

Школа: Инженерная школа энергетики

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

ООП/ОПОП: Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

Отделение школы: НОЦ И.Н. Бутакова

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Автоматическая система регулирования процесса термохимической конверсии растительных отходов

УДК 681.51:662.71

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Гусев Артем Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Озерова Ирина Петровна	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Якимова Татьяна Борисовна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Атрошенко Юлиана Константиновна	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Образовательная программа: Инженерия теплоэнергетики и теплотехники

Специализация: Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК(У)-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях при решении профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен вести инженерную деятельность, разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов
ОПК(У)-4	Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок
ОПК(У)-5	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники, использовать электронные приборы и устройства в производственной деятельности, осуществлять метрологическое обеспечение
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен применять знания теоретических основ теплотехники и гидрогазодинамики при решении научных и практических профессиональных задач

ПК(У)-2	Способен анализировать эффективность современных технологий преобразования энергии в энергетических установках
ПК(У)-3	Способен разрабатывать природоохранные, энерго- и ресурсосберегающие мероприятия на ТЭС
ПК(У)-4	Способен применять знания назначения и принципов действия средств измерений, автоматизации, технологических защит и блокировок в процессе проектирования и эксплуатации АСУ ТП
ПК(У)-5	Способен проектировать объекты теплоэнергетики и тепломеханическое оборудование тепловых электростанций
ПК(У)-6	Способен участвовать в управлении процессом эксплуатации оборудования и трубопроводов ТЭС, контролировать параметры технологических процессов и показатели качества рабочего тела
ПК(У)-7	Способен выполнять предпроектное обследование объекта автоматизации, разрабатывать проектную и конструкторскую документацию АСУ ТП
ПК(У)-8	Способен применять методы специальных расчетов и моделирования при построении АСУ ТП и АСУП

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

Школа: Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 ООП/ОПОП: Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике
 Отделение школы: НОЦ И.Н. Бутакова

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель профиля ООП
 _____ Ю.К. Атрошенко
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
5Б93	Гусев Артем Андреевич

Тема работы:

Автоматическая система регулирования процесса термохимической конверсии растительных отходов	
Утверждена приказом директора ИШЭ	10.02.2023, № 41–34/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2023г.
------------------------------------------	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом автоматизации является установка для газификации растительных отходов под действием мощного светового потока, которая включает в себя: <ul style="list-style-type: none"> – Узлы приготовления и подачи топливной смеси; – Камеру реактора; – Комплекс средств управления солнечным световым потоком; – Линию очистки отходов;
---------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>– Измерительные средства. Данная установка позволяет использовать солнечную энергию для газификации отходов деревообработки и повысить эффективность сжигания растительных отходов.</p>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание объекта автоматизации; 2. Разработка структурной схемы; 3. Разработка функциональной схемы и составление заказной спецификации; 4. Разработка монтажной схемы внешних проводок; 5. Разработка схемы электрических соединений; 6. Разработка общего вида щита управления; 7. Расчет оптимальных параметров настройки регулятора и прямых оценок качества системы регулирования; 8. Разработка мнемосхемы АСР; 9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 10. Социальная ответственность.
Перечень графического материала вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема структурная АСР; 2. Схема функциональная АСР; 3. Заказная спецификация приборов и средств автоматизации; 4. Схема монтажная; 5. Схема электрическая щита автоматизации; 6. Перечень элементов щита автоматизации; 7. Общий вид щита автоматизации
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Якимова Татьяна Борисовна
Социальная ответственность	Ст. преподаватель ООД ШБИП, Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	31.01.2023 г.
-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Озерова Ирина Петровна	к.т.н., доцент		31.01.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Гусев Артем Андреевич		31.01.2023 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 86 страницы, 13 рисунков, 38 таблиц, 36 источников.

Ключевые слова: автоматизация, проектирование, автоматизированная система управления, солнечный поток, газификация растительных отходов, технические средства автоматизации.

Цель работы – разработка автоматизированной системы термохимической конверсии растительных отходов.

В процессе выполнения работы выпускной квалификационной работы (ВКР) было проведено исследование термохимической конверсии растительных отходов. Также выполнен выбор структурной схемы и алгоритма управления. Разработаны структурная, функциональная, принципиальная электрическая схемы, схема внешних проводок и схемы общего вида и чертеж общего вида щита управления. Осуществлен выбор технических средств автоматизации и составлена заказная спецификация.

Обозначение и сокращения

ОММ – отработанное моторное масло;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ИМ – исполнительный механизм;

РО – регулирующий орган;

ПУ – пусковое устройство;

ДЛ – дозатор ленточный;

КР – камера реактора.

Оглавление

Введение.....	11
1. Исследовательская часть.....	12
1.1. Компоненты и приготовление топливных суспензий.....	12
1.2. Экспериментальный стенд.....	12
1.3. Результаты исследования.....	13
2. Проектирование технологического комплекса газификации растительных отходов.....	16
2.1 Разработка структуры КТС автоматизированной системы управления	18
2.2 Описание принципа работы разработанной структурной схемы и назначения входящих в ее состав элементов.....	19
2.3 Разработка функциональной схемы АСР.....	21
2.4 Выбор приборов и средств автоматизации.....	24
2.4.1 Выбор датчиков расхода масла.....	24
2.4.2 Выбор датчиков расхода опилок.....	26
2.4.3 Выбор датчиков температуры.....	27
2.4.4 Выбор датчиков уровня.....	29
2.4.5 Выбор датчиков давления.....	30
2.4.6. Выбор контроллера.....	31
2.5. Составление перечней входных и выходных сигналов.....	34
2.6. Разработка принципиальной электрической схемы щита управления .	36
2.7. Составление перечня элементов щита управления.....	37
2.8. Разработка схемы соединений внешних проводок АСР.....	37
2.9. Разработка общего вида щита управления.....	39
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	42
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	42
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	42
3.1.2 SWOT-анализ.....	44
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	47
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	47

3.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	48
3.3	Бюджет научно-технического исследования	50
3.3.1	Расчет материальных затрат научно-технического исследования ...	51
3.3.2	Расчет амортизации специального оборудования.....	51
3.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	52
3.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	54
3.3.5	Накладные расходы	54
3.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	56
	Выводы по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	59
	Список использованных источников	60

Введение

В связи с сокращением доступности традиционных ископаемых топлив (уголь, нефть и газ) обостряется проблема дефицита энергетических ресурсов. Внедрение в промышленное использование возобновляемых (растительных) топлив позволяет отсрочить проблему исчерпания залежей ископаемых топлив. Однако, для эффективного использования таких смесей нужно создать оптимальные методы их применения, исходя из их физико-химических особенностей.

Кроме тривиального сжигания промышленность давно использует различные методики термохимической конверсии углеводородного сырья, которые позволяют превратить достаточно неудобные по своим свойствам топлива в смесь горючих газов. В связи с гораздо более простым химическим составом, по сравнению с твердыми топливами, генераторный газ является очень удобным промежуточным сырьем. Такие газы могут быть как сожжены в котлах с газовым питанием, так и служить сырьем для химической промышленности. Так как процесс конверсии достаточно затратен, то использование солнечного тепла является достаточно привлекательным фактором, определяющим выбор метода конверсии отходов. Предлагаемый метод конверсии смесевое топлива может быть масштабирован с использованием солнечных концентраторов в качестве источников энергии.

Целями работы являются:

- 1) экспериментальное исследование особенностей процесса термохимической конверсии смесей опилок с отработанным моторным маслом;
- 2) разработка системы, предназначенной для автоматизированного управления процессом термохимической конверсии растительных отходов.

В процессе работы использовались программные пакеты AutoCAD, Mathcad, Microsoft office.

1. Исследовательская часть

1.1. Компоненты и приготовление топливных суспензий

Для определения оптимального соотношения компонентов, позволяющих получить генераторный газ с максимальным содержанием горючих газов, в качестве топлива выступала смесь измельченных древесных опилок и отработанного моторного масла (ОММ). Методом переработки выбрана газификация при непосредственном нагреве топлива мощным потоком сфокусированного света.

В настоящей работе выполнялось восемь опытов с различными соотношениями составов (указаны массовые доли):

- (1) 0% ОММ, 100% опилки;
- (2) 15% ОММ, 85% опилки;
- (3) 35% ОММ, 65% опилки;
- (4) 50% ОММ, 50% опилки;
- (5) 60% ОММ, 40% опилки;
- (6) 75% ОММ, 25% опилки;
- (7) 90% ОММ, 10% опилки;
- (8) 100% ОММ, 0% опилки.

1.2. Экспериментальный стенд

Для выполнения серий экспериментов был собран экспериментальный стенд, показанный на рисунке 1. Работа стенда заключалась в том, что световой поток от полукilоваттной галогеновой лампы фокусировался параболическим зеркалом сквозь окно в крыше ячейки реактора на поверхность слоя топлива. Состав газов, образующихся в камере, анализировался с помощью газоанализатора «Тест-1». Изменение массы получаемых газов измерялось путем взвешивания ячейки на электронных весах «ViBRA AF 225DRCE» в реальном времени. Температура поверхности топлива измерялась с помощью тепловизора «Testo 885-2».

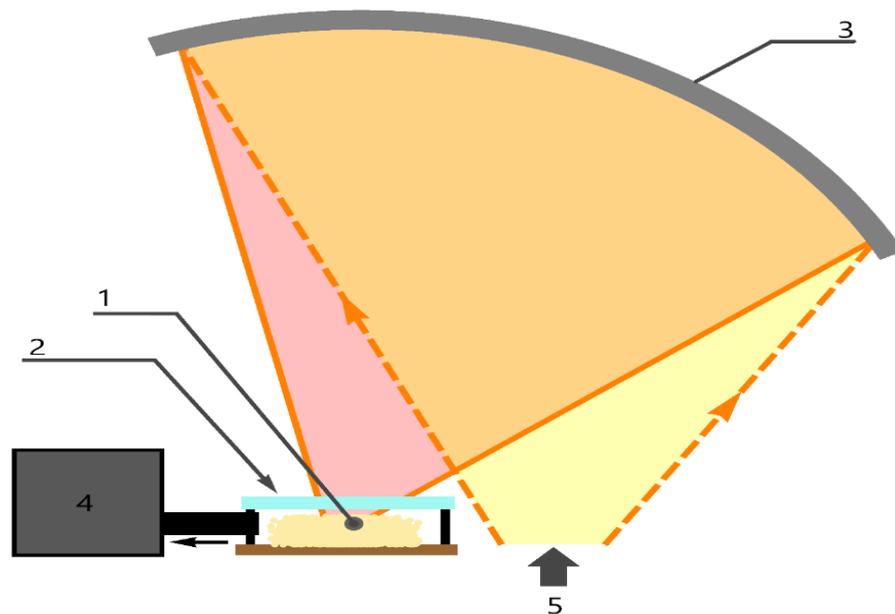


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

1 – топливная смесь, 2 – стекло, 3 – параболическое зеркало, 4 – газодетектор, 5 – лучи света

1.3. Результаты исследования

На рисунке 2 показаны зависимости концентраций получаемых газов в зависимости от массовой доли масла в составе смеси. Видно, что с ростом доли масла до 40 вес. % происходит падение выработки всех газов. При дальнейшем росте доли масла выработка CO_2 продолжает снижаться (синяя кривая). При этом наблюдается рост выработки предельных углеводородов, монооксида углерода и водорода, которые достигают максимума, когда доля масла равна 75-80 вес.%. Таким образом, можно заключить, что при конверсии смеси с таким соотношением компонентов подведенная теплота наиболее эффективно используется – получается генераторный газ с наибольшим содержанием горючих газов. Так как процесс в лабораторном стенде идет с маленькой порцией топлива, которое газифицируется в воздушной атмосфере, то камера содержит большое количество азота. Поэтому объемные концентрации газов не превышают 5%. Исходя из полученного соотношения газов в смеси, можно оценить максимальную теплоту сгорания генераторного газа – 31,5 МДж/кг.

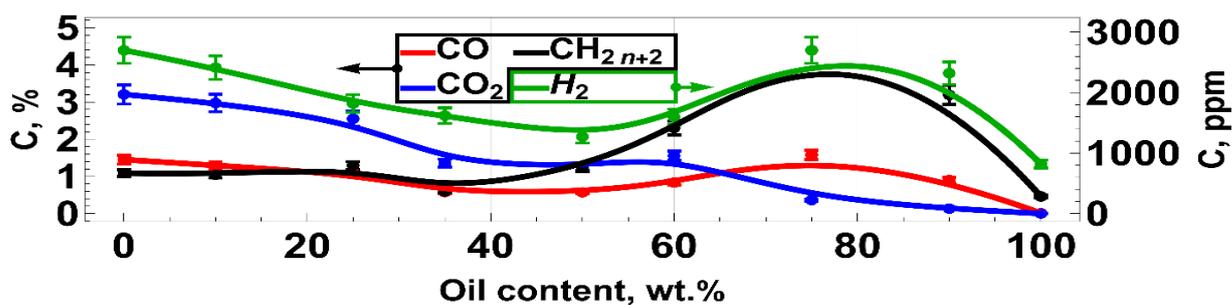


Рисунок 2 – Зависимость концентраций при различных массовых долях ОММ

На рисунке 3 показана зависимость температуры поверхности слоя топлива от доли масла в смеси. Видно, что при постоянной мощности стороннего нагрева, температура растет, когда доля масла выше 60 вес.%. Данный факт отражает преимущественно рост вклада теплового эффекта окисления топлива в процесс его разогрева. Т.е. конверсия смесей с 75-80 вес. % масла эффективно задействует теплоту окисления в сравнении со смесями, имеющими меньшую долю масла. Смеси с более высокой концентрацией масла демонстрируют большие температуры, однако, газогенерация в целом снижается, снижая общую эффективность конверсии.

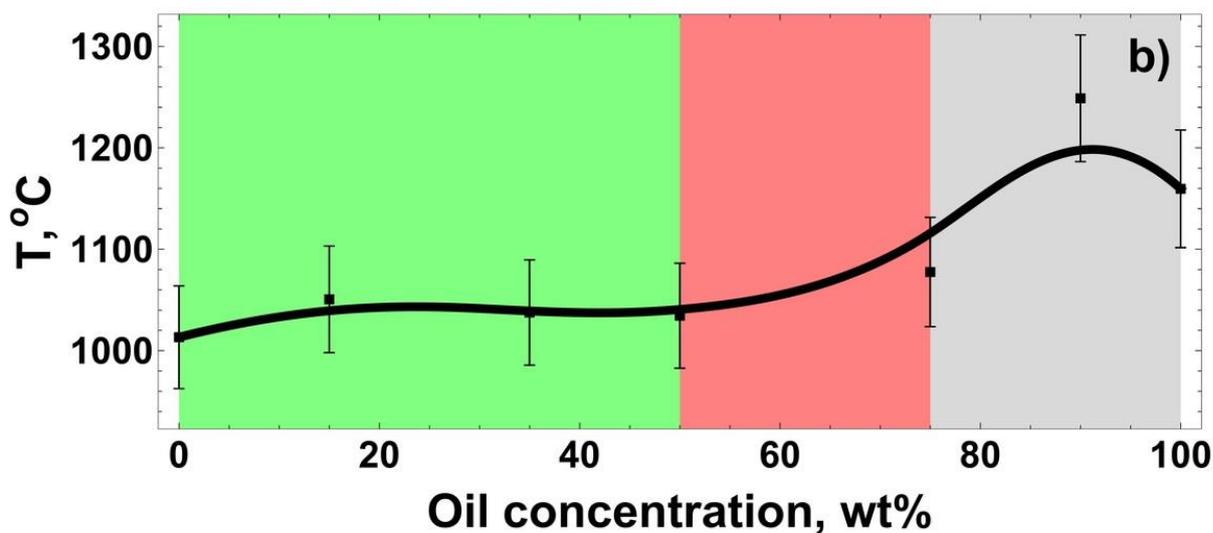


Рисунок 3 – Температура поверхности слоя при различных массовых долях ОММ

На рисунке 4 показана зависимость массы генераторного газа от времени для смесей с различной долей масла. Данные зависимости характеризуют общую производительность процесса конверсии. Видно, что наибольшую скорость горения демонстрируют сухие опилки с выработкой наибольшего количества газов (преимущественно CO_2). Добавление масла резко снижает выработку газов, однако, когда его доля достигает 50 вес.%, производительность газогенерации почти восстанавливается. Для смеси с 75-80 вес.% масла производительность конверсии составляет порядка 70-75% от максимума, наблюдавшегося для сухих опилок. На рисунке 5 показана зависимость затрат энергии на производство одного килограмма генераторного газа. Уровень затрат резко растет, когда доля масла превышает 80 вес.%. Стоит отметить, что общий уровень затрат энергии достаточно велик ($\sim 100 \text{ МДж/кг}$). Т.е. процесс конверсии шел с заметным избытком подвода тепла. Исходя из результатов предыдущих исследований, для поддержания достаточной температуры можно снизить мощность световой накачки до 50-60% от использованной. Следовательно, уровень затрат энергии может быть снижен вдвое. Данная цифра все еще остается очень весомой, однако, с учетом того, что промышленная конверсия предполагается за счет солнечного света, величина затрат не является достаточно весомым фактором. Возможность рекуперации тепла, переизлучаемого ячейкой в ходе конверсии, позволяет еще более повысить энергетическую эффективность предлагаемого подхода.

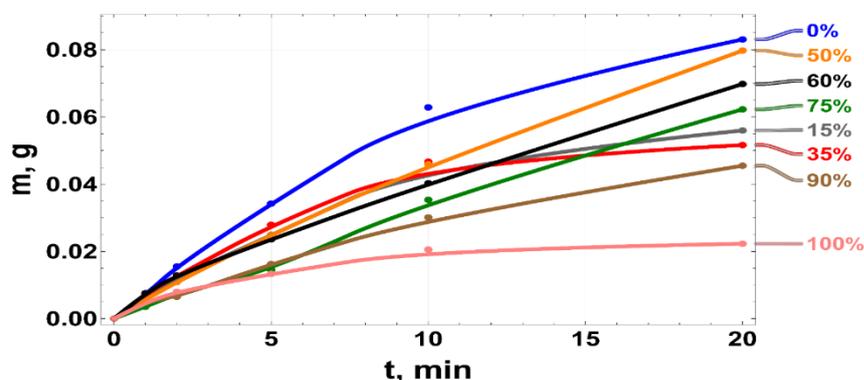


Рисунок 4 – Зависимость массы генераторного газа от времени для смесей с различной долей масла

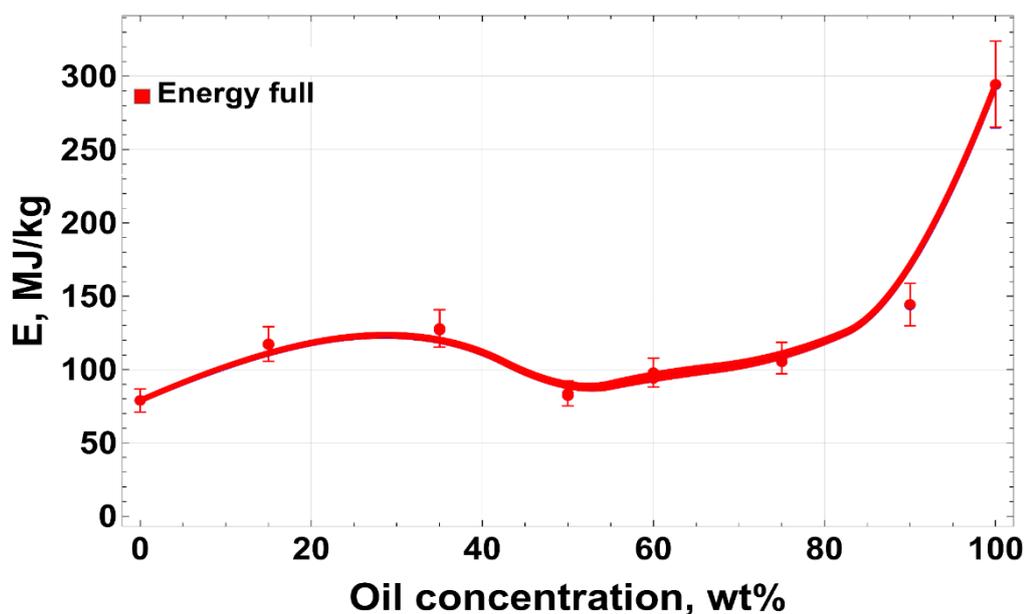


Рисунок 5 – Зависимость затрат энергии на производство одного килограмма генераторного газа

В ходе исследования было определено оптимальное соотношение компонентов смесового топлива, позволяющее получать генераторный газ с максимальной концентрацией горючих компонентов (~80 мас.% масла). Данное соотношение компонентов топлива будет использоваться в дальнейшем в ВКР.

Использование мощного светового потока для нагрева топлива позволяет организовать переработку отходов за счет сфокусированного солнечного света ($I \sim 900 \text{ Вт/см}^2$). Затраты энергии на конверсию отходов в генераторный газ не превышают 100 МДж/кг.

2. Проектирование технологического комплекса газификации растительных отходов

Объектом автоматизации является установка газификации растительных отходов. Рисунок 6 иллюстрирует структуру объекта автоматизации.

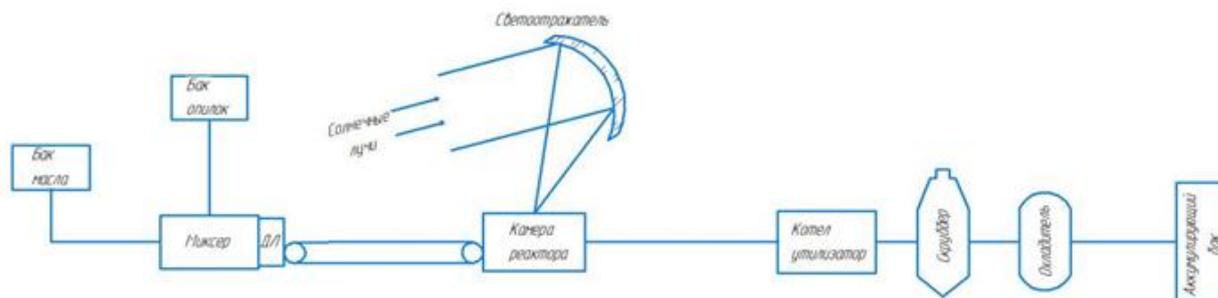


Рисунок 6 – Структура объекта автоматизации

Для газификации растительных отходов разработано несколько установок. На рисунке 7 представлена одна из таких установок.

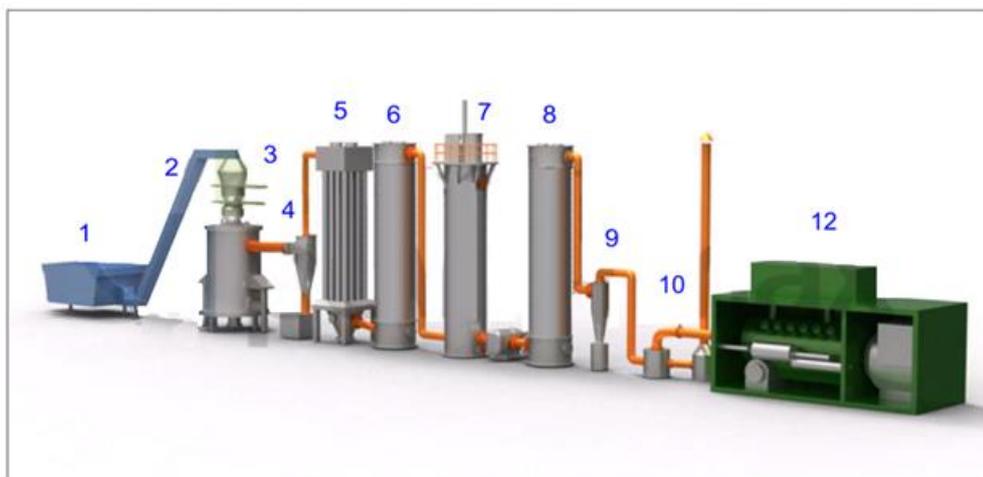


Рисунок 7 – Установка газификации биомассы:

- 1 - Контейнер для биомассы; 2 - Подающий конвейер; 3 – Газификатор;
- 4 - Циклон очистки газов; 5 - Охладитель газов; 6 - Охладитель газов;
- 7 - Рекуператор тепла; 8 - Охладитель газов; 9 – Осушитель;
- 10 - Буферная емкость ;11 - Газовая горелка; 12 – Газогенератор.

Установка газификации – установка, реализующая процесс термохимической конверсии, то есть преобразование топлива в горючий газ.

Типичные установки реализуют автотермический процесс газификации. В дипломной работе используется метод аллотермической газификации, который использует энергию внешнего источника тепла для

конверсии топливной смеси в генераторный газ. Для такой установки не подойдет типичный газификатор, в котором тепло вырабатывается за счет сгорания малой части топлива. Поэтому было принято решение на основе типичных моделей разработать установку, в которой газификация топлива происходит за счет энергии солнечного света, а не сжигания части топлива.

Основной задачей является регулирование расхода опилок и масла, интенсивности солнечного излучения. Принцип работы установки газификации: опилки и масло поступают в камеру смешивания, откуда направляются в камеру реактора. С помощью солнечной энергии смесь преобразуется в генераторный газ, который, проходя через несколько стадий очистки, попадает в аккумулирующий баллон. В таблице 1 представлен список контролируемых и регулируемых параметров.

Таблица 1 – Список регулируемых и контролируемых параметров

Регулируемые параметры	Контролируемые параметры
Расход опилок (1,5 т/ч)	Состав газов
Расход масла (3,5 т/ч)	Температура (°С)
Интенсивность излучения (900 Вт/см ²)	Давление (кПа)

В таблице 2 представлен список возмущающих и регулируемых воздействий.

Таблица 2– Список возмущающих и регулируемых воздействий

Возмущающие воздействия	Регулируемые воздействия
Интенсивность излучения	Положение зеркала

2.1 Разработка структуры КТС автоматизированной системы управления

При разработке проекта автоматизации, в первую очередь, необходимо разобраться, с каких мест те или иные участки объекта будут управляться, где будут располагаться пункты управления. Под структурой управления

понимается совокупность частей автоматической системы, на которые она может быть разделена по определенному признаку, а также пути передачи воздействий между ними. Графическое изображение структуры управления называется структурной схемой.

Выбор структуры управления объектом автоматизации оказывает существенное влияние на эффективность его работы, снижение относительной стоимости системы управления, ее надежности, ремонтной способности и т.д.

2.2 Описание принципа работы разработанной структурной схемы и назначения входящих в ее состав элементов

Для выполнения необходимых требований АСР необходимо контролировать и регулировать параметры, применяемые при работе данной системы. На рисунке 8 приведена структурная схема АСР термохимической конверсии растительных отходов.

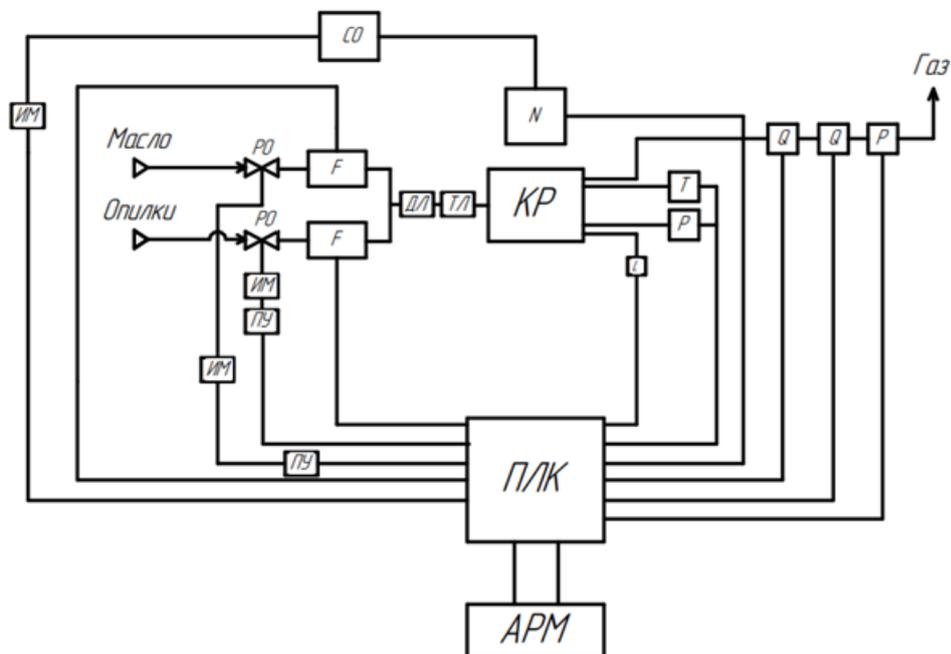


Рисунок 8 – Структурная схема автоматизации

Система автоматизации состоит из объекта автоматизации и системы управления этим объектом. В результате определенной связи между объектом автоматизации и системой управления, система автоматизации в общем

обеспечивает необходимый результат функционирования объекта. Элементы структурной схемы АСР представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Элементы, входящие в состав структурной схемы АСР

Элемент	Условное обозначение на чертеже	Назначение
Датчик давления	Р	Мониторинг давления газа с передачей сигнала о полученных измерениях
Датчик уровня	L	Отслеживание количества золы по уровню его поверхности в ёмкости
Датчик температуры	T	Измерение температуры
Газоанализатор	Q	Анализ и определение состава смеси газов
Датчик солнечного излучения	N	Преобразование измеряемой температуры в сигнал
Расходомер	F	Измерение расхода топлива
Дозатор ленточный	ДЛ	Дозирование смеси топлива
Транспортер ленточный	ТЛ	Перемещение смеси топлива
Пусковое устройство	ПУ	Принудительное вращение механизма
Исполнительный механизм	ИМ	Воздействие на объект управления
Регулирующий орган	РО	Осуществление управления входами объекта управления
Программируемый логический контроллер	ПЛК	Автоматизация технологического процесса
Автоматизированное рабочее место	АРМ	Измерение и регулирование температуры, давления, расхода, значения величин, которые могут преобразовываться в унифицированные сигналы

Принцип работы заключается в следующем. Опилки поступают в камеру смешения по трубопроводу. В трубопроводе установлен расходомер.

Масса опилок, поступившая в камеру смешения, вычисляется с помощью математических операций. Моторное масло поступает через РО и контролируется с помощью расходомера. Масса масла вычисляется с помощью математических операций. В камере смешения происходит перемешивание компонентов композиционного топлива. Для получения равных по массе и геометрическим размерам порций топлива используется ДЛ. Полученная порция биотоплива поступает в камеру реактора (КР). В камере реактора происходит газификация топлива. Контроль безопасности и характеристик процесса газификации происходит с помощью датчиков температуры и давления. Мощность падающего на топливо светового потока измеряется с помощью специального датчика. Для компенсации изменения угла падения солнечных лучей на зеркало установлен ИМ, который регулирует положение зеркала в зависимости от времени. Образовавшаяся в ходе технологического процесса зола попадает в золоуловитель. Уровень образовавшейся золы в золоуловителе измеряется с помощью датчика уровня. Генераторный газ проходит несколько стадий очистки. В ходе прохождения системы фильтрации происходит измерение газового состава с помощью газоанализаторов, находящихся на входе и на выходе системы фильтрации газа. Очищенный генераторный газ поступает в аккумулирующий баллон. В аккумулирующем баллоне измеряется давление газа для определения заполняемости. Собранная информация со всех датчиков поступает в ПЛК. На основе полученной информации ПЛК регулирует расход компонентов, положение зеркал.

Разработанная структурная схема автоматизированной системы представлена на листе с шифром ФЮРА.421000.008 С1.

2.3 Разработка функциональной схемы АСР

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических

процессов. Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулируемыми органами [1].

Функциональная схема является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

В процессе разработки функциональной схемы необходимо решить следующие задачи:

- изучить технологическую схему автоматизируемого объекта;
- определить местоположение точек отбора информации;
- выбрать структуру измерительных каналов;
- выбрать методы и технические средства получения, обработки, передачи и представления информации;
- контроль технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования, их регистрация;
- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

Технологическое оборудование на функциональной схеме изображено в виде контуров, упрощённых до такой степени, которая позволяет показать,

как взаимосвязь отдельных частей технологической цепи, так и принцип её действия, а также взаимодействие с датчиками и другими техническими средствами системы автоматизации. Функциональная схема АСР процесса термохимической конверсии растительных отходов на рисунке 9.

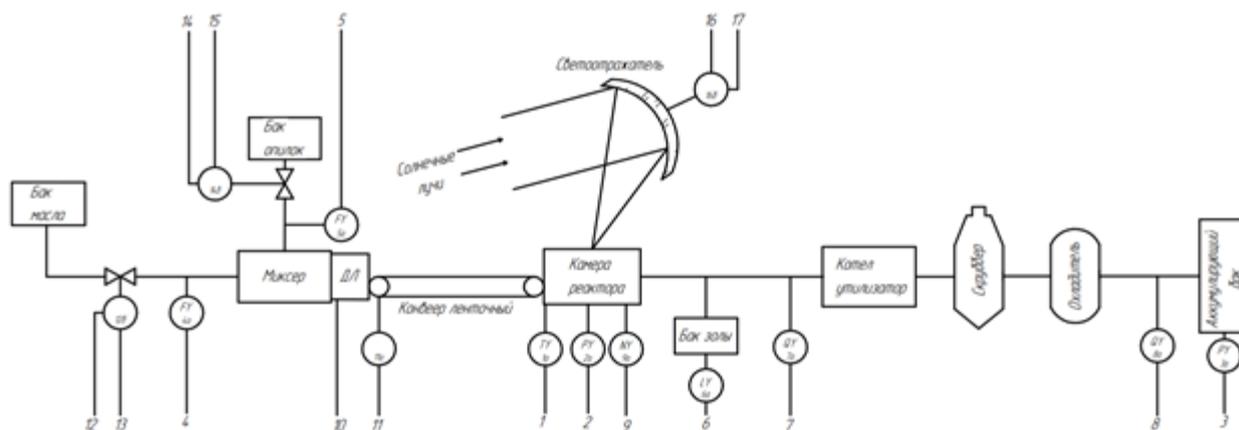


Рисунок 9 – Технологическая схема: АСР процесса термохимической конверсии растительных отходов

TY – унифицированный датчик давления для измерения температуры, установленный по месту.

PY – унифицированный датчик давления для измерения давления, установленный по месту.

FY – унифицированный датчик расхода для измерения расхода, установленный по месту.

LY – унифицированный датчик уровня для измерения уровня, установленный по месту.

Изображение датчиков, исполнительных механизмов представляет собой окружность, от которой отходит линия связи с присвоенным ей номером. От них отводятся линии связи с номером измерительного или управляющего канала. Все эти линии затем ведутся в шкаф автоматизации, в котором находится контроллер. После прохождения сигналов через контроллер происходит поступление их на АРМ оператора.

В верхней части чертежа в области технологического оборудования показано размещение датчиков температуры, давления, расхода и уровня, а также исполнительных механизмов с регулирующими органами.

В нижней части чертежа условно прямоугольниками показаны приборы по месту, щит автоматизации, контроллер, АРМ оператора.

На данном этапе были определены измерительные каналы (1–9), каналы регулирования (10 - 14). Измерительный канал 1 служит для передачи сигнала о величине температуры от датчика температуры с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА на контроллер. Измерительные каналы 2, 3 служат для передачи сигнала о величине давления от датчика давления с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА на контроллер. Измерительные каналы 4, 5 служат для передачи сигнала о величине расхода от датчика расхода с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА на контроллер. Измерительный канал 6 служит для передачи сигнала о величине уровня от датчика уровня с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА на контроллер. Каналы 10 - 14 используются для передачи управляющего сигнала на электроприводы.

Разработанная функциональная схема автоматизированной системы представлена на листе с шифром ФЮРА.421000.008 С2.

2.4 Выбор приборов и средств автоматизации

2.4.1 Выбор датчиков расхода масла

Расходомер — прибор, измеряющий массовый или объёмный расход вещества, проходящий через данное сечение потока в единицу времени, например, через поперечное сечение трубопровода.

Для измерения количества подаваемого масла и опилок в миксер необходимо установить расходомер в магистрали подачи. Датчики расхода работают по разному принципу и имеют разные характеристики. Рассмотрим три расходомера масла и биомассы, работающих по разному принципу:

- электромагнитный расходомер фирмы «Endress+Hauser» типа Promag 53P;
- кориолисовый расходомер фирмы «Endress+Hauser» типа Proline Promass 80F;
- ультразвуковой расходомер фирмы «Эй-Си Электроник» типа US800.

Технические характеристики электромагнитных расходомеров представлены в таблицах 4 – 6.

Таблица 4 – Технические характеристики электромагнитного расходомера Promag 53P [2]

Наименование	Значение
Токовый выход	0-20 или 4-20 мА
Импульсный частотный выход	верхнее значение частоты 2...1000 Гц,
Интерфейс	RS-485, MODBUS
Питание	220 В АС или 24 В DC
Нормальные рабочие условия	температура среды: +80 °С
Предел основной приведенной погрешности	±0,5 %
Измерение расхода	до 9600 м ³ /ч

Таблица 5 – Технические характеристики расходомера Proline Promass 80F [3]

Наименование	Значение
Токовый выход	4-20 мА
Питание	220 АС или 24 DC
Диапазон измерения	до 3200 т/ч

Продолжение таблицы 5

Предел основной приведенной погрешности	$\pm 0,35 \%$
Рабочая температура	минус 50 до плюс 350 °С
Интерфейс	RS-485

Таблица 6 - Технические характеристики ультразвукового расходомера фирмы «Эй-Си Электроник» типа US-800 [4]

Наименование	Значение
Токовый выход	4-20 мА
Интерфейс	RS-485
Питание	24 В
Потребляемая мощность	17 Вт
Рабочие условия	-40...+180 °С
Предел основной приведенной погрешности	$\pm 1 \%$
Измерение расхода	до 6500 м ³ /ч

Проведя анализ технических характеристик преобразователей расхода, делаем вывод о том, что расходомер фирмы Эй-Си Электроник типа US800 подходит для нашей системы по диапазону рабочих температур и классу точности. Цена данного расходомера составляет 49500 руб.

2.4.2 Выбор датчиков расхода опилок

Выбор расходомера топлива и инертного материала осуществлялся по каталогу завода-изготовителя «ENVEA Process GmbH» и представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики расходомеров [5-7]

	Расходомер PicoFlow	Расходомер SolidFlow 2.0	Расходомер MaxxFlow
Диапазон измерений	0,01...0,1 т/ч	0,1...20 т/ч	20...150 т/ч
Выходные сигналы	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА
Предел допускаемой основной приведенной погрешности	±2-3%	±2-3%	±2-3%

Так как расход инертного материала и топлива не превышает 10 т/ч, то более предпочтительным вариантом является «SolidFlow 2.0», поэтому в качестве расходомера выбираем «SolidFlow 2.0», так как он соответствует необходимым требованиям и техническим характеристикам.

2.4.3 Выбор датчиков температуры

Для измерения температуры газа во время газификации в камере реактора используются как термопреобразователи сопротивления, так и термоэлектрические преобразователи. Компания «Метран» представляет большой выбор датчиков для измерения температуры. Рассмотрим некоторые из них.

1) Интеллектуальный преобразователь температуры Метран-281

Конструктивно ИПТ Метран 281 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя, встроенного в корпус соединительной головки. Электронный преобразователь преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4...20 мА. Технические характеристики в таблице 8.

Таблица 8 – Основные технические характеристики интеллектуального преобразователя температуры Метран–281 [8]

Наименование характеристик	Метран-281
Диапазон измеряемых температур, °С	От -50 до +1000
Предел допускаемой основной приведенной погрешности	0,4%
Номинальная статистическая характеристика	К
Степень защиты	IP65

2) Термопары предназначены для измерения температуры разных сред, которые не вступают в химическую реакцию с защитным корпусом преобразователя. Рассмотрим несколько модификаций и область их применения:

ТП-1388 – служит для измерения температуры при переработке резиновых смесей и пластических масс, газообразных, твердых и жидких тел [9];

ТП-2088 – служит для измерения температуры газообразных, твердых и жидких тел. Чувствительный элемент – КТМС-кабель. Применяется в различных отраслях промышленности [10];

ТП-2388 – служит для измерения температуры газообразных, твердых и жидких тел. Применяется в различных отраслях промышленности [11].

Метрологические характеристики представленных модификаций приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Номинальная статическая характеристика (НСХ) и класс допуска

НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, °С
ХА (К)	1	-40...+1000
	2	-40...+1200
ХК (L)	2	-40...+600
ХКн (Е)	1	-40...+600
	2	-40...+600

Выбираем ТП-2088 с НСХ ХА(К) Класс- 2. Он имеет широкий диапазон измерения, который подходит для данной установки.

2.4.4 Выбор датчиков уровня

Датчик уровня предназначен для определения уровня содержимого в открытых и закрытых сосудах, резервуарах, хранилищах и других емкостях. Выбор уровнемера осуществлялся по каталогам заводов-изготовителей. Характеристики уровнемеров представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики уровнемеров [12, 13]

	Rosemount 3300	Rosemount 5300	УЛМ-31А1-НФ- F-LC
Диапазон измерений	до 23,5 м	до 50 м	0,6...15 м
Температура дымовых газов	-40...150°С	-196...400°С	неограничено
Выходные сигналы	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА
Предел допускаемой основной приведенной погрешности	±5 мм	±3 мм	±5 мм

Из таблицы 10, видно, что наиболее подходящим и лучшим вариантом является «УЛМ-31А1-НФ-F-LC», поэтому в качестве уровнемера выбираем его, так как он соответствует необходимым техническим требованиям.

2.4.5 Выбор датчиков давления

Датчики давления предназначены для непрерывного измерения и преобразования значений абсолютного, избыточного давления, разрежения, избыточного давления-разрежения, разности давлений, гидростатического давления (уровня) жидких и газообразных, в том числе агрессивных, сред, газообразного кислорода и кислородосодержащих газовых смесей в унифицированный выходной токовый сигнал и (или) цифровой сигнал на базе HART-протокола, или цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 по протоколу Modbus RTU.

Для работы системы необходимо измерение давления в камере реактора. В соответствии с этим, рассмотрим датчики давления и сравним их технические характеристики.

Рассмотрим два датчика давления ЕМА РА1142 и DMP 331i.

Датчик давления жидкостей и газа РА1142 используется в составе автоматизированных систем контроля давления рабочей среды в различных исполнительных пневматических и гидравлических системах.

Основные технические характеристики датчика давления ЕМА РА1142 [14]:

1. измеряемый диапазон давлений – от 0 до 0.5 Мпа;
2. преобразование давления в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА;
3. степень защиты корпуса и электроразъема преобразователя – IP68;
4. основная погрешность – 0.5%;

Основные технические характеристики датчика давления DMP 331i:

1. измеряемый диапазон давлений – от 0 до 0.4 Мпа;
2. преобразование давления в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА;
3. степень защиты корпуса и электроразъема преобразователя – IP65;
4. основная погрешность – 0.1%;

Выбираем «ЕМА РА1142», так как он соответствует техническим характеристикам необходимых измерений.

2.4.6. Выбор контроллера

В качестве регулирующего устройства используется контроллер. В ВКР рассматривались 3 контроллера от различных производителей, таких как: «ЭЛСИ»; «Schneider Electric»; «Siemens». Для реализации задачи необходимо 3 аналоговых входа для регистрации газоанализа. Также необходимо учитывать цену контроллера. Проведем сравнение характеристик контроллеров этих производителей.

Рассмотрим ПЛК фирмы «ЭЛСИ-ТМК», цена которого составляет 15000 рублей. Технические характеристики приведены в таблице 10.

Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМК является отличным выбором для построения малого и среднего масштаба систем в области промышленной автоматизации. Модульная архитектура контроллера позволяет масштабировать решения - от одиночного контроллера до территориально-распределенной системы телемеханики целого производства. ПЛК ЭЛСИ-ТМК можно использовать для построения различных системных архитектур: одиночные системы с локальными входами-выходами, системы распределенного ввода-вывода и системы с удаленным вводом-выводом [15].

Таблица 11 – Технические данные ЭЛСИ ТМК

Параметры	Характеристики
Напряжение питания от источника постоянного тока, В	24±4
Напряжение питания от сети переменного тока, В	220±44
Потребляемая мощность, Вт	110
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+60
Относительная влажность, %	95
Атмосферное давление, кПа	84-106,7

Продолжение таблицы 11

Степень защиты	IP20
Средний срок службы, лет	10

Далее рассмотрим ПЛК фирмы «Siemens», цена которого составляет 59000 рублей. Применяется для решения задач автоматизации среднего уровня. Исполнение контроллера блочно-модульное. Технические характеристики S7-200 приведены в таблице 12 [16].

Таблица 12 – Технические характеристики контроллера S7-200

Центральные процессоры	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
1	2	3	4	5	
Объем памяти программ (EEPROM), КБ (вкл/выкл редактирование в режиме RUN)	4	8 / 12	12 / 16	16 / 24	
Объем памяти данных, КБ	2	8	10		
Время выполнения инструкций	0,2 мкс				
Арифметика с плавающей запятой	Поддерживается				
ПИД-регулирование	Поддерживается				
Скоростной счет, кГц	4x30	6x30	4x30 +2x200	6x30	
Импульсные выходы, кГц	2x20			2x100	2x20
	только в моделях с транзисторными выходными каскадами				

Продолжение таблицы 12

Количество таймеров / счетчиков / флагов	256/256/256				
Часы	Опциональный картридж		Встроенные		
Кол-во встроенных портов RS 485	1		2		
Кол-во встроенных входов-выходов	6 DI + 4 DO	8 DI + 6 DO	14 DI + 10 DO	14 DI + 10 DO 2 AI + 1 AO	24 DI + 16 DO
Кол-во модулей расширения, не более	–	2	7		
Макс. кол-во входов-выходов системы	6 DI + 4 DO	40 DI + 38 DO; 8(0)AI + 2(4)AO	94 DI + 74 DO; 28(0)AI+7(14)AO	94 DI + 74 DO; 30(2)AI + 8(15)AO	128 DI + 120 DO; 28(0)AI + 7(14)AO
Выходной ток встроенного блока питания	180 мА		280 мА		400 мА

Рассмотрим ПЛК фирмы «ОВЕН», цена которого составляет 20000 рублей, технические характеристики приведены в таблице 13.

ОВЕН ПЛК150 – моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации малых систем. Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК150 предназначен для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в различных областях промышленности, жилищного, коммунального и сельского хозяйства [17].

Таблица 13 – технические данные ОВЕН ПЛК150

Параметры	Характеристики
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания, В	90-264
Потребляемая мощность, Вт	6
Индикация передней панели	1 индикатор питания 6 индикаторов состояний дискретных входов 4 индикатора состояний входа 1 индикатор работы программы пользователя 1 индикатор наличия связи с CODESYS
Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN рейку

Выбираем контроллер фирмы «ЭЛСИ-ТМК». Он подходит для реализации АСУ, так как при наименьшей стоимости имеет необходимые характеристики. Выбранный ПЛК имеет 12 аналоговых входов, а для реализации автоматической системы регулирования расхода топлива необходимо 3 аналоговых входа в контроллер.

Выбранные технические средства, необходимые для реализации проектируемой системы, приведены в заказной спецификации, представленной на ФЮРА.421000.008. С01.

2.5. Составление перечней входных и выходных сигналов

Перечень входных и выходных сигналов является неотъемлемым и фундаментальным документом при описании системы АСУ ТП. Без данного документа невозможно подойти к оценке объема системы, состава объектов управления, подойти к созданию конструкторской документации. Таблица ввода-вывода содержит большое количество информации о составе входящих в объект сигналов, таких, как диапазон измерений, пороговые

границы, типы приборов, типы защит и прочее. В таблице 14 приведен перечень входных и выходных сигналов.

Таблица 14 – Перечень входных и выходных сигналов

Тип сигнала	Наименование сигнала
Аналоговый	Измерение температуры (камера реактора)
	Измерение состава газа (газопровод)
	Измерение состава газа (газопровод)
	Измерение излучения (камера реактора)
	Измерение давления (камера реактора)
	Измерение давления (аккумулирующий бак)
	Измерение расхода масла
	Измерение расхода опилок
	Измерение уровня золы в баке
Дискретный	Задвижка закрыта (конвейер ленточный)
	Задвижка открыта (конвейер ленточный)
	Задвижка закрыта (подача масла)
	Задвижка открыта (подача масла)
	Задвижка закрыта (подача опилок)
	Задвижка открыта (подача опилок)
	Задвижка закрыта (светоотражатель)
	Задвижка открыта (светоотражатель)
	Задвижка открыть (конвейер ленточный)
	Задвижка закрыть (конвейер ленточный)
	Задвижка открыть (подача масла)
	Задвижка закрыть (подача масла)
	Задвижка открыть (подача опилок)
	Задвижка закрыть (подача опилок)
	Задвижка открыть (светоотражатель)
Задвижка закрыть (светоотражатель)	

2.6. Разработка принципиальной электрической схемы щита управления

Электрическая схема соединений – это схема, которая показывает все устройства и элементы, где они входят в состав изделия, показывая их входные и выходные элементы, а также соединения между устройствами и элементами.

Электрическая схема соединений является основным документом, необходимым для проектирования монтажной схемы, проведения пусконаладочных работ и эксплуатации устройств и систем. Также схемы необходимы для изучения принципа действий системы при выполнении наладочных работ и эксплуатации.

Для проектирования электрической схемы соединений нужно:

- 1) нанести на схему условное изображение технических средств;
- 2) произвести соединение проводок с клеммами устройств;
- 3) пронумеровать провода.

Линии связи состоят из горизонтальных и вертикальных отрезков и обладают минимальным числом взаимных пересечений.

Электропитание большинства технических средств осуществляется от щита питания постоянным напряжением 24 В. Расходомер переменного давления и частотные преобразователи запитываются переменным напряжением 220 В, 50 Гц.

Измеряемые величины преобразуются в унифицированный токовый сигнал 4...20 мА, затем эти сигналы поступают на измерительные разделительные преобразователи ЕТ 422, являющиеся гальванической развязкой и барьером искрозащит. Затем сигналы поступают на вход модуля аналогового ввода.

Работа контроллера заключается в обработке информации, полученной с полевого уровня. Затем на основе программно-заданных алгоритмов формируется управляющий сигнал, который будет передан на частотный преобразователь.

Сигнал обратной связи о значении мощности насоса будет получен от частотного преобразователя, подключенного к контроллеру.

Схема электрических соединений АСР процесса термохимической конверсии растительных отходов, разработанная в данном проекте, представлена на листе ФЮРА 421000.008 ЭЗ

2.7. Составление перечня элементов щита управления

Для однозначной записи в сокращенной форме сведений об элементах и устройствах применяются условно буквенные обозначения согласно ЕСКД ГОСТ 2.710-81. Прописные буквы, а также цифры латинского алфавита присвоены элементам схемы, согласно их назначению. На основании принятых обозначений составлен перечень элементов.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. Перечень элементов оформляют в виде таблицы по ГОСТ 2.701. Если перечень элементов помещают на первом листе схемы, то его располагают, как правило, над основной надписью. Для электронных документов перечень элементов оформляют отдельным документом.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп — и между элементами.

Перечень элементов приведен на чертежах с шифром ФЮРА.421000.008 ПЭЗ в количестве 2 листов.

2.8. Разработка схемы соединений внешних проводок АСР

Проектирование схемы соединений внешних проводок подразумевает собой изображение прокладываемых проводов, кабелей, защитных труб,

коробов, лотков и металлорукавов, находящихся вне щитов с указанием номера, длин и марок. На схемах в виде условных обозначений изображаются:

- первичные преобразователи и отборные устройства;
- приборы и средства автоматизации, которые устанавливаются вне щитов;
- щиты и пульта;
- вспомогательные устройства (соединительные и протяжные коробки, коробки свободных концов термопар и т.д.);
- устройства заземления щитов, приборов и т.д.

На монтажной схеме в верхней части отображается таблица с измеряемыми параметрами, измеряемых сред, расположение датчиков и их позиции. От датчиков идут кабели, у которых прописано название кабелей, количество жил и количество используемых жил, а также учитывается протяженность проводов. Также условно изображены клеммы, к которым подходят линии кабелей, соединительные коробки и сальники. Также проведены линии до шкафа автоматизации.

Помимо требований к материалу проводников (медь и алюминий) и допустимым сечениям при выборе проводов и кабелей особое внимание должно уделяться соответствию их технических данных условиям окружающей среды. Необходимо, чтобы изоляция, защитные оболочки и наружные покрытия проводов и кабелей отвечали условиям окружающей среды и принятому способу выполнения электропроводки. При выборе проводов и кабелей необходимо учитывать резерв жил.

Щит автоматизации изображен в виде прямоугольника в нижней части чертежа. Первичные преобразователи, внешние приборы и шкаф управления соединены между собой электрическими линиями связи, выполненными с помощью электрических кабелей и проводов.

Для линий питания выбираем кабели с медными жилами типа ВБШвнг(А)–LS сечением 4 мм². Для информационных линий выбираем

кабели с сечением медных жил 1 мм^2 типа МКЭКШвнг(А)–LS. Для проводов заземления выбираем ПуГВ с сечением медных жил 6 мм^2 .

В щите автоматизации для соединения сборки зажимов, контроллера и блока питания используем провод марки ПВ–1.

Проводки, подключаемые к зажимам и клеммам технических средств, маркированы в соответствии с принципиальной схемой. К соединительной коробке КСК-8 подключаются кабели, где собираются в один общий кабель МКЭКШвнг(А)–LS $8 \times 2 \times 1,0$, который подключается в щит автоматизации через сборку зажимов ХТ1.

Схема внешних соединения проводок, разработанная в данном проекте, представлена на листе ФЮРА 421000.008 С4.

2.9. Разработка общего вида щита управления

Основной функцией щитов автоматизации является расположение в них управляющих и контролирующих приборов технологического процесса, контрольно-измерительных, сигнализирующих, защитных и блокирующих приборов. Устанавливаются они в специальных помещениях: операторских; диспетчерских и т.д.

Целью данного пункта является проектирование комплекта чертежей, необходимых для изготовления щита, монтажа средств автоматизации, электрических проводок и эффективной эксплуатации средств автоматизации.

Общие виды щитов должны быть выполнены в объеме, позволяющем изготовить оборудование на специализированных заводах со всеми вырезами и креплениями, необходимыми для установки приборов, средств автоматизации и вводов проводок.

Исходные материалы для проектирования общих видов щитов:

- 1) функциональные схемы систем автоматизации;
- 2) принципиальные схемы (электрические, пневматические) автоматического регулирования, управления и сигнализации;
- 3) чертежи щитового помещения.

В проекте для размещения средств автоматизации используем щит шкафной малогабаритный с монтажной панелью ЩШМ-МП 2000x800x800. Чертеж общего вида одиночного щит содержит вид спереди, вид на внутренние плоскости.

Вид спереди выполнен в масштабе 1:10. На нем показаны контуры лицевых панелей щита с расположенным на них ПЛК. В нижней части панели щита расположена сборка зажимов ХТ01.

На внутренних поверхностях показывают:

- 1) установленные на них приборы, электроаппаратуру, арматуру;
- 2) изделия для монтажа электропроводок (клеммники);
- 3) изделия для монтажа трубных проводок (сборки соединителей).

Чертеж общего вида щита автоматизации представлен на чертеже с шифром ФЮРА 421000.008 ОВ.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Б93	Гусев Артём Андреевич

Школа	Инженерная школа энергетики	Отделение Школа	И.Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- районный коэффициент- 1,3; - норма амортизации 5-10%; - накладные расходы – 20%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Расчет показателей сравнительной эффективности проекта, интегрального показателя ресурсоэффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б93	Гусев Артём Андреевич		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки.
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки о составах топлива:

- 1) использование в качестве добавок в топливо сосновые опилки и отработанное моторное масло;
- 2) использование в качестве добавок в топливо осинные опилки и отработанное турбинное масло;
- 3) использование в качестве добавок в топливо березовые опилки и дизельное топливо.

Детальный анализ необходим, т.к. каждое топливо имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 17 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 17 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Энергоэкономичность	0,14	5	2	3	0,7	0,28	0,42
3. Уровень шума	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
4. Стабильность соединения суспензии	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	43	38	37	4,32	3,6	3,47

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность проекта; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности, и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Низкая стоимость.	Сл1. Высокие начальные затраты.
С2. Научная новизна.	Сл2. Отсутствие клиентской базы.
С3. Современные технологии.	Сл3. Узкая направленность.
С4. Высокий спрос.	Сл4. Отсутствие прототипа разработки.
С5. Экологичность технологии.	Сл5. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров.
Возможности	Угрозы
В1. Увеличение спроса.	У1. Увеличение конкуренции
В2. Выход на иностранный рынок.	У2. Нестабильность экономической ситуации в стране
В3. Расширение диапазона предоставляемых услуг.	У3. Политика регионов в отношении экологии
В4. Увеличение количества и видов сырья.	У4. Отсутствие потребности на новые технологии

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 19–22.

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

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

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

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

Таблица 21 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	–	+	–
	У2	+	+	+	–	–
	У3	–	+	+	–	+
	У4	–	–	–	–	–

Таблица 22 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

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

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 23.

Таблица 23 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Низкая стоимость С2. Научная новизна. С3. Современные технологии. С4. Высокий спрос. С5. Экологичность технологии.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Высокие начальные затраты. Сл2. Отсутствие клиентской базы. Сл3. Узкая направленность. Сл4. Отсутствие прототипа разработки. Сл5. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров.</p>
<p>Возможности В1. Увеличение спроса. В2. Выход на иностранный рынок. В3. Расширение диапазона предоставляемых услуг. В4. Увеличение количества и видов сырья.</p>	<p>Направления развития В1С1С3С5. Низкая стоимость, и экологичность технологии позволяет расширить спрос, использование новейшей технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки. В2С1С5. Низкая стоимость, и экологичность технологии являются ярким основанием, чтобы выйти на иностранный рынок. В3С1С2С4. Низкая стоимость топлива и высокий спрос, и научная новизна позволят расширить диапазон предоставляемых услуг. В4С1. Низкая цена исходного сырья позволит увеличить количества и видов топлива.</p>	<p>Сдерживающие факторы В1Сл3. Узкая направленность, также может уменьшить скорость увеличения спроса. В2Сл3. Узкая направленность может не позволить выйти на иностранный рынок.</p>
<p>Угрозы У1. Увеличение конкуренции. У2. Нестабильность экономической ситуации в стране. У3. Политика регионов в отношении экологии. У4. Отсутствие потребности на новые технологии</p>	<p>Угрозы развития У1С1С2С4. Низкая стоимость товара, научная новизна, и высокий спрос могут быть факторами, из-за которых увеличиться конкуренция. У2С1С2С3. Низкая стоимость, научная новизна и применение современных технологий могут сгладить экономический кризис. У3С2С3С5. По научной новизне, современным и экологическим технологиям могут решаться по политике регионов.</p>	<p>Уязвимости: У3Сл1Сл3Сл4. Высокие начальные затраты, узкая направленность и отсутствие прототипа может сказаться на решение выбора по отношению экологии, ставя в приоритет прибыль. У4Сл1Сл2Сл3Сл4. Высокие начальные затраты, отсутствие клиентской базы, узкая направленность и отсутствие прототипа может сказаться на желание в потребности современных технологий</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ

осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 24.

Таблица 24 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения НИР	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48,$$

где $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 25.

Таблица 25 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{ожгi}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5

10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8		8,8		13
Итого:	7	59	15	84	10,2	69		68,5		102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 26).

Таблица 26 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4	█													
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	█													
3	Обзор научной литературы	Исп2	11		█												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6			█											
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			█											
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9				█										
7	Проведение эксперимента	Исп2	25					█									
8	Обработка полученных данных	Исп2	18							█							
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5									█					
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13										█				

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель), – Исп. 2 (инженер)

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

– материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);

- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при получении образца, приготовлении топлива. Масса образца составляет 1 грамм. Результаты расчета затрат представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Затраты на получение многокомпонентной суспензии

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Сосновые опилки	кг	0,0003	320	0,01
Моторное отработанное масло	л	0,0007	25	0,02
Итого:				0,03

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot m$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 28 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	N_A , %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Аналитические весы «ViBRA AF 225DRCE»	1	10	40	10,0	415895,00	138631,67
2	Настольный газоанализатор «ТЕСТ-1»	1	20	80	5,0	486000,00	162000,00
3	Тепловизор «Testo 885-2»	1	15	60	6,7	1212882,00	406315,47
Итого:							706947,14

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 25).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51090 \cdot 10,3}{246} = 2649,14 \text{ руб.}$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{21190 \cdot 11,2}{213} = 1114,22 \text{ руб.},$$

Должностной оклад работника за месяц:

- для руководителя:

$$Z_M = Z_{мс} \cdot k_p = 39300 \cdot 1,3 = 51090 \text{ руб.}$$

- для инженера:

$$Z_M = Z_{мс} \cdot k_p = 16300 \cdot 1,3 = 21190 \text{ руб.}$$

где $Z_{мс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 29 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 30 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, \text{руб.}$	k_p	$Z_M, \text{руб.}$	$Z_{дн}, \text{руб.}$	$T_p, \text{раб.дн.}$	$Z_{осн}, \text{руб.}$
Руководитель	39300	1,3	51090	2649,14	14	37087,96
Инженер	16300	1,3	21190	1114,22	69	76881,18
Итого						113969,14

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 37087,96 = 5563,20 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 76881,18 = 11532,18 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (37087,96 + 5563,20) = 12795,35 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (76881,18 + 11532,18) = 26524,01 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды. Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 31 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
706947,14	0,03	113969,14	17095,38	39319,36	877331,05

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}},$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Экспериментальное исследование процесса термохимической конверсии растительных отходов» по форме, приведенной в таблице 32. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 32 – Группировка затрат по статьям

	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	0,03	0,08	0,04	Пункт 4.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	706947,14	718253,25	708254,65	Пункт 4.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	113969,14	113969,14	113969,14	Пункт 4.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17095,38	17095,38	17095,38	Пункт 4.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	39319,36	39319,36	39319,36	Пункт 4.3.4
6	Накладные расходы	175466,21	177727,45	175727,72	Пункт 4.3.5
7	Бюджет затрат НИР	1052797,26	1066364,65	1054366,28	Сумма ст. 1- 6

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) использование в качестве добавок в топливо сосновые опилки и отработанное моторное масло;
- 2) использование в качестве добавок в топливо осинные опилки и отработанное турбинное масло;
- 3) использование в качестве добавок в топливо березовые опилки и дизельное топливо.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{тек.пр.}} = 1052797,26$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 1066364,65$ руб, $\Phi_{\text{исп.3}} = 1054366,28$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1052797,26}{1066364,65} = 0,9873;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп. 2}} = \frac{\Phi_{\text{исп. 2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1066364,65}{1066364,65} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп 3}} = \frac{\Phi_{\text{исп 3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1054366,28}{1066364,65} = 0,9887.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 33).

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	5	5	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Энергосбережение	0,2	5	4	3
5. Экологичность	0,25	5	4	5
ИТОГО	1	4,85	4	4,25

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 = 4,85;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 = 4;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 5 = 4,25;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p-\text{исп } i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп. } i}}$$

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{4,85}{0,9873} = 4,912, I_{\text{исп.}2} = \frac{4}{1} = 4, I_{\text{исп.}3} = \frac{4,25}{0,9887} = 4,299$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 34).

Таблица 34 – Сравнительная эффективность разработки

	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9873	1	0,9887
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4	4,25
3	Интегральный показатель эффективности	4,912	4	4,299
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,824	0,876

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Выводы по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. в ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 1052797,26 руб;

4. результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

- 1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,9899, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;
- 2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,85, по сравнению с 4 и 4,25;
- 3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,912, по сравнению с 4 и 4,299, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

Список использованных источников

- [1] Дятлова Е. П. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами: учебно-методическое пособие // Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУПТД, 2019. – С. 68.
- [2] Promag 53P | Endress+Hauser. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ru.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/Flow-measurement-product-overview/elektromagnitnyj-rasxodomer-Proline-Promag-53P?t.tabId=product-specification> свободный. – Загл. с экрана.
- [3] Promass 80F| Endress+Hauser. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ru.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/Flow-measurement-product-overview/Coriolis-Promass-80F?t.tabId=product-overview> свободный. – Загл. с экрана.
- [4] Ультразвуковой расходомер счетчик жидкости US-800, теплосчетчики ЭНКОНТ, датчики расхода и водомеры. Приборы учета воды и тепла для водомерных узлов и тепловых узлов учета. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://us800.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- [5] Product information: Continuous Flow Measurement at Low Solid/Air Ratios – Schliegen (Germany): «ENVEA Process GmbH» , 2023 – С. 4.
- [6] Product information: Solid Volume Measurement – Schliegen (Germany): «ENVEA Process GmbH» , 2023 – С. 4.
- [7] Product information: Flow Measurement for Dry Bulk Solids – Schliegen (Germany): «ENVEA Process GmbH» , 2023 – С. 4.
- [8] Каталог: Датчики температур – Москва: ООО "Эмерсон", 2022 – С. 279.
- [9] ТП-1388 термоэлектрический преобразователь: описание, купить. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://teplocontrol-sm.ru/catalog/pribory-dlya-izmereniya-temperatury/termoelektricheskie-preobrazovateli-termopary/tp-1388-termoelektricheskiy-preobrazovatel/#desc> свободный. – Загл. с экрана.
- [10] ТП-2088 термоэлектрический преобразователь: описание, купить.

- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://teplocontrol-sm.ru/catalog/pribory-dlya-izmereniya-temperature/termoelektricheskie-preobrazovateli-termopary/tp-2088-termoelektricheskiy-preobrazovatel/> свободный. – Загл. с экрана.
- [11] ТП-2388 термоэлектрический преобразователь: описание, купить. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://teplocontrol-sm.ru/catalog/pribory-dlya-izmereniya-temperature/termoelektricheskie-preobrazovateli-termopary/tp-2388-termoelektricheskiy-preobrazovatel/> свободный. – Загл. с экрана.
- [12] Каталог: Уровнемеры – Москва: ООО "Эмерсон", 2022 – С. 305.
- [13] Бесконтактный уровнемер УЛМ-31А1-НF-F-LC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agat-npo.ru/levels/49> свободный. – Загл. с экрана.
- [14] Датчик давления программируемый из нержавеющей стали серии РА ЕМА РА1142 – VG Industry Automation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vg-automation.com/produkt/datchik-davleniya-programmiruemyj-iz-nerzhavajki-serii-pa-ema-pa1142/> свободный. – Загл. с экрана.
- [15] Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elesy.ru/products/products/plc.aspx> свободный. – Загл. с экрана.
- [16] Каталог продукции «Программируемые контроллеры S7-200» – ООО «Сименс», 2013 – С. 80.
- [17] ПЛК 100/150/154 контроллеры для малых систем с AI/DI/DO/AO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://owen.ru/product/plk100_150_154 свободный. – Загл. с экрана.
- [18] Глушков В. М., Амосов Н. М., Артеменко И. А. Энциклопедия кибернетики, Том 1. // Укр. Сов. энциклопедия - Киев: Изд-во АН УССР – 1974 – С. 608.
- [19] Электрический однооборотный исполнительный механизм МЭО-250/10-0,25У-99, У2, 220В, цена в Ростове-на-Дону от компании ООО Партнер

- [Электронный ресурс]. – https://www.kip-partner.ru/goods/141867387-meo_250_10_0_25_elektricheski_odnooborotny_ispolnitelny_mekhanizm свободный. – Загл. с экрана.
- [20] ТК РФ Статья 86. Трудовой кодекс Российской Федерации от 22.11.2021 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022).
- [21] ТК РФ Статья 100. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022).
- [22] ТК РФ Статья 160. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022).
- [23] ТК РФ Статья 135. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022).
- [24] Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022). – М.; Москва, Кремль: Изд. Российская газета, 2022. – 215 С.
- [25] ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.; Москва: Изд. Издательство стандартов, 2001. – 15 С.
- [26] ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. – М.; Москва: Изд. Издательство стандартов, 1993. – 15 С.
- [27] ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – М.; Москва: Изд. Издательство стандартов, 1990. – 14 С.
- [28] ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные факторы. Классификация. – М.; Москва: Изд. Стандартиформ, 2016. – 11 С.
- [29] СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М.; Санкт-Петербург: Изд. Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 2021. – 736 С.

- [30] ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.; Москва: Изд. Стандартиформ, 2019. – 41 С.
- [31] ТЕХЭКСПЕРТ. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054197>, свободный. – Загл. с экрана.
- [32] ГОСТ 12.2.003-91. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М.; Москва: Изд. Стандартиформ, 2001. – 11 С.
- [33] ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. – М.; Москва: Изд. Стандартиформ, 2001. – 7 С.
- [34] ГОСТ 30331.4-95. Требования по обеспечению безопасности. Защита от тепловых воздействий. – М.; Москва: Изд. Стандартиформ, 2019. – 6 С.
- [35] ТЕХЭКСПЕРТ. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 1.1 Общая часть (Издание седьмое). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200030216>, свободный. – Загл. с экрана.
- [36] СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 31 С.