе C, при этом логический уровень, присутствующий на входе D передается на выход Q. Вход сброса R независим от тактового входа C и имеет высокие активные уровни.

Максимальная тактовая частота до 5 МГц, но время фронта тактового сигнала не должно превышать 5 мкс. С другой стороны, длительность тактового импульса не должна быть менее 100 нс. Время установления выходных данных—более 25 нс.

Технические данные микросхемы K176TM1 приведена на таблице 4.

Таблица 4-K176TM1 технические данные

Наименование	Значение
Напряжение питания, В	9
Выходной ток низкого уровня, мА	0,5
Выходной ток высокого уровня, мА	0,5
Выходное напряжение низкого уровня, В	0,3
Выходное напряжение высокого уровня, В	8,2
Время задержки распространения, нс	590
Максимальная рабочая частота, МГц	5
Температура окружающей среды, °C	(минус 45 – 85)

Не инвертированный выход микросхемы DD3 соединен со старшим управляющим входом «D» дешифратора DD4. Как только на вход «D» поступает единица, на выходах дешифратора, отвечающих за включения и выключения насоса, установление единицы становится невозможным.

Электрическая принципиальная схема в соответствии нормами ЕСКД представлена на приложения Б.

2.2 Проверка работоспособности схемы

Принципиальные электрические схемы определяют полный состав приборов, аппаратов и устройств (а также связей между ними), действие которых обеспечивает решение задач управления, регулирования, защиты, измерения и сигнализации. Принципиальные схемы служат основанием для разработки других документов проекта: монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений.

После составления схемы ее работоспособность необходимо проверить, собрав ее на макетной плате. На рисунке 12 представлена собранный макетный плат.

Этот этап является одним из самых важных, правильность выполнения которого гарантирует работоспособность схемы на печатной плате.

Как только работоспособность платы была проверена и было получено одобрение руководителя можно приступать к изготовлению платы.

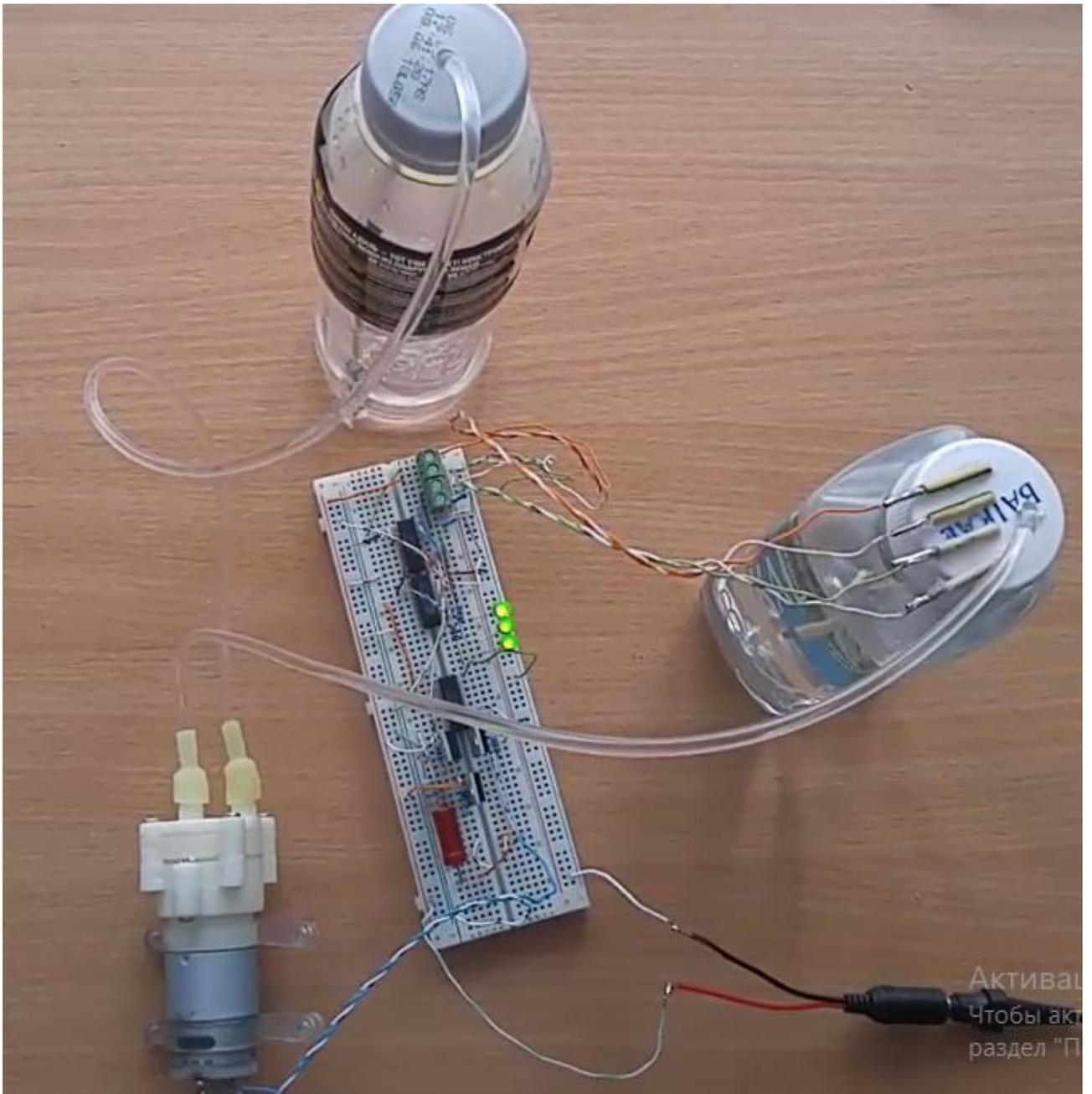


Рисунок 12–Макетная плата

2.3 Трассировка печатных плат

После успешно пройденной проверки, преобразуем схему в печатную плату. Запускается программа PCB Layout, где в следствии будут размещены корпуса элементов в соответствии с той принципиальной схемой, которая была построена в Schematic.

DipTrace предлагает два автотрассировщика: высококачественный современный "Shape-based" (автотрассировщик, на много превосходящий своих конкурентов из других САПР-пакетов) и простой сеточный трассировщик, позволяющий трассировать несложные платы с перемычками.

Простые платы могут быть трассированы в одном слое, что дает очевидные преимущества — эффективность и скорость получения конечного прототипа. При односторонней трассировке дорожки вероятнее всего, будут длиннее, чем при двухсторонней в большинстве случаев, это не критично [10].

Трассировка печатных плат выполняется после того, как разработана схемотехника изделия, подобрана комплектация и выбран конструктив для установки ПП.

Этапы выполнения работ по трассировке печатной платы:

- Создание библиотеки, которые предполагается использовать в данном изделии. Библиотека компонентов подбирается с учётом технологических особенностей дальнейшего монтажа.
- Создание списка цепей (netlist)
- Упаковка компонентов на плату
- Компоновка (предварительное размещение) компонентов на ПП
- Согласование компоновки платы
- Создание и согласование проекта разводки всех цепей на печатной плате
- Создание и согласование проекта трассировки
- Внесение корректировок, при необходимости
- Утверждение окончательного варианта трассировки

Разведенная плата представлена на приложения В.

2.4 Изготовление печатной платы

После проверки разведенной платы следует приступить непосредственно к изготовлению.

Есть много методов изготовления печатных плат, в зависимости от технологии можно получить более или менее профессиональные экземпляры. Самый примитивный метод — это перенос рисунка с помощью кальки на медь стеклотекстолита, с последующим покрытием дорожек битумным лаком и травлением в растворе хлорного железа. Этот метод является достаточным, если плата очень простая, и дорожки достаточно широкие. На более сложных платах потребуется большая точность.

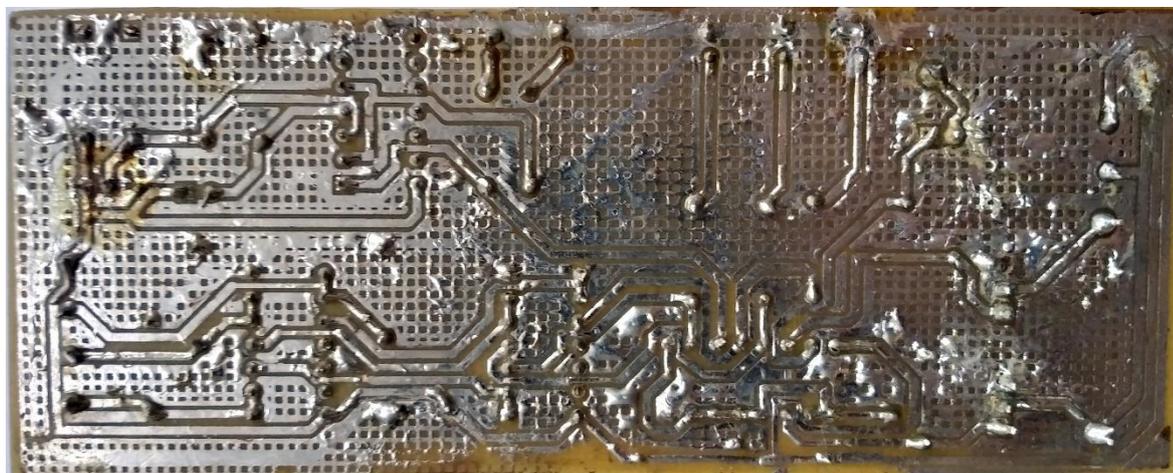
Лазерно-утюжная технология (ЛУТ) — технология изготовления печатных плат, которая позволяет получить достаточно качественную печатную плату. Данный метод является достаточно простым для реализации в домашних условиях. Единственное что необходимо иметь:

- лазерный принтер;
- односторонний стеклотекстолит;
- мелкая наждачная бумага, ацетон;
- глянцевая бумага;
- хлорное железо;
- утюг с регулировкой температуры 150 °С.

Материалом для изготовления печатных плат является фольгированный стеклотекстолит, покрытый медной фольгой с одной или с обеих сторон.

Изготовленная плата представлена на рисунке 13.

а)



б)



Рисунок 13–Изготовленная плата: а) вид сзади, б) вид спереди

Метод основан на том обстоятельстве, что слой расплавленного тонера устойчив к действию травящего раствора (обычно Хлорное железо). В этом смысле он заменяет фоторезист, используемый в промышленности для предохранения слоя меди, находящегося непосредственно под рисунком проводящих дорожек, нанесенных с помощью фоторезиста, от действия травящего реактива.

3 СБОРКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Для создания лабораторного стенда для перекачивания жидкости были использованы следующие компоненты:

- управляющее устройство (изготовленная плата);
- блок питания;
- насос мембранный;
- кондуктометрические уровнемер;
- резервуары.

3.1 Управляющее устройство

Управляющее устройство является основной частью лабораторной установки и закреплен на стенде с помощью регулируемых узлов крепления. Управляющее устройство оснащено кнопкой, отвечающей за включение и выключение аппарата, а так же световыми индикаторами показывающими уровень жидкости в заполняемом резервуаре.

Управляющее устройство способное изменять скорость накачки жидкости в зависимость от текущего уровня жидкости. Регулировка скорости вращения двигателя постоянного тока осуществляется с помощью ограничивающих резисторов. Внешний вид управляющего устройства представлена на рисунке 14.

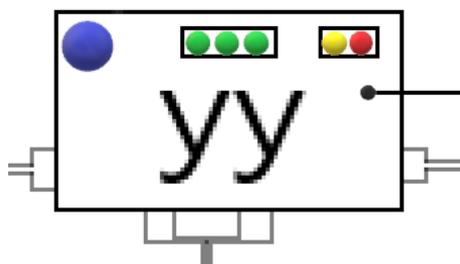


Рисунок 14-Внешний вид управляющее устройство

3.2 Блок питания

Блок питания выдает 12 Вольт выходное напряжение, которое требуется для управляющее устройство. Поэтому, самый главный параметр—это напряжение в вольтах, которое выдает блок питания.

Для разрабатываемой лабораторной установки применяем AccordTec AT-12/15W блок питания 12 В с выходной ток 1,5А [12]. Внешний вид блока AT-12/15W приведена на рисунке 15.



Рисунок 15-Внешний вид блока питания

Устройство отлично подходит для питания электрорадиоаппаратуры выпрямленным стабилизированным напряжением на 12В. За счёт прочного корпуса, который не позволяет воде проникнуть внутрь источника и нарушить работу, блок возможно установить на улице. Технические данные AT-12/15W приведена на таблице 5.

Эксплуатационные режимы:

диапазон температур от минус 25°C до 40°C ;

степень пыле-влагозащиты IP67.

Блок питания имеет встроенную защиту от короткого замыкания на выходе и перегрузки по току.

Таблица 5–АТ-12/15W технические данные

Наименование	Значение
Напряжение сети, В	100-250
Частота тока, Гц	47-63
Номинальный ток нагрузки, А	1,5
Максимальный ток нагрузки, А	2.0
Выходное напряжение, В	12.0
Габаритные размеры	64x47x28

3.3 Насос мембранный R385

Многофункциональный универсальный насос R385 относится к разновидности диафрагменных (мембранных) объёмных насосов. Его механизм представляет совокупность пропускных мембран в сочетании с пластиковым поршневым механизмом, установленным на ось двигателя. Ось смещена от центра под небольшим углом, заставляя поршни при вращении мотора поочерёдно втягиваться и возвращаться в исходное положение. Таким образом, в насосе одновременно создаются всасывающая и выталкивающая силы [13].

Маломощный насос R385 позволяет перекачивать невоспламеняющиеся жидкости (например-пресная, грунтовая или морская вода) или взрывобезопасные газы, благодаря чему его чаще всего используют в аквариумных системах для наполнения или фильтрации ёмкостей, а также для подведения воздуха в воду (аэрация резервуара).

Сила всасывания позволяет насосу поднимать воду через трубку с глубины до 2 метров и перекачивать воду по вертикали до 3 метров. Насосу не требуется дополнительное охлаждение. Благодаря малым размерам, его можно устанавливать на стенд.

Модель R385 имеет два отдельных отверстия-входное (заборное), расположенное у края корпуса, и выходное, расположенное ближе к центру.

Клапанный механизм насоса допускает прокачку исключительно в одном направлении. Габаритные размеры приведён на рисунке 16.

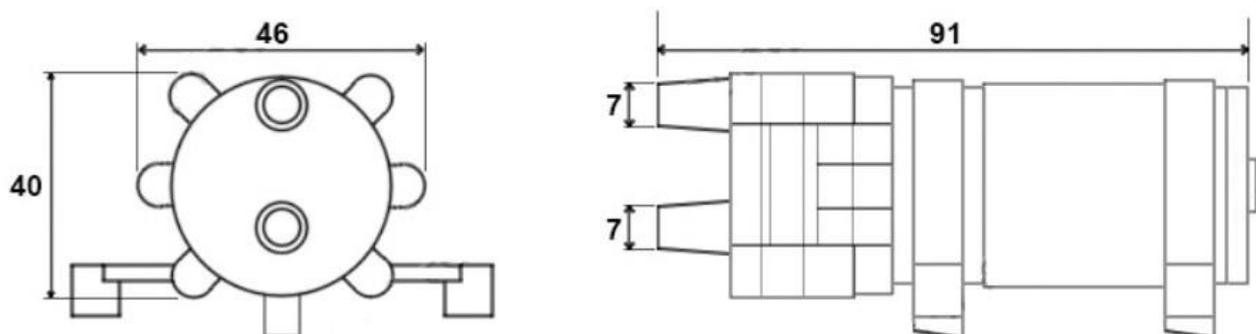


Рисунок 16-Габаритные размеры, мм

Высота гидравлического напора в соотношении с расходом прокачиваемой жидкости достигаются регулированием постоянного напряжения в диапазоне от 6 до 12 вольт.

Важно знать о том, что уровень напора может снизиться, если на выходе насоса устанавливаются шланги или трубки бóльшего размера, чем диаметр заборного отверстия.

3.4 Кондуктометрические датчики уровня.

Принцип действия кондуктометрического датчика основан на разнице между электропроводностью воздуха и жидкости. Эта разница фиксируется двумя электродами: сигнальным, установленным на необходимом уровне, и общим. Когда поверхность жидкости соприкасается с сигнальным электродом, происходит замыкание между двумя электродами [14]. Кондуктометрические датчики уровня представлена на рисунке 17.



Рисунок 17-Кондуктометрические датчики уровня

В неметаллических резервуарах количество электродов должно быть на один больше, чем число сигнализируемых уровней, поскольку один из них служит в качестве общего электрода. Технические данные датчики уровня приведена на таблице 6.

Таблица 6-Технические данные датчики уровня ОВЕН ДУ.3-1

Характеристики	Значение
Количество стержней (электродов)	4
Длина стержней, м	0,5
Присоединительные размеры, мм	45
Материал	Стержень – сталь нержавеющая 12Х18Н10Т ,разделительная пластина – пластик
Максимальная рабочая температура	85°С
Конструктивные преимущества	Возможность укорачивать длину поставляемых датчиков до требуемой в зависимости от условий применения

3.5 Описание работы стенда

Включение выключение осуществляется в ручном режиме. Питание управляющие устройство осуществляется блоком питания на 12 В. Блок питания включается к сеть 220В. Перед началом работы заполняемый резервуар пуст. При включении УУ насос работает на полную мощность до достижения уровнем жидкости первого электрода. Затем мощность насоса уменьшается на 25 процентов. При достижении уровнем второго электрода мощность насоса уменьшается до 50 процентов. При достижении уровнем жидкости третьего электрода насос выключается, чтобы не допустить переполнения резервуара. На рисунке приведена общий вид лабораторной установки.

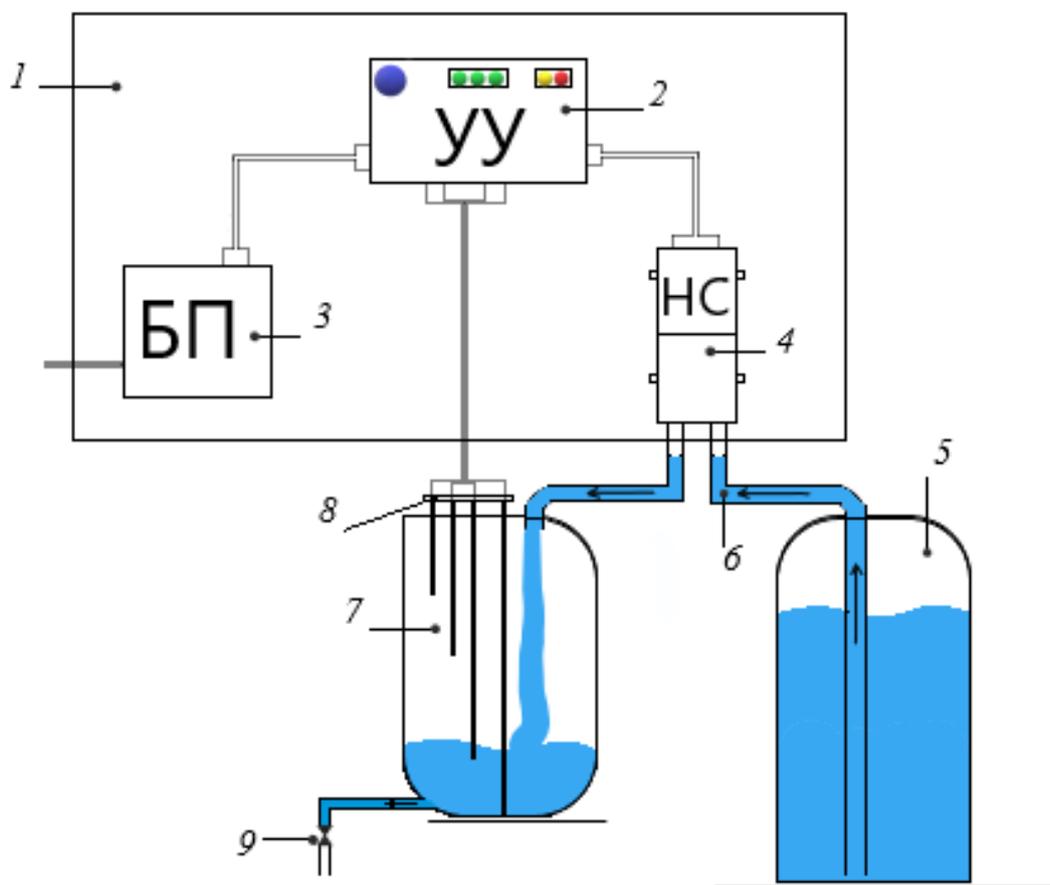


Рисунок 18–Общий вид лабораторной установки

1–Стенд, 2–Управляющие устройство, 3–Блок питания, 4–Насос мембранный, 5–Резервуар для отбора жидкости, 6–Трубка, 7–Заполняемый резервуар, 8–Электроды, 9–Спускной кран

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ

При разработке продукта следует учитывать его коммерческий потенциал и перспективность, что в дальнейшем позволит определить требуемый бюджет на поддержание и усовершенствование продукта.

Данный раздел представляет собой описание коммерческой оценки разработанного продукта–системы управления лабораторной установкой перекачивания жидкости (ЛУПЖ). Такая оценка позволяет определить коммерческую привлекательность продукта, его конкурентоспособность, а также учесть соответствие продукта современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности. Продуктом, для запуска на рынок, является система управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости. Разработанная система, способная изменять скорость перекачивания жидкости в зависимости от текущего уровня в приемном резервуаре, построена на комбинаторной и последовательной логике.

В ходе выполнения оценки продукта, были рассмотрены альтернативные продукты и их основные характеристики, определены категории пользователей подобного рода продуктов, создан план научно-исследовательских работ, а также оценена эффективность различного рода разработанного компонента.

Достижение цели обеспечивается решением ряда задач:

- Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ;
- Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок;
- Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности;

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Объектом разработки является система управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости. Потенциальными потребителями системы перекачивание жидкости могут выступать промышленные предприятия (производство продуктов питания, химических веществ), объекты жилищно-коммунальной сферы, лаборатории. Сегментирование рынка проводится по сфере использования и по размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 7.

Таблица 7–Карта сегментирования

		Сфера использования		
		Промышленные предприятия	Объекты ЖКХ	Лаборатории
Размер организации	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

В приведённой карте сегментирования показано, что для реализации разработки подходят мелкие и средние предприятия пищевой и химической промышленности, объекты ЖКХ, мелкие и средние лаборатории.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Данная разработанная система способная изменять скорость перекачивания жидкости в зависимости от текущего уровня в приемном резервуаре, основана на комбинационной и последовательной логике. Кроме того, есть возможность слива жидкости из приемном резервуаре в дальнейшем использовании.

Американская компания «National Instruments» предлагает лабораторный стенд «Основы систем управления (ОСУ)» предназначен для перекачивания жидкости. Аппаратная часть лабораторного стенда основана на контрольно-измерительном оборудовании NI cDAQ. Программное обеспечение системы разработано в графической среде программирования NI LabVIEW. Стенд состоит из трех резервуаров, соединенных друг с другом при помощи клапанов и гибких шлангов. Вода из нижнего резервуара может закачиваться в оба бака независимо, при помощи двух помп.

Компания «LUCAS NÜLLE» предлагает лабораторная установка транспортировки жидкости через буферную емкость с использованием контролера фирмы Schneider Electric TSX Premium (ПЛК Modicon TSX Premium).

Сравнительная таблица конкурирующих технических решений приведена в табл.8.

Таблица 8–Сравнение конкурирующих технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство в эксплуатации	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Долговечность	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Надежность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
Безопасность	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
Точность	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Быстродействие	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
Послепродажное обслуживание	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Доступность	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Итого	1	48	43	42	4,6	4,15	4,35

На основании проанализированных данных, взятых из таблицы 8 можно сделать выводы. Наша продукция является более конкурентоспособной по следующим техническим критериям оценки: измерение уровни с помощью кондуктометрические уровнемеры, возможность слива жидкости, быстроедействие, хорошая изоляция.

Стоит отметить, что есть технические показатели, по которым наша продукция уступает: стойкость при высоких температурах, применение контрольно-измерительном оборудовании NI cDAQ и ПЛК Modicon TSX Premium.

Если обратиться к экономическим критериям оценки, то наша продукция имеет высокую конкурентоспособность в таких показателях как: уровень проникновения на рынок, предполагаемый срок эксплуатации, цена, доступность. Но мы уступаем по такому критерию, как точность, долговечность.

4.3 SWOT-анализ

Базовым рынком сбыта продукции нашего производства является рынок Российской Федерации. SWOT-анализ проводится для комплексной оценки внешней и внутренней среды проекта. Он дает четкое представление о ситуации и указывает, в каких направлениях нужно действовать производителю, используя сильные стороны, чтобы максимизировать возможности и свести к минимуму угрозы и слабости.

Итоговая матрица SWOT-анализа приведена в табл. 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны: С1. Измерение уровни с помощью кондуктометрические уровнемер. С2. Возможность перекачивания любых токопроводящие жидкости (щелочи,кислоты). С3. Возможность быструю замену резервуара с другими жидкостями. С4. Световые индикаторы уровня жидкости.</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Затраты на ПО для проектирования. Сл2. Затраты на изготовления печатных плат. Сл3. Регулировки скорости вращения двигателя с помощью ограничивающих резисторов.</p>
<p>Возможности: В1. Рост стоимости оборудования и, следовательно, рост цены ошибки без применения моделирования. В2. Увеличить расстояние транспортировки жидкости до 10 м В3. Возможность регулировки скорости вращения двигателя с помощью ШИМ</p>	<p>В1С1С2. Эффективность предварительного проектирование будет только возрастать. В2В3С3С4. Расширить области применения за счет экологичности и улучшения качества по сравнению с другими производителями.</p>	<p>В1В2Сл1Сл2. Потенциальная стоимость вероятной ошибки значительно больше стоимости ПО для проектирования. В3Сл3. Применение Широтно-импульсная модуляция значительно повисить производительности и долговечности.</p>
<p>Угрозы: У1. Рост спроса на адаптивные и интеллектуальные регуляторы и контроллеры. У2. Производители с более развитыми технологиями У3. Поступление на рынок альтернативных товаров</p>	<p>У1С2С3. Совершенствование методики и состава подложки, в соответствии с конкурентными преимуществами</p>	<p>У1Сл3. Приведёт к конкурентному отставанию, если не вводить в систему широтно-импульсная модуляцию. У3Сл1Сл2. Возможен отказ от рассмотренного подхода.</p>

В результате выполнения SWOT-анализа можно сделать вывод о том, что продукт имеет преимущества перед конкурентами при выходе на рынок: Измерение уровня с помощью кондуктометрические уровнемер, возможность перекачивания любых токопроводящие жидкости (щелочи,кислоты), возможность быструю замену резервуара с другими жидкостями, световые индикаторы уровня жидкости. Несмотря на преимущества, есть и слабые стороны продукта: затраты на ПО для пректирования, затраты на изготовления печатных плат, регулировки скорости вращения двигателя с помощью ограничивающих резисторов. Для улучшения и устранения слабых сторон необходимо: совершенствование методики и состава подложки, в соответствии с конкурентными преимуществами.

4.4 Планирование научно-исследовательской работы

4.4.1 Структура работ

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в табл. 10.

Таблица 10 – Структура работ

Этапы работы	Загрузка исполнителей
1. Постановка целей и задач исследования	НР – 80% И – 20%
2. Обзор литературы	И – 100%
3. Разработка технического задания	НР – 20% К – 10% И – 70%
4. Разработка календарного плана работ	НР – 20% И – 80%
5. Исследование устройства и элементов о созданий системы ЛУПЖ	И – 100%

Продолжение таблицы 10 – Структура работ

Этапы работы	Загрузка исполнителей
6. Проектирование и создание аппаратной части системы ЛУПЖ	И – 100%
7. Разработка принципиальная схема и изготовления печатных плат системы ЛУПЖ	И – 100%
8. Конструирование и изготовление макета	К – 10% И – 90%
9. Лабораторные испытания макета	К – 15% И – 85%
10. Оформление расчётно-пояснительной записки	И – 100%
11. Подведение итогов	НР – 100%

4.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле[15]:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы чел.дн;

t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн;

t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн.

Для построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ в рабочих днях переводится в календарные дни по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{КД}, \quad (2)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{КД}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{КД} = \frac{T_{КД}}{T_{КД} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (3)$$

где $T_{КД}$ – количество календарных дней в году;

$T_{ВД}$ – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$ – количество праздничных дней в году.

Значение коэффициента календарности для 2020 года [16]:

$$K_{КД} = \frac{366}{366 - 66} = \frac{366}{300} = 1,22 \quad (4)$$

С учётом данных таблицы 11 и приведённых выше формул составляется расчётная таблица 11. Диаграмма Ганта, представляющая собой календарный график работ, приведена на рис. 19.

Таблица 11 – Расчёт трудозатрат на выполнение работ

Наименование работы	Исполнители работ	Длительность работ, дн.			Трудоёмкость работ по исполнителям, чел.дн					
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$			$T_{КД}$		
					НР	К	И	НР	К	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Постановка целей и задач исследования	НР, И	3	4	3,4	2,72	0	0,68	3,318	0	0,83
2. Обзор литературы	И	5	7	5,8	0	0	5,8	0	0	7,076
3. Разработка технического задания	НР, К, И	12	24	16,8	3,36	1,68	11,76	4,099	2,05	14,35
4. Разработка календарного плана работ	НР, И	3	6	4,2	0,84	0	3,36	1,025	0	4,1
5. Исследование устройства и элементов о созданий системы ЛУПЖ	И	6	12	8,4	0	0	8,4	0	0	10,25
6. Проектирование и создание аппаратной части системы ЛУПЖ	И	12	18	14,4	0	0	14,4	0	0	17,57
7. Разработка принципиальная схема и изготовления печатных плат системы ЛУПЖ	И	6	10	7,6	0	0	7,6	0	0	9,272
8. Конструирование и изготовление макета	К, И	6	10	7,6	0	0,76	6,84	0	0,927	8,345
9. Лабораторные испытания макета	К, И	6	10	7,6	0	1,52	6,08	0	1,854	7,418
10.Оформление расчётно-пояснительной записки	И	12	18	14,4	0	0	14,4	0	0	17,57
11. Подведение итогов	НР	2	4	2,8	2,8	0	0	3,416	0	0
Итого:				93	9,72	3,96	79,32	11,86	4,831	96,77



Рисунок 19 – Диаграмма Ганта

Из диаграммы на рис. 19 видно, что практическая часть всего исследования занимает порядка двух календарных месяцев. Сравнительно большой промежуток времени на составление технического задания выделен для лучшей его проработки и исключения необходимости возвращаться к этому этапу в дальнейшем.

4.5 Бюджет научно-технического исследования

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

4.5.1 Расчёт материальных затрат для реализации проекта

В этом подразделе оценивается стоимость всех материальных ценностей, непосредственно расходуемых в процессе выполнения работ.

Теоретические исследования, а также моделирование системы требуют ряд программных продуктов: Microsoft Office, DipTrace, sPlan7.0, Google Chrome и др. Большинство из них предоставляются бесплатно для студентов ТПУ, другие находятся в свободном доступе в сети «Интернет». Для исследований используется персональный компьютер с бесплатным доступом к лицензии DipTrace. В материальные затраты также включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах от 5% до 20% от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в табл. 12

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Офисная бумага, упак. 500 листов	310	1	310
Тетрадь общая, 48 л.	50	1	50
Шариковая ручка	30	3	90
Патч-корд RJ-45, кат. 5е, 2м	350	1	350
Итого			800
Итого с учётом ТЗР (10%)			880

4.5.2 Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 40000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет [17].

Норма амортизации H_A рассчитывается как [18]:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%. \quad (6)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 40000 \cdot 0,33 = 13200 \text{ руб.} \quad (7)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{13200}{12} = 1100 \text{ руб.} \quad (8)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1100 \cdot 5 = 5500 \text{ руб.} \quad (9)$$

4.5.3 Расчёт заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 33 664 рублей, оклад консультанта (в должности ассистента) – 12 664 рублей. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и составляет 12 664 рублей. В 2020 году с учётом 48-дневного отпуска 252 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1603,05 рублей в день, для консультанта и инженера – 603,05 рублей в день.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{дн} \cdot T_{РД} \cdot (1 + K_{пр} + K_{д}) \cdot K_p, \quad (10)$$

где $ЗП_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{РД}$ – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{пр}$ – коэффициент премирования;

$K_{д}$ – коэффициент доплат;

K_p – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы по формуле 10 приведены в табл. 4.5.3.1.

Таблица 13 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{дн}$	K_p	$K_{д}$	$K_{пр}$	$T_{РД}$	$ЗП_{осн}$, руб
Руководитель	1603,05	0,1	0,2	1,3	9,72	26332,98
Консультант	603,05	0	0,2	1,3	3,96	3725,4
Инженер	603,05	0	0,2	1,3	79,32	74620,92
Итого						104679,3

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \cdot 0,12 , \quad (11)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = (ЗП_{осн} + ЗП_{доп}) \cdot 0,3 , \quad (12)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб;

$ЗП_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Результаты расчётов по формулам 11 и 12 приведены в табл. 14.

Таблица 14 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	$ЗП_{доп}$	$ЗП_{внеб}$
Руководитель	3159,96	8847,88
Консультант	447,5	1251,73
Инженер	8954,51	25072,63
Итого	12561,97	35172,24

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

4.5.4 Расчёт общей себестоимости

Расчитанные в пунктах 8-9 расходы сведены в таблицу 15.

Таблица 15 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	880	0,464
Затраты на амортизацию	5500	3,09
Основная заработная плата	104679,3	58,93
Дополнительная заработная плата	12561,97	7,07
Страховые взносы	35172,24	19,8
Накладные расходы	16148,85	9,09
Итого	174942,36	100

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (66%) средств расходуется на заработную плату исполнителей.

4.6 Смета затрат на оборудование и монтажные работы

Расчет затрат на оборудование для научных (экспериментальных) работ.

Материальные затраты для изготовления печатных плат включают в себя радио элементы (резисторы, микросхемы, конденсаторы, транзисторы), светодиоды, фоторезист, припой, стеклотекстолит для печатных плат, глянцевая бумага. Расчет материальные затраты для изготовления печатных плат приведен в табл. 16.

Таблица 16 – Материальные затраты для изготовления печатных плат

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Микросхема К561ТЛ1	48,00	1	48,00
Микросхема К561ЛА7	44,40	1	44,40
Микросхема К176ТМ1	16,68	1	16,68
Микросхема К561ИД1	18,86	1	18,86
Резистор 150кОм	15,00	4	60,00
Резистор 1кОм	13,00	6	78,00
Резистор 3.9кОм	13,20	4	52,80
Резистор 6 Ом	11,00	8	88,00
Резистор 12 Ом	12,00	1	12,00
Конденсатор 33мкФ	23,45	2	46,90
Транзистор IRF1010N	64,23	3	192,69
Светодиод 5 мм	25,40	5	127,00
Стеклотекстолит (130x60мм)	428,00	1	428,00
Глянцевая бумага	130,00	3	390,00
KLS7-TS1204-7.3-180	25,00	1	25,00
Кнопкатактовая			
Фоторезист	690,00	1	690,00
Итого			2328,33

Материальные затраты для лабораторной установок включают в себя блок питания, насос мембранный, резервуары, трубка, уровнемер, провод монтажный, паяльник. Расчёт материальные затраты для лабораторной установок приведён в табл. 17.

Таблица 17– Материальные затраты для лабораторной установки

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
БП AccordTec AT-12/15W	670,00	1	670,00
Насос R385	530,00	1	530,00
Емкость (20Л)	1900,00	1	1900,00
Емкость с краном (5Л)	850,00	1	850,00
Трубка (3м)	520,00	1	520,00
Кондуктометрические датчик	570,00	1	570,00
Провод монтажный (0,3;0,2)мм	110,00	1	110,00
Итого			5150,00

4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность разработки сравнивается аналогичными системами:

1. Лабораторный стенд «Основы систем управления (ОСУ)» система на основе контрольно-измерительном оборудовании NI cDAQ. Программное обеспечение системы разработано в графической среде программирования NI LabVIEW, производства компании «National Instruments» общей стоимостью 197152,98 руб.

2. Лабораторная установка транспортировки жидкости через буферную емкость с использованием контролера фирмы Schneider Electric TSX Premium (ПЛК Modicon TSX Premium) общей стоимостью 185441,11 руб.

Эффективность разработки определяется путём расчёта интегрального финансового показателя:

$$I_{фин}^i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{max}}, \quad (13)$$

где $I_{фин}^i$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_i – стоимость i -ого варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта.

$$I_{фин} = \frac{174942,36}{197152,98} = 0,887, \quad (14)$$

$$I_{фин}^1 = \frac{197152,98}{197152,98} = 1, \quad (15)$$

$$I_{фин}^2 = \frac{185441,11}{197152,98} = 0,941, \quad (16)$$

Сравнительная оценка ресурсоэффективности рассматриваемых аналогов приведена в табл. 18.

Таблица 18 – Сравнительная оценка ресурсоэффективности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Ресурсоэффективность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Удобство в эксплуатации	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Долговечность	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Надёжность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Безопасность	0,2	4	4	4	0,8	0,8	0,8
Точность измерений	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Быстродействие	0,05	5	4	4	0,25	0,25	0,2
Итого	1	22	24	21	3,95	4,1	3,8

Интегральный показатель эффективности разработки I^i вычисляется на основании рассчитанных выше интегрального финансового показателя $I_{фин}^i$ (14 – 16) и показателя ресурсоэффективности I_p^i (табл. 18):

$$I^i = \frac{I_p^i}{I_{фин}^i}, \quad (17)$$

Для разрабатываемой системы:

$$I = \frac{3,95}{0,887} = 4,453, \quad (18)$$

Для рассматриваемых аналогов:

$$I^1 = \frac{4,1}{1} = 4,1, \quad (19)$$

$$I^2 = \frac{3,8}{0,941} = 4,038, \quad (20)$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы и рассматриваемых аналогов рассчитывается как:

$$\mathcal{E} = \frac{I}{I^i}, \quad (21)$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы с аналогами приведена в табл. 19.

Таблица 19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог №1	Аналог №2
1	Интегральный финансовый показатель $I_{фин}$	0,887	1	0,941
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности I_p	3,95	4,1	3,8
3	Интегральный показатель эффективности I	4,453	4,1	4,038
4	Сравнительная эффективность \mathcal{E} разработки к аналогам		1,069	1,086

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что разрабатываемая система хотя и уступает аналогу №1 по

ресурсоэффективности, однако превосходит его по интегральному показателю эффективности за счёт меньшей стоимости разработки.

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемого подхода к построению системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработка может быть применена на небольших предприятиях пищевой, химической промышленности, объектах ЖКХ, а также в лабораториях.

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента: Американская компания «National Instruments» предлагает лабораторный стенд «Основы систем управления (ОСУ)» предназначен для перекачивания жидкости. и Компания «LUCAS NÜLLE» предлагает лабораторная установка транспортировки жидкости через буферную емкость с использованием контролера фирмы Schneider Electric TSX Premium (ПЛК Modicon TSX Premium). Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам по стойкость при высоких температурах, применение контрольно-измерительном оборудовании NI cDAQ и ПЛК Modicon TSX Premium. Наша продукция является более конкурентоспособной следующим техническим критериям оценки: измерение уровни с помощью кондуктометрические уровнемеры, возможность слива жидкости, быстродействие, хорошая изоляция.

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: рост спроса на адаптивные и интеллектуальные системы; производители с более развитыми технологиями ; поступление на рынок альтернативных товаров. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в подразделе 4.3.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата

исполнителей: основная – 104679,3 руб. (58,93%), дополнительная – 12561,97 руб. (7,07%). На втором месте страховые взносы – 35172,24 руб. (19,8%). Затем идут накладные расходы – 16148,85 руб. (9,09%). Меньше всего средств уходит на амортизацию оборудования – 5500 руб. (3,09%) и на материальные затраты – 880 руб. (0,464%). Общий бюджет разработки составил 174942,36 руб. При этом запланированная продолжительность работы составляет 114 дней.

5. В подразделе 4.7 оценена экономическая эффективность разработки. Разрабатываемая система уступает аналогу №1 по ресурсоэффективности в виду меньшего удобства эксплуатации на данном этапе, однако по сравнительному показателю эффективности разработка превосходит аналогичные системы за счёт меньшей стоимости.

С точки зрения ресурсоэффективности, данный проект является перспективным и конкурентоспособным.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Целью описываемой работы является разработка системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости, с которым впоследствии будет взаимодействовать пользователь. Разработанная система, способная изменять скорость перекачивания жидкости в зависимости от текущего уровня в приемном резервуаре, построена на комбинационной и последовательной логике. Немаловажное значение имеет обеспечение экологической и производственной безопасности на рабочем месте этого пользователя.

Данный раздел представляет собой анализ вредных факторов и опасных факторов на рабочем месте, в частности, рассматриваются различного рода вредные и опасные факторы при разработке и непосредственной эксплуатации системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости, а также возможные чрезвычайные ситуации и способы предупреждения их возникновения.

Выявление вышеуказанных факторов и чрезвычайных ситуаций является первым этапом обеспечения безопасности, как пользователя, так и разработчика, а также позволяет определить необходимые меры предосторожности. Вредными или опасными факторами может являться недостаточная освещенность на рабочем месте, отклонение температуры воздуха от нормы, повышенный уровень шума или же высокий уровень статического электричества в рабочем помещении.

Основополагающим этапом обеспечения безопасности является составление перечня правовых и организационных мероприятий по ее обеспечению, а также их последующее внедрение. Соблюдение мер предосторожности и обеспечение безопасного рабочего места с благоприятными условиями позволит минимизировать воздействие вредных и опасных факторов и избежать возникновения чрезвычайных ситуаций.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Нормальная продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю. Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда. Работодатель обязан вести учёт времени, фактически отработанного работником (ст. 91 ТК РФ). В течение рабочего дня работодатель должен предоставлять работнику перерыв для отдыха и питания – не менее 30 минут и не более 2 часов (ст. 108 ТК РФ). Защита персональных данных обеспечивается статьями 86 – 90 ТК РФ и направлена на обеспечение прав и свобод человека и гражданина согласно Конституции РФ. Обработка персональных данных может выполняться исключительно в целях соблюдения действующего законодательства. При этом защита персональных данных от их неправомерного использования обеспечивается работодателем за счёт его средств [19]. Работодатель обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений и оборудования, при осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. В обязанности работодателя также входит обеспечение обязательного социального страхования работников от профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве (ст. 212 ТК РФ [21]).

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место как разработчика, так и эксплуатирующего разработанное системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости, должно быть организовано в соответствии с требованиями документов: ГОСТ

12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Данные документы содержат требования к организации непосредственной рабочей зоны, а также помещения, в котором эта зона располагается.

Соблюдение требований в вышеуказанных документах позволит обеспечить подходящие условия для работы с персональным компьютером, минимизировать влияние вредных и опасных факторов, а значит, предотвратить получение сотрудником производственной травмы. Далее представлены основные общие требования к организации рабочих мест пользователей электронно-вычислительных машин:

- При размещении рабочих мест, расстояние между рабочими столами с видеомониторами, должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м.
- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7.
- Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе с компьютером. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки.

- Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

На рисунке 20 представлены требования к рабочему месту.

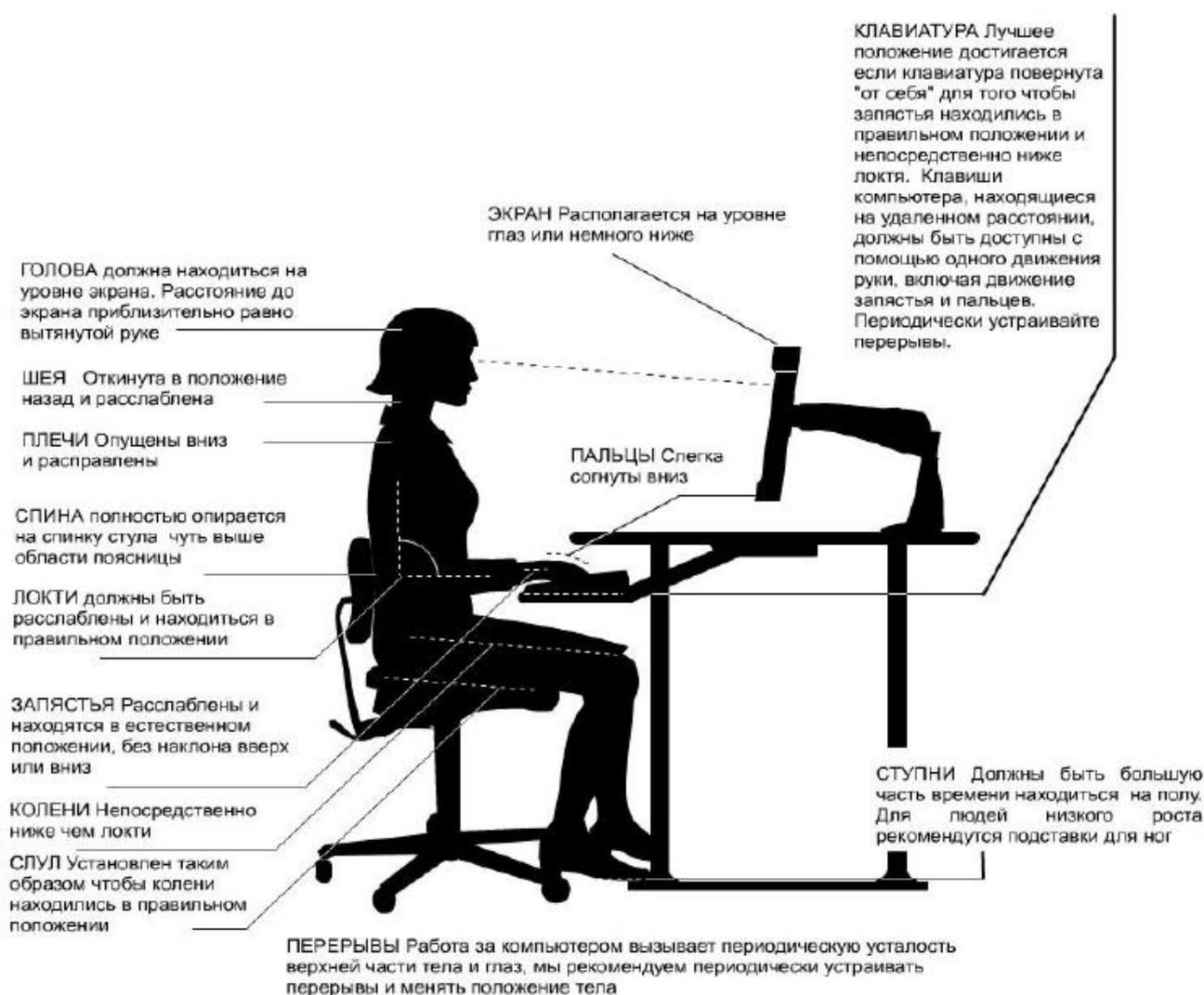


Рисунок 20 – Организация рабочего места

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- длительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

5.2 Профессиональная социальная безопасность

5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов при проведении исследования

Охрана труда на объекте не может быть обеспечена без анализа опасных и вредных факторов, которые могут повлиять на персонал в процессе работы. Перечень анализируемых факторов представлен в табл. 20 [20].

Обозначенные в табл. 20 факторы могут повлиять на состояние здоровья экспериментатора и лаборанта, поэтому необходимо обеспечить контроль над соблюдением требований к параметрам этих факторов, чтобы минимизировать возможность наступления травмоопасной или аварийной ситуации.

Таблица 20 – Возможные вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ)	Этапы работ			Нормативные документы
	Моделировани	Настройка системы	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [21]. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [22]. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [23]. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности [24]. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [25].
2. Повышенный уровень шума		+	+	
3. Недостаточная освещённость рабочей зоны	+	+	+	
4. Электромагнитные поля	+	+	+	
5. Электрический ток	+	+	+	

5.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Отклонение показателей микроклимата

К важным показателям микроклимата рабочей зоны относятся температура, влажность, а также скорость движения воздуха. Эти три фактора взаимозависимо воздействуют на теплообмен организма. Нарушение теплообмена может привести к гипертермии. Работа лаборанта и экспериментатора системы управления лабораторной установкой относятся к работам, производимым сидя и не требующим систематического физического напряжения. Это позволяет отнести её к категории Ia, согласно СанПиН 2.2.4.548-96. В таблице 21 приведены оптимальные показатели микроклимата рабочей зоны для указанной категории работ [21].

Таблица 21 – Оптимальные показатели микроклимата (категория Ia)

Период года	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	(22 – 24)	(40 – 60)	0,1
Тёплый	(23 – 25)	(40 – 60)	0,1

Если по техническим, технологическим и иным причинам не могут быть обеспечены оптимальные показатели, устанавливаются допустимые микроклиматические условия (табл. 22), рассчитанные на восьмичасовую рабочую смену.

Таблица 22 – Допустимые показатели микроклимата (категория Ia)

Период года	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	(20 – 25)	(15 – 75)	0,1
Тёплый	(21 – 28)	(15 – 75)	(0,1 – 0,2)

Для обеспечения норм параметров микроклимата в лабораторных помещениях применяют общеобменную вентиляцию, а также, при необходимости, системы кондиционирования. В холодное время года используются системы центрального отопления. Радиаторы отопления размещают в нишах и закрывают решётками. Температура поверхности радиаторов не должна превышать 95 °С.

Повышенный уровень шума

В условиях лаборатории имеют место шумы, различающиеся по интенсивности и частотному спектру. Шум может привести к нарушениям слуха, а при длительном воздействии является фактором стресса, снижающим производительность труда работника. Для исследуемой системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости источниками шумов

являются мембранный насос. В таблице 23 приведены предельно допустимые уровни постоянного шума для объекта, согласно ГОСТ 12.1.003-2014 [22] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [26].

Таблица 23 – Нормированные уровни звукового давления

Вид работы	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Проектирование	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Настройка	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Эксплуатация	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Для оценки соблюдения предельных уровней шума необходимо проводить производственный контроль. Если уровни превышаются, необходимо обеспечить соответствующие мероприятия по защите от воздействия шума. К таким относятся: защита временем, защита расстоянием, экранирование, использование средств индивидуальной защиты, таких как противозумные вкладыши, наушники, шлемы и каски [26].

Недостаточная освещённость

Работа лаборанта и экспериментатора в лаборатории постоянно используется персональная ЭВМ, а также иное оборудование, которое при длительном использовании вызывает повышенное напряжение глаз. В случае недостатка естественного освещения необходимо обеспечить дополнительное искусственное освещение рабочей зоны. Нормы освещения для рабочего места лаборанта и экспериментатора в лаборатории и производственных помещений согласно СНиП 23-05-95 представлены в таблице 24 [23].

Таблица 24 – Норма освещённости

Характер зрительной работы	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Искусственное освещение		КЕО, % при боковом
			Освещённость при системе общего освещения	Коэффициент пульсации, %	
Различение объектов высокой точности	Б	1	300	15	1,0

Согласно нормам СНиП 23-05-95 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, освещённость поверхности стола в зоне размещения рабочей документации должна быть в пределах 300-500 лк, освещённость поверхности экрана – не более 300 лк.

Блёткость источников света на экране не должна превышать 200 кд/м². Для обеспечения показателей яркости для внутренней отделки помещений следует использовать диффузионно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для пола 0,3-0,5; для стен – 0,5-0,6; для потолка 0,7-0,8 [23].

Электромагнитные излучения

Электромагнитные поля (ЭМП) от линий электропередач, устройств автоматики относятся к ЭМП промышленной частоты. Высокая опасность для человека обуславливает необходимость их нормирования.

Длительное действие таких полей приводит к снижению работоспособности, расстройствам сна и памяти, головным и сердечным болям, нарушениям центральной нервной системы [27]. Нормы параметров ЭМП, создаваемых персональными ЭВМ приведены в табл. 25 [24].

Таблица 25 – Временные допустимые ЭМП, создаваемые персональными ЭВМ

Параметр		Допустимые значения
Напряжённость электрического поля	Частотой 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	Частотой 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	Частотой 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	Частотой 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электрический потенциал экрана видеотерминала		500 В

Для оценки соблюдения уровней ЭМП необходимо проводить производственный контроль (измерения). В случае превышения уровней проводятся организационные мероприятия.

К таким относятся: защита временем, защита расстоянием, замена оборудования, экранирование, использование средств индивидуальной защиты – индивидуальных экранирующих комплектов [24].

Электрический ток

Суть электризации заключается в том, что нейтральные тела, не проявляющие в нормальном состоянии электрических свойств, в условиях отрицательного контакта или взаимодействия становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на организм человека, причем не только при непосредственном контакте с зарядом, но и за счет действия электрического поля, возникающем при заряженном поле.

Прохождение электрического тока через тело человека вызывает поражение различных органов, оказывает воздействие на нервную систему, кровеносно-сосудистую систему человека, на кровь, сердце, мозг и т.д.

Виды воздействий электрического тока на организм человека [27]:

- термическое (ожоги, перегрев внутренних органов);
- электролитическое (разложение органических жидкостей);
- механическое (расслоение, разрыв тканей);
- биологическое (нарушение нормального течения внутренних процессов, сокращение мышц, остановка сердца).

Опасность воздействия электрического тока увеличивается во влажных помещениях, при работе без заземления. Согласно ПУЭ рабочее место экспериментатора и лаборанта системы управления лабораторной установкой относится к помещениям без повышенной опасности. Повышенной опасности персонал подвергается при сборке системы и подключении оборудования. К основным мероприятиям по защите от поражения электрическим током можно отнести: применение средств индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, обувь, рукоятки; изолирующие покрытия и подставки); защитное заземление, защитное зануление, защитное отключение, ограничение доступа к токоведущим поверхностям и частям оборудования. Для обеспечения оптимальной защиты описанные технические способы и средства применяют как отдельно, так и совместно.

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Разработка системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости проводится на лабораторном аудитории, содержащем помимо ПК следующее оборудование: мембранный насос, блок управления, блок питания, кондуктометрический уровнемер, резервуары, трубка, соединительные провода и другое оборудование.

Система потребляет электроэнергию в процессе своей работы. Вредное воздействие на окружающую среду при этом напрямую зависит от состояния и развития энергетики, так как она определяет уровень потребления (в том числе

ископаемого) топлива и является источником загрязнения воздуха, воды, земной поверхности и её недр. Помимо косвенного влияния через потребление энергии следует отметить прямое влияние объекта исследования на окружающую среду после окончания жизненного цикла, т.е. образование твёрдых отходов в виде отработанного оборудования, его компонентов [28].

5.3.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Первым этапом переработки электронных отходов является их разбор, разделение на исправные и неисправные компоненты. Исправные могут быть вновь проданы с учётом оставшегося ресурса. Неисправные компоненты, содержащие металлические и неметаллические части, подвергаются измельчению и последующей сепарации. Металлические фракции могут быть переплавлены и использованы повторно. Для коммерческого использования неметаллических фракций необходимо подвергнуть их химической переработке (пиролиз, газификация) для превращения в химическое сырьё или топливо. Особое внимание уделяется переработке печатных плат, как одним из наиболее вредных для окружающей среды отходов. В результате переработки неметаллических фракций получают строительные и отделочные материалы, композитные плиты. Таким образом, развитие технологий в сфере энергосбережения, альтернативной энергетики, переработке электронных отходов напрямую способствует сохранению окружающей среды.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайной ситуацией, согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016, называют обстановку на определённой территории, имеющую место в результате аварии, катастрофы и т. п. и повлекшую за собой гибель людей, ущерб здоровью или

окружающей среде, нарушение жизнедеятельности людей и/или значительные материальные потери [29].

В силу того, что работа ведётся с электрооборудованием, для исследуемого объекта наиболее вероятными ЧС являются пожар и короткое замыкание.

5.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Лабораторный стенд и ПК питаются от сети переменного напряжения 220В. Для предупреждения короткого замыкания используются автоматические выключатели, защитное заземление, изоляция контактов, токоведущих частей и проводов стенда.

В случае возникновения короткого замыкания будут произведены следующие действия:

1. Немедленное аварийное отключение лабораторного стенда.
2. Обесточивание всей лаборатории.

Согласно «Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности» [30] помещение относится к категории В, т.е. содержит горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в т. ч. пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

К противопожарным организационно-техническим мероприятиям относятся [27]: оборудование помещения средствами тушения пожара, автоматической пожарной сигнализацией и средствами связи; регулярная проверка электрической проводки освещения и электрооборудования; обязательный инструктаж по технике безопасности и действиях в случае пожара

в производственном помещении (лаборатории); обязательное отключение оборудования при покидании рабочего места.

В случае возникновения пожара или его признаков: задымления, запаха горения, тления материалов, повышения температуры необходимо следовать установленным на объекте правилам пожарной безопасности.

Выводы по разделу «Социальная ответственность»

Таким образом, в разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены нормы законодательства, относящиеся к разработке системы управления лабораторной установкой для перекачивания жидкости.

Проанализированы опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при проведении этапов работы: отклонение показателей микроклимата, повышенный уровень шума, недостаточный уровень освещённости, электромагнитные поля, воздействие электрического тока; даны обоснования мер по уменьшению влияния этих факторов.

Рассмотрен характер воздействия объекта исследования на окружающую среду. Выявлено прямое влияние в виде промышленных отходов и косвенное влияние через потребление электроэнергии. Описаны мероприятия по утилизации отходов.

Произведён анализ возможных чрезвычайных ситуаций при разработке и эксплуатации объекта. Описаны превентивные меры, а также порядок действий при возникновении ЧС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была разработана лабораторная электрическая установка, которая позволяет перекачивать ядовитые, легко воспламеняющиеся, особо чистый жидкостей. В ходе выполнения работы были рассмотрены несколько способов регулировки скорости вращения двигателя постоянного тока.

С помощью DipTrace были составлен принципиальная электрическая схема в соответствии с нормами ЕСКД и трассировка схемы. Была составлена элементная спецификация в соответствии с нормами ЕСКД. Был проведен монтаж микросхемы в макетном плате. Произведен выбор компонента для создания лабораторного стенда.

Был проведен расчет коэффициента научно-технического уровня, который оказался довольно высоким, что указывает на высокий потенциал данного проекта. Так же было выполнено планирование проектных работ, расчет сметы затрат на проектирование, расчет капитальных вложений на реализацию и расчет расходов при эксплуатации данного электропривода.

Произведен анализ вредных и опасных факторов, анализ воздействия объекта на окружающую среду, а также разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.

CONCLUSION

In this last qualification, a laboratory electrical installation was developed that allows the transfer of toxic, flammable, very clean liquids. In the course of work, several methods for adjusting the speed of a DC motor were considered.

Using DipTrace, a circuit diagram was compiled in accordance with ESKD standards and circuit tracing. The elementary specification has been compiled in accordance with ESKD standards. The chip was installed on the layout. The component was selected to create a laboratory bench.

The coefficient of the scientific and technical level was calculated, which turned out to be quite high, which indicates the high potential of this project. Also, planning of design work, calculation of estimates for the design, calculation of capital investments for the implementation and calculation of costs during the operation of this electric drive were carried out.

Analysis of harmful and dangerous factors, analysis of the impact of the facility on the environment, as well as the development of preventive measures to prevent emergency situations.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория перекачивания жидкостей. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.pump-selection.ru/files/FilesGrundfos/books/2PumpTheory_GMO117_12.04.pdf, свободный (дата обращения: 11.02.2020).
2. Микроэлектродвигатели для систем автоматики : Технический справочник / В. Б. Анненков, И. В. Булин-Соколов, И. И. Васильченко и др.; Под ред. Э. А. Лодочникова и Э. А. Юферова. — Москва: Энергия, 1969. — 272 с.: ил. — Библиогр.: с. 264-269.
3. Брускин, Давид Эммануилович. Электрические машины и микромашины : учебное пособие / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 1990. — 527 с. — ISBN 5060007251.
4. Беспалов, Виктор Яковлевич. Электрические машины : учебник / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Академия, 2013. — 320 с.: ил. — Высшее профессиональное образование. Электротехника. — Бакалавриат. — Библиогр.с. 315. — ISBN 978-5-7695-8497-8.
5. Изучение методов и средств измерения уровня. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KURGANOV/academics/Tab/%D0%98%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8F.pdf>, свободный (дата обращения: 12.02.2020).
6. Микросхема К561ТЛ1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://водолей-нск.рф/cfiles/market/3271/1581081280.pdf>, свободный (дата обращения: 15.02.2020).
7. Микросхема К561LA7. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sdelai-sam.ru/K561LA7.html>, свободный (дата обращения: 15.02.2020).

8. Микросхема К561ИД1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.microshemca.ru/M.K561ID1/>, свободный (дата обращения: 15.02.2020).

9. Микросхема К176ТМ1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.microshemca.ru/M.K176TM1/>, свободный (дата обращения: 15.02.2020).

10. DipTrace практический курс. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://diptrace.com/books/trainings_rus.pdf, свободный (дата обращения: 16.02.2020).

11. Лазерно-утюжная технология. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://electronics.fandom.com/ru/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE-%D1%83%D1%82%D1%8E%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F, свободный (дата обращения: 25.02.2020).

12. Источник стабилизированного питания. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tinko.ru/catalog/product/241819/>, свободный (дата обращения: 10.03.2020).

13. Насос воздушно-водяной R385. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://compacttool.ru/viewtovar.php?id=1665>, свободный (дата обращения: 15.03.2020).

14. ДУ кондуктометрические датчики уровня для резервуаров. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://owen.ru/product/dy_konduktometricheskie_datchiki_dlya_rezervuarov, свободный (дата обращения: 16.03.2020).

15. Абрамов С. Б. Организация производственной деятельности: учебное пособие. – Нижний Новгород, 2009. – 95 с.

16. Производственный календарь на 2020 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/calendar/buhpravo/>, свободный (дата обращения: 15.04.2020).
17. ОКОФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://okof2.ru/330.28.23.23>, свободный (дата обращения: 15.04.2020).
18. Борисова Л. М., Дукарт С. А. Экономика предприятия: учебное пособие. Томский Политехнический Университет. – Томск: Издательство ТПУ, 2011. 63 с.
19. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/, свободный (дата обращения 15.04.2019).
20. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М. ИПК ИС, 2015 – 15 с.
21. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 2001. – 20 с.
22. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Стандартиформ, 2015. – 28 с.
23. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. – М.: ИПК ИС, 2016. – 106 с.
24. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности. – М.: Минздрав СССР, 1986. – 9 с.
25. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. М.: Стандартиформ, 2016. – 102 с.
26. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. – М: ИПК ИС, 2008. – 10 с.
27. С.В. Белов. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). / учебник. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 680 с.

28. Переработка электроники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nature-time.ru/2015/03/kak-osushhestvlyaetsya-pererabotka-elektroniki/>, свободный (дата обращения 25.04.2020).

29. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200139176>, свободный (дата обращения 25.04.2020).

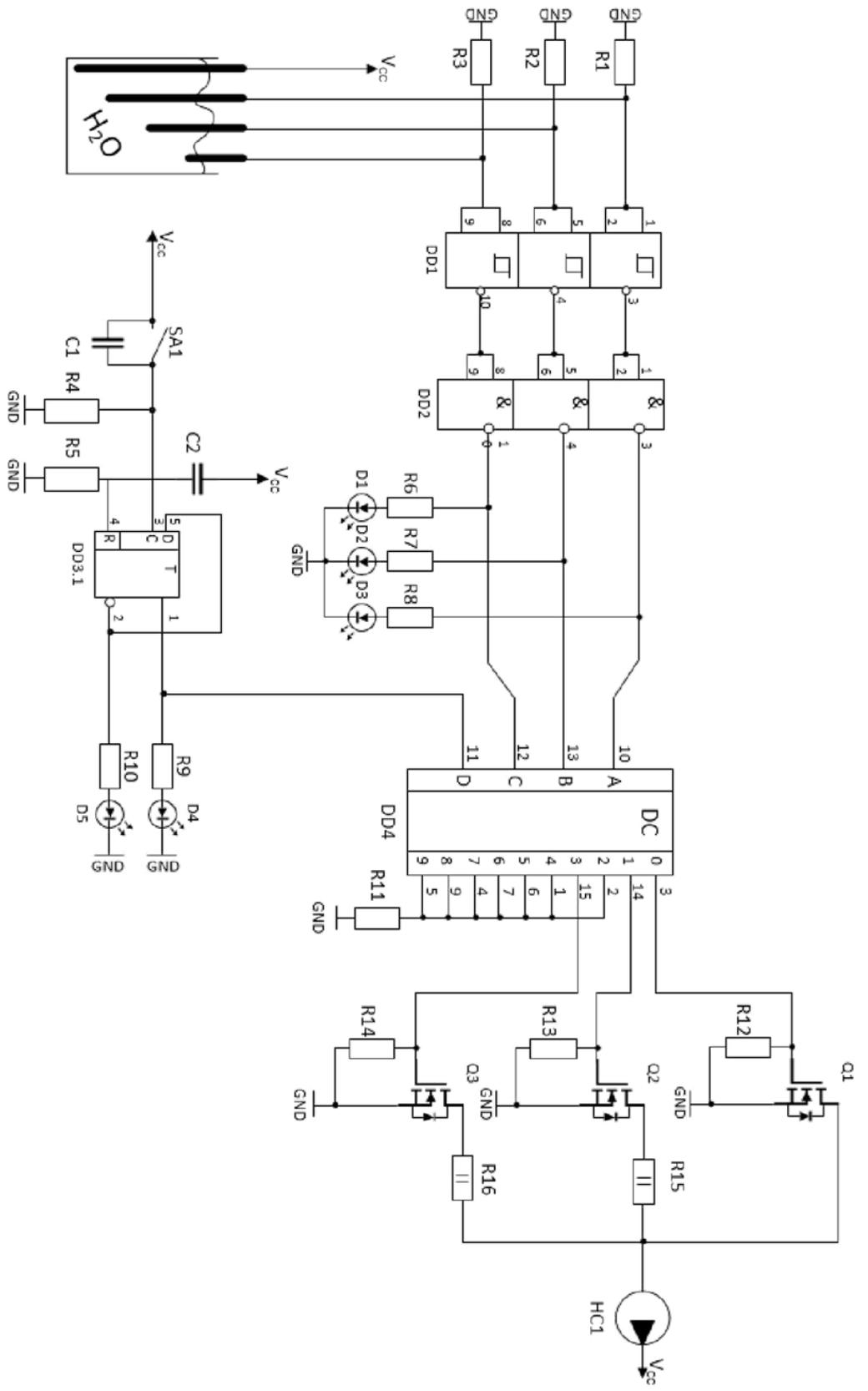
30. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/, свободный (дата обращения 25.04.2020).

ПРИЛОЖЕНИЯ А
(обязательное)
Спецификация элементов

ПРИЛОЖЕНИЯ Б

(обязательное)

Принципиальная электрическая схема



ФЮРА 494530.010

Из	Ли	№ докум.	Под	Да
Разраб.	Муминов Н.К.			
Пров.	Сидорова А.А.			
Н.конт				
Утв.				

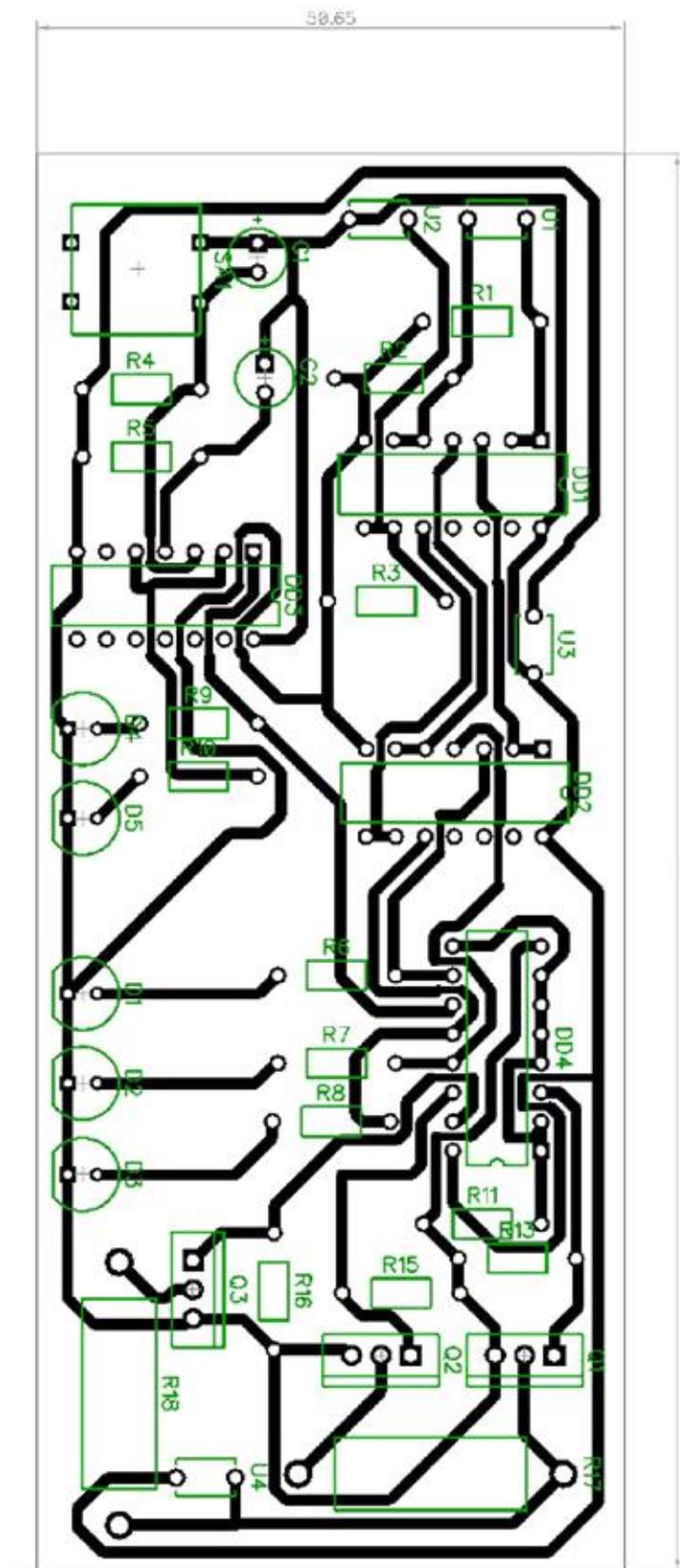
Принципиальная
электрическая схема

Лит.	Лист	Листов
у	2	3
ТПУ ИШИТР		
Группа 8Т6Б		

ПРИЛОЖЕНИЯ В

(обязательное)

Разведенная плата



					ФЮРА 494530.010		
Из	Ли	№ докум.	Под	Да	Разведенная плата		
Разраб.	Муминов Н.К.						
Пров.	Сидорова А.А.						
Н.конт							
Утв.							
					Лит.	Лист	Листов
					У	3	3
					ТПУ ИШИТР		
					Группа 8Т6Б		