

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

---

Инженерная школа информационных технологий и робототехники.  
Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».  
Отделение автоматизации и робототехники.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
«Проектирование автоматизированной системы управления узлом растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов» ООО «Томскнефтехим»

УДК 681.121:681.121:665.65.013(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Т32	Рукс Андрею Евгеньевичу		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Громаков Евгений Иванович	доцент к.т.н.		
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	доцент к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	доцент к.т.н.		

Томск – 2018 г.

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

---

Инженерная школа информационных технологий и робототехники.  
Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».  
Отделение автоматизации и робототехники.

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Воронин А.В.

(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
3 – 8Т32	Рукс Андрею Евгеньевичу

Тема работы:

«Проектирование автоматизированной системы управления узлом растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов» ООО «Томскнефтехим»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> (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>Объект исследования – узел растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов. Режим работы электропривода - непрерывный. Цель – проектирование автоматизированной системы управления узлом растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов</i>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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;	<i>Исследование основных целей и задач технологического процесса автоматического дозирования компонентов в отделении производства концентратов.; Описание системы дозирования и особенности её работы; Требования к АСУ ТП; Выбор оборудования;</i>

<i>обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<i>Получение результатов дозирования при помощи моделирования схемы автоматического регулирования в пакете программ Matlab в среде Simulink.</i>
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Технологическая схема узла растаривания и дозирования компонентов; Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-2013; Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA; Схема внешних проводок; Дерево экранных форм.</i>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Ассистент ИШХБМТ Невский Егор Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель ШИП Шаповалова Наталья Владимировна

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	КТН		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З – 8Т32	Рукс Андрей Евгеньевич		

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

Инженерная школа информационных технологий и робототехники.  
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.  
Уровень образования – бакалавр  
Отделение автоматизации и робототехники.  
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.06.2018 г.	Основная часть	60
11.06.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
11.06.2018 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Воронин Александр Васильевич	к.т.н.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 97 с. машинописного текста, 15 рисунков, 23 таблицы, 5 приложений, 14 источников.

Объектом исследования является узел растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в проектировании автоматизированной системы управления узлом растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов, включающей выбор структуры и архитектуры системы, выбор конкретных средств реализации: датчиков, контроллера и исполнительных механизмов, математическое моделирование и представление в виде экранных форм в SCADA-системе.

В данной работе была разработана система контроля и управления технологическим процессом функционирования узла растаривания и дозирования компонентов, выполненная на базе системы ISC CM plus фирмы Brabender Technologie. Визуализация происходящих процессов стала возможной благодаря SCADA системе ISC и прибору Congrav® OP12 HGC.

Ключевые слова: отделение производства концентратов, узел растаривания и дозирования компонентов, автоматизированная система управления, трёхуровневая архитектура, программируемый логический контроллер, электронный датчик, SCADA, ресурсоэффективность, ресурсосбережение, социальная ответственность.

Содержание	
Реферат .....	4
Глоссарий .....	9
Обозначения и сокращения .....	11
Введение.....	13
1 Техническое задание .....	14
1.1 Основные цели и задачи проектирования АСУ ТП .....	14
1.2 Назначение системы АСУ ТП.....	15
1.3 Требования к автоматике узла дозирования компонентов .....	15
1.4 Требования к техническому обеспечению .....	17
1.5 Требования к метрологическому обеспечению .....	17
1.6 Требования к программному обеспечению .....	18
1.7 Требования к математическому обеспечению .....	19
1.8 Требования к информационному обеспечению .....	19
2 Основная часть .....	21
2.1 Описание технологического процесса .....	21
2.2 Разработка структурной схемы АС .....	27
2.3 Функциональная схема автоматизации .....	28
2.3.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-2013 .....	29
2.3.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA .....	30
2.4 Разработка схемы информационных потоков.....	30
2.5 Выбор средств реализации АСУ ТП .....	33
2.5.1 Выбор контроллерного оборудования .....	34
2.5.2 Блок управления типа Congrav® ОР .....	36
2.5.3 Выбор исполнительных устройств и средств измерения .....	38

2.5.3.1 Датчик уровня.....	38
2.5.3.2 Тензодатчик .....	40
2.5.3.3 Дозирующее устройство.....	43
2.5.3.4 Электродвигатель .....	45
2.5.3.5 Редуктор .....	46
2.6 Разработка схемы внешних проводок.....	48
2.7 Выбор алгоритмов управления узла растаривания и дозирования компонентов.....	49
2.7.1. Алгоритм сбора данных измерений .....	49
2.7.2 Алгоритм пуска/останова технологического оборудования .....	51
2.7.3 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром	52
2.8 Экранные формы АС узла растаривания и дозирования компонентов.....	57
2.8.1 Разработка дерева экранных форм .....	57
2.8.2 Разработка экранных форм АС.....	58
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	60
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	60
3.2 SWOT-анализ.....	61
3.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	65
3.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	66
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	66
3.5 Определение трудоемкости выполнения работ .....	68
3.6 Разработка графика проведения научного исследования .....	69
3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	71

3.7.1 Основная заработная плата исполнителей .....	72
3.7.2 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	75
3.7.3 Отчисления во внебюджетные фонды .....	75
3.7.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	76
3.8 Определение эффективности исследования.....	77
4 Социальная ответственность .....	80
4.1 Производственная безопасность.....	81
4.1.1 Анализ вредных факторов.....	81
4.1.1.1 Вредные вещества .....	81
4.1.1.1 Повышенный уровень шума и вибрации.....	84
4.1.2 Анализ опасных факторов.....	86
4.1.2.1 Опасность получения механических травм .....	86
4.1.2.2 Опасность поражения электрическим током .....	87
4.1.2.3 Взрывопожароопасность .....	88
4.1.2.4 Опасности, связанные с проведением погрузочно-разгрузочных работ .....	89
4.1.2.5 Опасность отравления токсичными веществами.....	90
4.2 Экологическая безопасность.....	90
4.2.1 Воздействие на атмосферу.....	90
4.2.2 Воздействие на гидросферу .....	91
4.2.3 Воздействие на литосферу.....	91
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	91
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	93
Заключение .....	95
Список использованных источников .....	96



ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	0
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	1
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	2
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	3
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	4

## Глоссарий

<b>Термин</b>	<b>Определение</b>
Автоматизированная система	Комплекс технических, программных и других средств, а также обслуживающего персонала, предназначенный для автоматизации различных процессов.
Автоматизированное рабочее место	Программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.
Автоматизированная система управления технологическим процессом	Комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённый продукт.
Архитектура АС	Набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.
Видеокадр	Область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.
Интерфейс	Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.
Мнемосхема	Представление технологической схемы в упрощённом виде на экране АРМ.
Протокол	Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

<p>Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор</p>	<p>Устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.</p>
<p>Система управления базами данных</p>	<p>Совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным.</p>
<p>SCADA</p>	<p>Инструментальная программа для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.</p>
<p>Технологический процесс</p>	<p>Последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.</p>
<p>Техническое задание на АС</p>	<p>Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы.</p>
<p>Тег</p>	<p>Метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.</p>

## Обозначения и сокращения

Аббревиатура	Краткая характеристика
ANSI/ISA	American National Standards Institute/ Instrument Society of America Американский национальный институт стандартов/ Американское общество приборостроителей
API	Application Program Interface Интерфейс прикладных программ
CM	Communication module Коммуникационный модуль
CPU	Central Processing Unit Центральный процессор
EEI	External Environment Interface Интерфейс внешнего окружения
EIA	Electronics Industries Association Ассоциацией электронной промышленности
FBD	Function Block Diagram Графический язык программирования
DAS	Direct-attached storage Система хранения данных с прямым подключением
ISO (ИСО)	International Organization for Standardization Международная организация по стандартизации
LAD	Ladder Diagram Язык лестничных диаграмм
LAN	Local Area Network Локальная вычислительная сеть
NACE	National Association of Corrosion Engineers Международная ассоциация инженеров-коррозионистов
OPC	OLE for Process Control Набор спецификаций стандартов, протокол взаимодействия
OSE/RM	Open System Environment Reference Model Эталонная модель среды открытых систем
PLC (ПЛК)	Programmable Logic Controllers Программируемый логический контроллер
RS	Recommended Standard Рекомендованный стандарт
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition Диспетчерское управление и сбор данных

ТСР	Transmission Control Protocol Протокол управления передачей
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АС	Автоматизированная система
АСУ	Автоматизированная система управления
ИМ	Исполнительный механизм
КИП и А	Контрольно-измерительные приборы и автоматика
КТС	Комплекс технических средств
ПИД	Пропорционально-интегрально-дифференциальный
ПО	Программное обеспечение
САР	Система автоматического регулирования
САУ	Система автоматического управления
СУБД	Система управления базами данных
ТЗ	Техническое задание
ТП	Технологический процесс
ФСА	Функциональная схема автоматизации
ЭП	Электронный преобразователь

## **Введение**

Современный рынок требует от производства всё большей производительности при минимальных издержках – это возможно только при комплексном подходе к автоматизации предприятия и модернизации рабочих мест.

Автоматизацией называется применение саморегулирующих технических средств, математических и экономических методов и систем управления. При этом, человек освобождается, либо существенно уменьшает степень участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации.

Автоматизация требует применения дополнительного количества датчиков (сенсоров), устройств ввода, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека.

Целью дипломной работы является проектирование автоматизированной системы управления для узла растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов, что в итоге может повлиять на качество производимого продукта и облегчение труда оператора.

Отделение производства концентратов выпускает различные марки концентратов полиэтилена. Концентраты полиэтиленовые технического углерода предназначены для изготовления стабилизированных композиций полиэтилена низкой плотности (высокого давления), полиэтилена высокой плотности (низкого давления), окрашивания полипропилена, сополимера пропилена с этиленом и композиций на их основе в черный цвет.

Увеличение степени автоматизации производства приведёт к улучшению стабильности технологического процесса, уменьшению человеческого фактора, повышению прозрачности производства, что может положительно сказаться на себестоимости производимого товара.

## 1 Техническое задание

### 1.1 Основные цели и задачи проектирования АСУ ТП

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование автоматизированной системы управления для узла растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов.

Основные задачи АСУ ТП:

- ✓ Повышение безопасности технологических процессов за счёт высоконадёжных средств сигнализации, блокировок и защит с минимальным периодом реагирования;
- ✓ Дистанционный контроль и управление всей системой с АРМ оператора;
- ✓ Точное выполнение требований технологического регламента, исключение ошибочных действий оперативного персонала при ведении технологического процесса, а также при пуске и остановке оборудования;
- ✓ Обеспечение надёжной работы оборудования технологических сооружений и предотвращения аварийных ситуаций;
- ✓ Хранение архивной памяти и комплексное использование информации в процессе эксплуатации технологического оборудования, а также в решении задач по управлению;
- ✓ Диагностика состояния работы технологического оборудования и непосредственное отображение информации;
- ✓ Диагностика состояния параметров технологического процесса и непосредственное отображение информации;
- ✓ Диагностика состояния исполнительных механизмов и непосредственное отображение информации;
- ✓ Автоматическое, дистанционное и местное управление технологическим процессом и оборудованием с сохранением контроля безопасности и безаварийности технологического процесса.

## **1.2 Назначение системы АСУ ТП**

Автоматизированная система управления для узла растаривания и дозирования компонентов предназначена:

- ✓ для сбора и обработки данных от средств измерений технологического процесса;
- ✓ для сбора и обработки данных о состоянии технологического оборудования;
- ✓ для сбора и обработки данных об исполнительных механизмах технологического процесса;
- ✓ для выполнения заданного алгоритма работы технологического процесса путем контролирования параметров технологического процесса и создания управляющих воздействий на исполнительные механизмы;
- ✓ для представления всей информации на монитор оператора о текущем состоянии работы технологического процесса;
- ✓ для визуализации аварийной и предупредительной сигнализации при нарушении параметров технологического процесса;
- ✓ для автоматического контроля, управления и использования данных в масштабе реального времени;
- ✓ контроль технологических и нормативных параметров технологического процесса узла растаривания и дозирования компонентов.

## **1.3 Требования к автоматике узла дозирования компонентов**

Система автоматизации должна обеспечивать следующие основные функции:

1. Мониторинг всех измеряемых параметров;
2. Регистрацию и дистанционный контроль текущих значений основных технологических параметров;
3. Автоматический контроль, индикацию и сигнализацию предельных значений параметров;



4. Управление:

✓ Клапаном загрузки полиэтилена 44/8 (закрытие клапана при достижении максимального веса (80 % от максимальной загрузки ёмкости дозатора) полиэтилена в ёмкости весового дозатора 301 поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>301.

✓ Клапаном загрузки полиэтилена 44/8 (открытие клапана при достижении минимального веса (20 % от максимальной загрузки ёмкости дозатора) полиэтилена в ёмкости весового дозатора 301 поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>301.

✓ Шлюзовым питателем технического углерода 707 (включение при достижении минимального веса (20% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) технического углерода в ёмкости весового дозатора 302 поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>302.

✓ Шлюзовым питателем технического углерода 707 (отключение при достижении максимального веса (80% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) технического углерода, в ёмкости весового дозатора 302 поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>302.

5. Сигнализацию:

✓ При достижении минимального веса (20% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) добавок поз. WISAHL 303/1,2 в ёмкостях весовых дозаторов 303/1,2.

✓ При достижении отрицательной или положительной разницы взвешивания, минимального или максимального веса материала, минимального числа оборотов весовых дозаторов 301,302,303/1,2

6. Блокировку:

✓ При достижении минимального веса (15% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) добавок поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>301, WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>302, WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>303/1,2 в ёмкостях весовых дозаторов 301, 302, 303/1,2, как следствие остановка линии CP 1000.

На АРМ оператора должна отображаться информация о работе узла дозирования компонентов.

## **1.4 Требования к техническому обеспечению**

АСУ ТП должна обеспечивать прием и обработку информации от средств автоматизации и соответствовать условиям выполнения всех автоматизированных функций АСУ ТП.

В состав комплекса технических средств (КТС) должны входить:

- ✓ датчики, исполнительные механизмы, контроллеры;
- ✓ средства дистанционного управления, программно-технические средства обработки, хранения и передачи информации, средства отображения и регистрации информации (вторичные приборы, видеомониторы, табло, индикаторы и т.п.)
- ✓ местные щиты с коммутационно-командными элементами.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности.

## **1.5 Требования к метрологическому обеспечению**

Измерительные каналы (ИК) системы должны обеспечивать получение результатов измерения с нормируемой точностью. В качестве нормируемой метрологической характеристики принимается предел допускаемой погрешности ИК в нормальных условиях эксплуатации. Форма представления метрологической характеристики ИК – приведенная погрешность, выраженная в процентах относительно диапазона измерения.

Метрологическое обеспечение осуществляется в целях создания основы обеспечения качества эксплуатации узла растаривания и дозирования компонентов, и получения результатов измерений использование которых позволяет:

- ✓ эффективно вести технологический процесс при соблюдении условий безопасности;
- ✓ исключить или свести к минимуму риск принятия ошибочных решений и действий при управлении оборудованием;
- ✓ достоверно контролировать безопасность обслуживающего персонала и состояние окружающей среды.

Требуемые нормы погрешности измерения основных технологических параметров, включая всю цепь, начиная от датчика, приведены в таблице 1. Дополнительные погрешности, обусловленные условиями эксплуатации, должны быть не более половины основной.

Таблица 1 – Требования к погрешности измерительных каналов

	Наименование измеряемого параметра	Норма погрешности (не более)	Примечание
1	Расход	$\pm 0.002\text{Кг}$	Приведённая погрешность
2	Уровень	$\pm 2,0 \%$	Приведённая погрешность

### 1.6 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- ✓ системное ПО (операционные системы);
- ✓ инструментальное ПО;
- ✓ базовое прикладное ПО;
- ✓ специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- ✓ создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;

- ✓ конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- ✓ создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- ✓ конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту ИЕС 61131-3.

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

### **1.7 Требования к математическому обеспечению**

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

### **1.8 Требования к информационному обеспечению**

По результатам проектирования должны быть представлены:

- ✓ состав, структура и способы организации данных в АС;
- ✓ порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- ✓ структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;

✓ информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

✓ унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;

✓ распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;

✓ средства ведения и управления базами данных.

## **2 Основная часть**

### **2.1 Описание технологического процесса**

Технологическая схема узла растаривания и дозирования компонентов представлена в приложении 1.

В состав отделения производства концентратов установки производства и дополнительной переработки полиэтилена на основе технического углерода входят следующие участки:

- ✓ узел приема сырья;
- ✓ узел растаривания компонентов;
- ✓ узел дозирования компонентов;
- ✓ узел смешивания компонентов;
- ✓ узел гранулирования;
- ✓ узел промежуточного хранения готовой продукции;

#### **2.1.1 Узел приема сырья**

Гранулированный полиэтилен базовых марок из бункеров промежуточного хранения корпуса 428 периодически загружается в расходный бункер 10/1-6. по двум линиям пневмотранспорта через два пятиходовых переключателя 28/1,2. От переключателя 28/1 – в бункеры 10/1–3, запыленный воздух отсасывается вентилятором 37/1 через рукавный фильтр 35/1. От переключателя 28/2 – в бункеры 10/4–6, запыленный воздух отсасывается вентилятором 37/2 через рукавный фильтр 35/2.

Расходные бункеры 10/1–6 оборудованы сигнализаторами уровня с предусмотренными блокировками:

- ✓ LSA<sup>H</sup> 40/1–6 – верхний уровень, при достижении которого на щите в ЦПУ загорается лампа "Верхний уровень".
- ✓ LSA<sub>L</sub>-41/1–6 – нижний уровень, при достижении которого срабатывает звуковая сигнализация и загорается лампа "Нижний уровень" на щите в ЦПУ. При этом происходит остановка весов автоматических

дозировочных 4/1,2,4, 8, 10 на соответствующей линии производства концентратов.

Для продолжения работы необходимо заполнить бункер 10/1–6 полиэтиленом.

Перевод переключателя 28/1,2 в другое положение возможно при отсутствии давления в трубопроводе пневмотранспорта до переключателя. Контроль давления осуществляется с помощью прибора PISA<sub>L</sub> 33/1, 2.

О наличии давления в трубопроводе пневмотранспорта полиэтилена сигнализирует контрольная лампа на щите в ЦПУ либо визуально контролируется по манометру, установленному перед переключателем 28/1,2.

Выбор маршрута пневмотранспорта полиэтилена в бункеры 10/1–6 осуществляется на ЦПУ корп. 431.

Воздух из бункеров 10/1–6 очищается в рукавных фильтрах 35/1,2 и вентилятором 37/1,2 направляется в атмосферу. Пыль полиэтилена, осаждающаяся на наружных стенках рукавов фильтра, сбрасывается с них системой регенерации в нижний конус фильтра, выгружается шлюзовыми питателями, которые включаются по месту расположения устройств в мешки для дальнейшей переработки. Регенерация фильтра производится импульсами сжатого воздуха максимальным давлением 0,6 МПа. Время цикла регенерации устанавливается от 1 до 24 минут. Режим регенерации и управление работой фильтра производится с пульта управления рукавным фильтром, расположенным на щите ЦПУ.

### **2.1.2 Растаривание углерода технического**

Технический углерод в мешках по 20 кг или в биг-бегах до 1000 кг из склада доставляется гидравлическими тележками к устройству разгрузки мешков и биг-бегов 700, установленному на отметке 7,200. Для подъема и установки биг-бегов на устройство разгрузки предусматривается таль грузоподъемностью 2т. Устройство разгрузки мешков и биг-бэгов

представляет собой ёмкость 702 для хранения технического углерода объёмом 2 м<sup>3</sup> с устройством разгрузки мешков и биг-бегов, устройством выгрузки из ёмкости и устройством, предотвращающим зависание материала в ёмкости. Вспомогательные толкатели 701 срабатывают при зависании материала в биг-бэге при срабатывании датчика минимального уровня 703.

### **2.1.2.1 Растаривание стабилизаторов и добавок**

Мешки со стабилизирующими добавками разрезаются и загружаются в весовые дозаторы 303/1,2 вручную.

### **2.1.3 Дозирование компонентов**

Через сенсорную панель управления линией CP 1000 поз.132 оператор задаёт требуемое количество материалов (рецептуру) для весового дозатора. Каждую секунду происходит взвешивание материала находящегося в ёмкости весового дозатора. Из разницы во взвешиваниях вычисляется количество загружаемого материала в единицу времени.

Из бункера 10/3 полиэтилен подается в весовой дозатор непрерывного действия 301 производительностью от 80 до 800 кг/ч. При достижении минимального веса (20 % от максимальной загрузки ёмкости дозатора) полиэтилена в ёмкости весового дозатора 301 поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>301, открывается клапан загрузки 44/8 над питателем и происходит засыпка полиэтилена в ёмкость. При достижении максимального веса (80 % от максимальной загрузки ёмкости дозатора) полиэтилена в ёмкости весового дозатора 301 поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>301, клапан закрывается.

Технический углерод из ёмкости 702 донным извлекающим устройством 706, которое производит постоянное перемешивание материала в момент его выгрузки, подается на шлюзовый питатель 707, далее через загрузочную трубу 708 в весовой дозатор 302 производительностью от 30 до 300 кг/ч. При достижении минимального веса (20% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) технического углерода в ёмкости весового дозатора 302



поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>302, включается шлюзовый питатель 707. При достижении максимального веса (80% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) технического углерода, в ёмкости весового дозатора 302 поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>302 шлюзовый питатель 707 останавливается.

При достижении минимального веса (20% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) добавок поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub> 303/1,2 в ёмкостях весовых дозаторов 303/1,2 стабилизирующие добавки загружаются вручную.

При достижении минимального веса (15% от максимальной загрузки ёмкости дозатора) добавок поз. WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>301, WISA<sup>H</sup><sub>L</sub>302, WISA<sup>H</sup><sub>L</sub> 303/1,2 в ёмкостях весовых дозаторов 301, 302, 303/1,2 срабатывает блокировка «остановка дозатора», как следствие остановка линии СР 1000. Достижение отрицательной или положительной разницы взвешивания, минимального или максимального веса материала, минимального числа оборотов весовых дозаторов 301,302,303/1,2 сигнализируется на пульте управления 132.

Для предотвращения пыления при загрузке компонентов в ёмкости дозаторов 301, 302, 303/1,2, вентилятор 705 постоянно производит откачку воздуха из ёмкости. Воздух откачивается через автоматический фильтр 704 встроенный внутрь ёмкости. Регенерация фильтра производится импульсами сжатого воздуха давлением 0,6 МПа.

Во время загрузки дозаторы 301, 302, 303/1,2 продолжают дозировать по объемному принципу. После загрузки дозаторы 301, 302, 303/1,2 снова переходят на массовое дозирование. Первичные настройки дозаторов 301, 302, 303/1,2 и их тарировка производятся с контроллера 304. Гранулы полиэтилена, технический углерод, стабилизирующие добавки, выдаваемые дозаторами 301, 302, 303/1,2, попадают в питающий бункер смесителя 310 далее через загрузочное окно в смеситель 110.

## 2.1.4 Смешивание компонентов

Смеситель непрерывного действия 110 представляет собой смеситель со спаренными не взаимозацепляющимися роторами, вращающимися в противоположных направлениях. Передача крутящего момента на ротор проводится через редуктор от приводного двигателя 201. При достижении нагрузки электродвигателя 110 % срабатывает сигнализация на пульте управления 132, при 125 % нагрузки электродвигателя срабатывает программа контролируемого останова. Редуктор смесителя 110 оснащен маслосистемой. При достижении температуры 85 °С в картере и на подачи масла в редуктор, срабатывает сигнализация на пульте управления 132, при 95 °С срабатывает программа контролируемого останова. При снижении давления масла в маслосистеме редуктора менее 0,4 бар срабатывает программа контролируемого останова. Превышение давления масла в маслосистеме редуктора 6,0 бар, сигнализируется на пульте управления 132. Управление работой всех агрегатов осуществляется автоматически через закрепленный на раме электрический шкаф управления 131. Ввод параметров осуществляется машинистом гранулирования пластмасс через сенсорную панель управления (пульт управления) 132.

В смесителе 110 материал попадает в зону загрузки и транспортируется в зону перемешивания двумя шнеками. Под действием вращающихся шнеков в смесителе 110 происходит процесс расплава, диспергирования и гомогенизации с большой скоростью сдвига. В зоне перемешивания происходит циркуляция материала, при этом постоянно добавляется вновь загруженный материал, что позволяет не перегревать расплав.

Подготовленный в смесителе 110 материал непрерывно подается через соединительный желоб в экструдер 120.

### **2.1.5 Участок гранулирования линии**

Работа экструдера 120 основана на принципе тянущего действия. Его функция заключается в приемке смешанного материала, выгруженного из отверстия смесителя непрерывного действия 110, создания давления и уплотнения материала для процесса гранулирования. Из загрузочной воронки, установленного над экструдером смесителя непрерывного действия, расплав подается в цилиндр экструдера. Питающий шнек экструдера приводится в действие главным двигателем и шестеренчатым приводом, при достижении нагрузки главного двигателя 100 % срабатывает сигнализация на пульте управления 132, при достижении 110 % срабатывает программа контролируемого останова. Шнек транспортирует расплав в цилиндре с регулируемой скоростью и достаточным давлением по направлению к экструзионной головке.

Экструдер 120 включает в себя бункер, цилиндр и питающий шнек. С одной стороны, экструдер опирается на зубчатый редуктор. Редуктор обеспечивает вращение шнека в необходимом рабочем диапазоне скорости. При достижении температуры в картере редуктора экструдера 85 °С срабатывает сигнализация на пульте управления 132, при достижении 95 °С срабатывает программа контролируемого останова 132. Редуктор включает упорный подшипник, который принимает противодействие, создаваемое прокачивающим действием питающего шнека.

Сторона разгрузки экструдера поддерживается регулируемой вилкой. Управление работой всех агрегатов осуществляется автоматически через закрепленный на раме электрический шкаф управления 131. Ввод параметров осуществляется оператором через сенсорную панель управления 132.

**2.1.6 Участок промежуточного хранения продукции и участок компрессоров**

Концентрат, соответствующий требованиям, из бункера 36/2-6 через шлюзовый питатель 29/2–6 подается пневмотранспортом в бункеры 19/1–12. На каждую технологическую линию установлено по два бункера (один загружается, другой – разгружается).

Выбор загружаемого бункера производится двухходовым переключателем 31/2–6.

## **2.2 Разработка структурной схемы АС**

Объектом управления является узел дозирования компонентов, все измеряемые и контролируемые параметры его автоматизированной системы поступают в SCADA систему, отвечающую за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями большого количества распределённых устройств.

В рамках данной работы выберем трехуровневую архитектуру системы. На каждом из этих уровней реализуется непосредственное управление технологическими процессами. Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно - аппаратной платформой.

Нижний уровень (полевой), состоит из первичных датчиков (датчики давления, датчики расхода, датчики уровня и исполнительных механизмов), осуществляющих сбор информации о ходе технологического процесса.

Средний уровень (контроллерный) состоит из контроллеров и прочих устройств аналого-цифрового, цифро-аналогового, дискретного, импульсного преобразования и устройств, для сопряжения с верхним уровнем.

Верхний уровень (информационно-вычислительный) состоит из компьютеров, объединенных в локальную сеть Ethernet с использованием в качестве передающей среды медной витой пары или оптоволокна (при больших расстояниях). Протокол передачи данных – для удаленных подключений TCP/IP.

Датчики с нижнего уровня поставляют информацию среднему уровню управления локальным контроллерам, которые могут обеспечить реализацию следующих функций:

- ✓ контроль и сигнализация параметров;
- ✓ представление информации технологам, службам АСУ ТП и КИП и А в удобном для восприятия виде;
- ✓ архивирование трендов, печатных документов, протоколов;
- ✓ автоматическое логическое управление и регулирование;
- ✓ исполнение команд с пункта управления;

Разработанная трёхуровневая архитектура представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Трёхуровневая архитектура АСУ

### 2.3 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации – это основной технический документ, определяющий функциональную структуру конкретных узлов автоматизированного контроля, управление и регулирование технологического процесса, а также оснащение объекта управления

приборами и средствами автоматизации. На функциональную схему помещаются графические изображения системы автоматического контроля, системы регулирования, дистанционного управления и сигнализации.

На функциональной схеме все элементы САУ изображаются в виде условных изображений, объединённых в единую систему линиями функциональной связи. На функциональной схеме автоматизированного контроля и управления располагается упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При составлении функциональной схемы автоматизации технологического процесса решаются следующие задачи:

- ✓ получение первичной информации о состоянии технологического оборудования и технологического процесса;
- ✓ непосредственное воздействие на технологический процесс, управление и стабилизацию технологических параметров;
- ✓ контроль технологического процесса, регистрация технологических параметров процесса и состояние технологического оборудования.

### **2.3.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-2013**

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ГОСТ 21.404–2013 и приведена в приложении 2.

На объекте управления измеряются текущие параметры: масса, расход, уровень.

Так же предусмотрено дистанционное управление клапаном.

Все измеряемые технологические параметры отображаются с помощью приборов индикации на АРМ оператора в SCADA-системе.

Параметры, требующие регистрации, выносятся на АРМ оператора. [3]

### **2.3.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA**

Функциональная схема автоматизации выполнена согласно требованиям ANSI/ISA S5.1 и приведена в приложении 3. Согласно этой схеме осуществляются следующие операции:

- ✓ регулирование уровня полиэтилена с помощью регулирующего клапана с пульта оператора;
- ✓ регулирование уровня технического углерода с помощью шлюзового питателя с пульта оператора
- ✓ измерение расхода стабилизирующих добавок на выходе и выдачу показаний на АРМ оператора;
- ✓ измерение расхода полиэтилена на выходе и выдачу показаний на АРМ оператора;
- ✓ измерение расхода технического углерода на выходе и выдачу показаний на АРМ оператора;

### **2.4 Разработка схемы информационных потоков**

Схема информационных потоков, которая приведена на рисунке 2, включает в себя три уровня сбора и хранения информации:

- ✓ нижний уровень (сбор и обработка данных),
- ✓ средний уровень (текущее хранение данных),
- ✓ верхний уровень (архивное и КИС хранение данных).

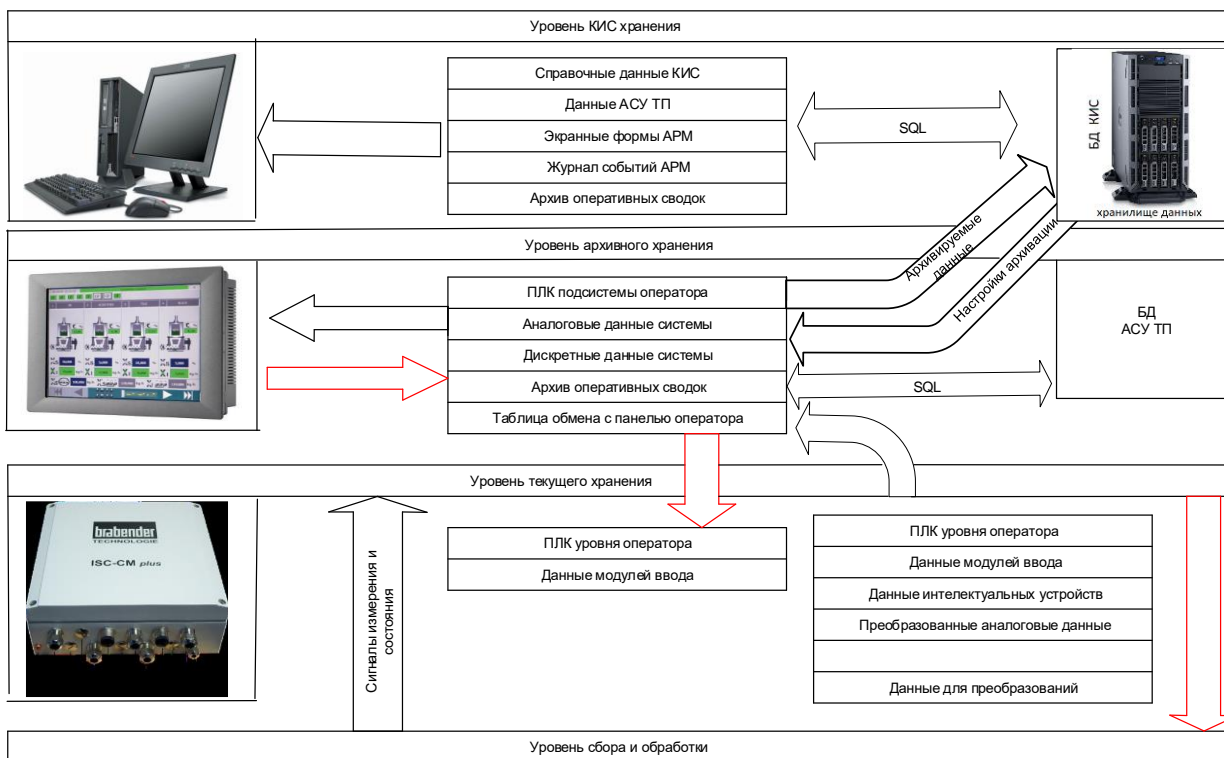


Рисунок 2 – Схема информационных потоков

На уровне сбора и обработки представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они состоят из данных аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Уровень текущего хранения данных представляет собой буферную базу данных, которая является приемником, запрашивающим данные от внешних систем, а также и источником этих данных. Иначе говоря, этот уровень выполняет роль - маршрутизатора информационных потоков от систем автоматике и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных, в ПЛК формируются пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet [3].

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- ✓ уровень в ёмкости для хранения технического углерода 702, %;
- ✓ уровень в шлюзовом питателе 707, %;
- ✓ масса полиэтилена в весовом питателе (дозаторе) 301, %;



- ✓ масса технического углерода в весовом питателе (дозаторе) 302, %;
- ✓ масса добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/1, %;
- ✓ масса добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/2, %;
- ✓ расход полиэтилена в весовом питателе (дозаторе) 301, гр.;
- ✓ расход технического углерода в весовом питателе (дозаторе) 302, гр.;
- ✓ расход добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/1, гр.;
- ✓ расход добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/2, гр.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид: AAA\_BBB\_CCCCC, где за основу кодирования информации взяты сокращения от английских терминов, подробная расшифровка которых приведена ниже.

1) AAA - параметр, состоящий из 3-х символов, который принимает следующие значения:

- ✓ WEG (weight) - масса;
- ✓ LEV (level) - уровень;
- ✓ RAT (rate) - расход;

2) BBB - код технологического аппарата (или объекта), содержащий 3 символа:

- ✓ CAP (Capacity) – ёмкость;
- ✓ GAT (Gateway Feeder) – шлюзовой питатель;
- ✓ DZ1 (Dispenser) – дозатор 1;
- ✓ DZ2 (Dispenser) – дозатор 2;
- ✓ DZ3 (Dispenser) – дозатор 3;
- ✓ DZ4 (Dispenser) – дозатор 4;

3) CCCCC – примечание, включающее не более 5 символов:

- ✓ CARBO – технический углерод;
- ✓ PVD- полиэтилен;
- ✓ ADDT1 - добавка 1;

✓ ADDT2 - добавка 2;

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень идентификаторов сигналов

<b>Идентификатор</b>	<b>Расшифровка идентификатора</b>
LEV_CAP_CARBO	уровень в ёмкости для хранения технического углерода 702
LEV_GAT_CARBO	уровень в шлюзовом питателе 707
WEG_DZ1_PVD	масса полиэтилена в весовом питателе (дозаторе) 301
WEG _ DZ2_CARBO	масса технического углерода в весовом питателе (дозаторе) 302
WEG_DZ3_ADDT1	масса добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/1
WEG_DZ4_ADDT2	масса добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/2
RAT_DZ1_PVD	расход полиэтилена в весовом питателе (дозаторе) 301
RAT_DZ2_CARBO	расход технического углерода в весовом питателе (дозаторе) 302
RAT_DZ3_ADDT1	расход добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/1
RAT_DZ4_ADDT2	расход добавок в весовом питателе (дозаторе) 303/2

Знак подчеркивания «\_» в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет никакого информативного смысла.

## 2.5 Выбор средств реализации АСУ ТП

Для проектирования автоматизированной системы управления узла растаривания и дозирования компонентов, необходимо выбрать программно-технические средства, также произвести анализ их совместимости.

Программно-технические средства проекта автоматизированной системы управления узла растаривания и дозирования компонентов включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Сбором информации о технологическом процессе занимаются измерительные устройства, а исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций [3].

### **2.5.1 Выбор контроллерного оборудования**

Для разработки проекта автоматизированной системы управления узла растаривания и дозирования компонентов было рассмотрено следующее контроллерное оборудование:

Дозирующий контроллер ISC-CM plus, фирмы «Brabender technologie». Дозирующий контроллер Batching Master 210 i, фирмы «IBS BatchControl GmbH». Дозирующий контроллер KB-011.04, ООО «ВестерПроект».

Для разработки проекта АСУ узла растаривания и дозирования компонентов было выбрано оборудование фирмы «Brabender technologie», а конкретно дозирующий контроллер ISC-CM plus.

Описание прибора: ISC-CM plus является базирующейся на процессоре системой управления (дозированный контроллер). Корпус ISC-CM plus представляет собой закрытую клеммную коробку. В данной клеммной коробке установлена плата ISC-CM plus.

Электрическое подключение периферии и полевой шины ISC осуществляется на клеммных панелях. Кабели заводятся в клеммную коробку через металлические винтовые соединения (EMV-защита). ISC-CM plus не имеет ни кнопок ввода, ни устройства индикации для обслуживания. Для этих целей требуется соответствующий внешний блок управления. Для ISC-CM plus существуют возможности:

1. Подключение блока управления типа Congrav® OP x(x= 5, 12, ...) к полевой шине ISC.

2. Подключение ноутбука/стационарного компьютера (с программным обеспечением „Smart-Service“) к полевой шине ISC через „сервисный порт“.

3. Подключение отдельного блока управления типа Congrav® OP1 либо OP1 T

4. Серийное подключение блока управления пользователя через один из доступных интерфейсов управляющего компьютера.

Блок управления пользователя:

Доступные интерфейсы управляющего компьютера не позволяют полностью сконфигурировать программное обеспечение ISC-CM plus. Все функции предоставляются в распоряжение только на полевой шине ISC. В этой связи при использовании блока управления пользователя всегда требуется кабельное соединение полевой шины ISC с „сервисным портом“.

Задачи ISC-CM plus:

- настраивается идентификационный номер дозирующего устройства для идентификации на полевой шине ISC.
- подключается полевая шина ISC.
- подключается интерфейс управляющего компьютера.
- подключается периферия дозирующего устройства.

Программное обеспечение ISC-CM plus устанавливает функциональные возможности ISC-CM plus. В соответствии с данными возможностями:

- ISC-CM plus контролирует и управляет эксплуатацией оборудования
- используется/применяется подключенная периферия.
- сообщается через полевую шину ISC либо через интерфейс управляющего компьютера с подключенным блоком управления [6].



Рисунок 3 – Базовое устройство ISM CM plus

### 2.5.2 Блок управления типа Congrav® OP

Так как ISC-CM plus не имеет ни кнопок ввода и устройства индикации для обслуживания, рассмотрим соответствующий внешний блок управления. Для ISC-CM plus существуют возможности:

1. Подключение блока управления типа Congrav® OP  $x(x= 5, 12, \dots)$  к полевой шине ISC.
2. Подключение ноутбука/стационарного компьютера (с программным обеспечением „Smart-Service“) к полевой шине ISC через „сервисный порт“.
3. Подключение отдельного блока управления типа Congrav® OP1 либо OP1 T

Для реализации проектирования автоматизированной системы управления узла растаривания и дозирования компонентов рассмотрим блок управления типа Congrav® OP  $x(x= 5, 12, \dots)$ .

Congrav® OP представляет собой блок управления для обслуживания и конфигурирования процесса дозирования дозирующих устройств, дозирующие контроллеры которых:

- оснащены программным обеспечением, совместимым с программным обеспечением Congrav® OP.

- соединены через серийный интерфейс с Congrav® OP. Через данный серийный интерфейс посылаются все данные и команды, необходимые для процесса дозирования.

Congrav® OP позволяет:

- осуществлять подгонку дозирующих устройств к условиям эксплуатации путем конфигурирования программного обеспечения дозирующих контроллеров.

- выполнять контроль и наблюдение за процессом дозирования путем активации либо деактивации рабочих функций в дозирующем контроллере и визуализации актуальных рабочих параметров.

- сохранять набор параметров в так называемых „рецептах“, для более быстрого конфигурирования программного обеспечения дозирующих контроллеров.

Congrav® OP не владеет функциональностью дозирующего контроллера, а только обеспечивает доступ к этой функциональности. Это позволяет создать для совместного функционирования четкое разделение задач [5].



Рисунок 4 – Блок управления типа Congrav® OP

## 2.5.3 Выбор исполнительных устройств и средств измерения

### 2.5.3.1 Датчик уровня

Выбор датчика уровня проходил из следующих вариантов приборов:

- INNOLevel IL-LAA-N,
- Solido-500 LAA,
- Rotonivo RN 3000.

Таблица 3 – Сравнительный анализ датчиков уровня

Критерии выбора	INNOLevel IL-LAA-N	Solido-500 LAA	Rotonivo RN 3000
Основная относительная погрешность измерений расхода, не более	±0.2 %	±0.2 %	±0.2 %
плотность контролируемого продукта	не менее 100г/л	не менее 100г/л	мин. 20г /л - трехступенчатая регулировка чувствительности
Выходной контакт	Микровыключатель без потенциала (SPDT)	Микровыключатель без потенциала (SPDT)	Микропереключатель или реле выход SPDT / DPDT контакт
Максимальная рабочая температура	-40...+80 °С	-25...+60 °С	-25...+600 °С
Класс взрывобезопасности	– АТЕХ II 1/2D	– АТЕХ II 1/2D	– АТЕХ II 1/2D
Класс защиты	IP 65	IP 66	IP 66

В результате анализа был выбран датчик уровня Rotonivo RN 3000, потому что, это качественный multifunctional прибор, не требующий технического обслуживания для надежного контроля уровня заполнения сыпучими материалами. Имеет модульную конструкцию. Применим в зонах с опасностью взрыва пыли и газа.

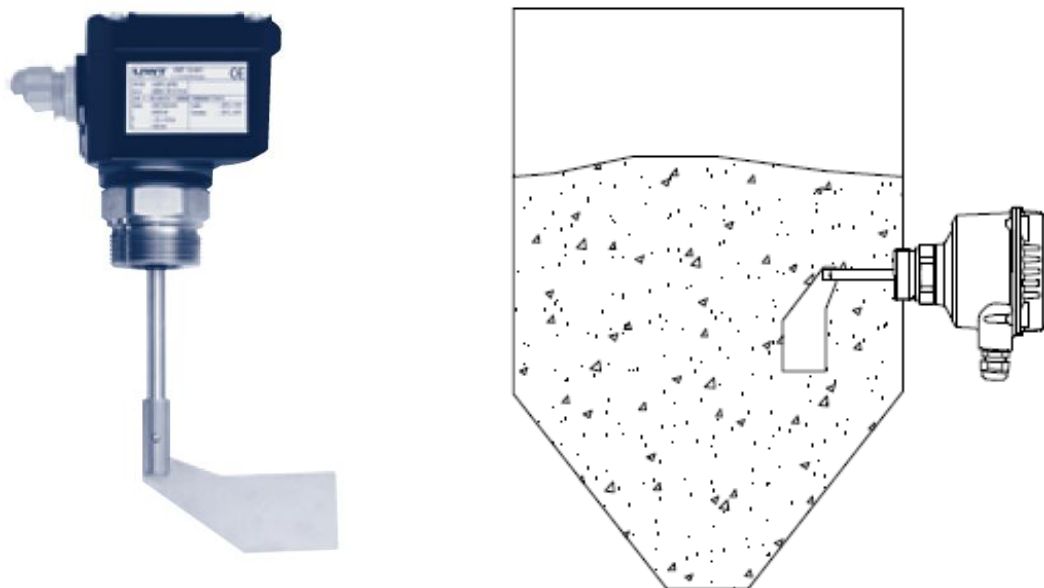


Рисунок 5 – Датчик уровня Rotonivo RN 3000. Схема установки.

Предельный выключатель уровня заполнения Rotonivo является электромеханическим устройством и используется для контроля уровня заполнения сыпучими веществами.

Принцип действия:

Вращающаяся на валу лопасть приводится в движение бесщеточным синхронным мотором. Вследствие контакта лопасти с материалом, вращательное движение прекращается. Двигатель свободно подвешен на ось привода. Возникающий реактивный момент задействует микровыключатель, который выдает соответствующий выходной сигнал и отключает мотор.

Как только, при снижении уровня сыпучего материала, лопасть освобождается, мотор, с помощью пружины, возвращается в исходное положение, микропереключатель меняет выходной сигнал и мотор снова включается.

Таблица 4 – Технические характеристики Rotonivo RN 3000



Корпус	Алюминий IP 66, Пластик PA, IP 66
Допуски	ATEX II 1/2 D; UA.TR.047
Диапазон температур процесса	-25°C до +1100°C
Диапазон давлений	макс. +10Бар
Чувствительность	мин. 20г /л - трехступенчатая регулировка чувствительности
Напряжение питания	110-120В или 220-240В AC 50-60Гц, 24В, 48В AC 50-60Гц, 24В DC, универсальное питание
Технологическое подключение	G1, G1¼ и G 1½"; NPT 1¼ и NPT 1½", M30x1,5, M32x1,5
Подшипник	2 капсулированных шариковых подшипника с дополнительным уплотнением вала

### 2.5.3.2 Тензодатчик

Выбор тензодатчика проходил из следующих вариантов приборов:

- Zemic L6N,
- CAS BCA-15LP,
- PW 16A.

Таблица 5 – Сравнительный анализ тензодатчиков

Критерии выбора	Zemic L6N	CAS BCA-15LP	PW 16A
Комбинированная погрешность	±0.0230	±0.03	±0.0233
Максимальный размер платформы	400x400мм	400x400мм	600x600мм
Максимальные нагрузки	100кг	100кг	660кг
Максимальная рабочая температура	-35...+65 °C	-25...+60 °C	-10...+50 °C
класс точности	– C3	– C3	– C3
Класс защиты	IP 65	IP 65	IP 67

В результате анализа в проекте используем тензодатчик PW 16A фирмы НВМ. Тензодатчик (он же - тензOMETрический преобразователь) – достаточно

простой электромеханический прибор, преобразующий деформацию регистрирующего механического устройства в электрический сигнал.

Принцип работы:

Принцип работы тензометрического устройства основан на изменении сопротивления проводника при механическом воздействии на него. В наиболее простом конструкционном исполнении датчик представляет собой мелкочастистую проводниковую сетку, закрепленную на токопроводящую основу, например, металлическую фольгу.

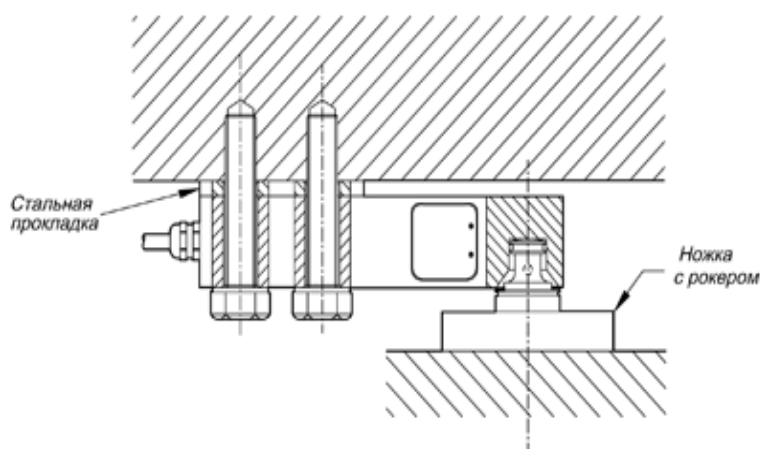


Рисунок 6 – Тензодатчик PW 16A. Схема установки.

Таблица 6 – Технические характеристики тезодатчика PW 16A

Тип	PW16A...										
Класс точности	C3										
Кол-во поверочных интервалов	3000										
Макс. нагрузка (E <sub>max</sub> ) <sup>*</sup>	кг	30	50	75	100	150	200	250	300	500	660
Мин. поверочный интервал (V <sub>min</sub> )	г	5	10	10	20	20	50	50	50	100	100
Макс. размер платформы	мм	600 x 600									
Номинальная чувствительность (C <sub>N</sub> )	мВ/В	2,0 ± 0,2									
Нулевой сигнал	мВ/В	0 ± 0,1									
Температ. отклонение нуля (TK <sub>0</sub> )	% от C <sub>N</sub> /10 K	±0,0233	±0,0280	±0,0187	±0,0280	±0,0187	±0,0350	±0,0280	±0,0233	±0,0280	±0,0212
Температ. отклонение чувствительности (TK <sub>C</sub> ) <sup>2)</sup>											
в диапазоне температур +20°C... +40°C	% от C <sub>N</sub> /10 K	±0,0175									
в диапазоне температур. -10°C... +20°C	10 K	±0,0117									
Гистерезис (d <sub>ny</sub> ) <sup>2)</sup>	%	±0,0166									
Нелинейность (d <sub>ln</sub> ) <sup>2)</sup>		±0,0166									
Ползучесть (d <sub>DR</sub> )		±0,0166									
Погрешность при эксцентричной нагрузке (OIML R76) <sup>3)</sup>		±0,0233									
Входное сопротивление (R <sub>LC</sub> )	Ом	300...500									
Выходное сопротивление (R <sub>Q</sub> )	Ом	300...500									
Номинальное напряжение питания (U <sub>ref</sub> )	В	5									
Ном. диапазон напряжения питания		0 ... 12									
Макс. напряжение питания (V <sub>U</sub> )		15									
Сопротивление изоляции (R <sub>iso</sub> )	ГОм	>2									
Номинальный диапазон температур (B <sub>T</sub> )	°C	-10...+40									
Рабочий диапазон температур (B <sub>W</sub> )	°C	-10...+50									
Температура хранения (B <sub>U</sub> )	°C	-25...+70									
Предельная нагрузка (E <sub>L</sub> )	% от E <sub>max</sub>	150									
Предельная поперечная нагрузка (E <sub>q</sub> ), в статике		300									
Разрушающая нагрузка (E <sub>D</sub> )		300									
Измерительный ход (S <sub>ном.</sub> ), ориент.	мм	<0,5									
Вес (G), ориент.	кг	1,8									
Класс защиты (IP) по EN 60 529		IP67									
Материал:											
Измерительный элемент		Алюминий									
Защитное покрытие		Силикон									
Оплетка кабеля		ПВХ									

### 2.5.3.3 Дозирующее устройство

Выбор дозирующего устройства происходил среди аналогичных приборов фирм:

SAUTELMA ROTOLOK, WAMGROU и FlexWall®plus.

Таблица 7 – Сравнительный анализ дозирующих устройств

Критерии выбора	SAUTELMA ROTOLOK	WAMGROU P	FlexWall®plus
Применение	для гранул	для порошка, для гранул	для порошка, для гранул
Тип	Весовой	винтовой, одновинтовой	гравиметрический, винтовой, одновинтовой
Сфера использования	для пищевой промышленности, для пластмассообработывающей промышленности	для пищевой промышленности	для пищевой промышленности, для пластмассообработывающей промышленности
Другие характеристики	–	–	устройство для защиты от образования дуг

В результате анализа остановимся на устройстве FlexWall®plus.

Дозирующие системы Flexwall Plus надёжно себя зарекомендовали среди других дозирующих систем. Дозирующий шнек всегда расположен в нижней точке бункера, препятствуя образованию механических арок в надшнековой области. Стимулирование потока осуществляется намного более интенсивно в зоне вокруг шнеков, что обеспечивается гибкими стенками, индуцирующими течение в сторону шнека. Одновременно решается проблема перезаполнения шнековых дозаторов, так как в бункере остаётся лишь небольшое количество материала, что очень важно при смене продуктов дозирования.

Принцип работы дозатора FlexWall® — это ассиметричная активизация боковых стенок эластичного желоба (воронки) шнека через так называемые лопасти.

Дозатор „FlexWall®plus“ подает насыпные материалы

- при помощи шнека в качестве рабочего органа,
- при помощи трехфазного двигателя в качестве привода шнека через редуктор.



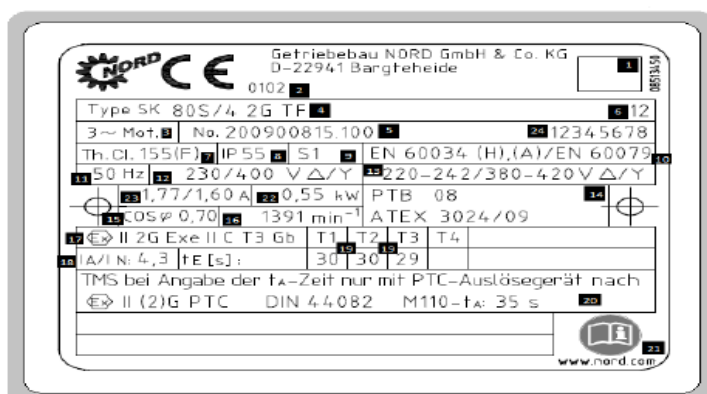
Рисунок 7 – Дозирующее устройство FlexWall®plus

### 2.5.3.4 Электродвигатель

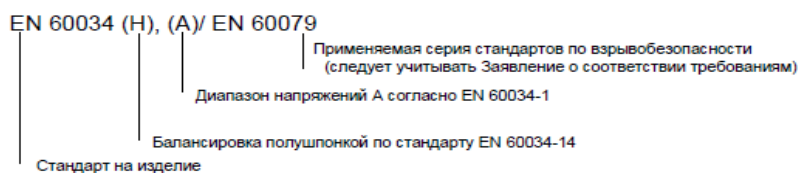
Для придания вращения шнеку дозирующего устройства применим трёхфазный электродвигатель постоянного тока - NORD Exe, во взрывозащищенном исполнении по стандарту EN 60079



Рисунок 8 – Электродвигатель NORD Exe во взрывозащищенном исполнении



Пояснение к указанию нормативных данных на фирменной табличке



1	Матричный код с данными	9	Режим эксплуатации	17	Маркировка взрывозащищенного исполнения
2	Кодовый номер органа сертификации	10	Информация о стандартах	18	Начальный пусковой ток / номинальный ток
3	Количество фаз	11	Номинальная частота	19	Значения времени tE
4	Маркировка модели	12	Номинальное напряжение	20	Примечание: TMS при указании времени tA только с расцепляющим прибором с положительным ТКС согласно $\text{II (2)G PTC DIN 44082}$
5	Номер заказа / номер двигателя	13	Допустимый диапазон напряжения	21	Внимание! Соблюдать требования инструкции по эксплуатации B1091.
6	Год выпуска	14	Номер технического паспорта	22	Номинальная мощность
7	Класс температуры	15	Коэффициент мощности	23	Номинальный ток
8	Класс защиты корпуса	16	Частота вращения	24	индивидуальный серийный номер

Таблица 8 – Технические характеристики электродвигателя

### 2.5.3.5 Редуктор

Для передачи вращательного движения от электродвигателя к шнеку используем редуктор NORD во взрывозащищенном исполнении.





Рисунок 9 – Редуктор NORD во взрывозащищенном исполнении

Фабричная табличка должна быть надежно прикреплена к редуктору, не допускайте появления на ней устойчивых загрязнений. Если же табличка повреждена или невозможно прочитать данные на ней, обратитесь в сервисный отдел компании NORD.

		Getriebebau NORD GmbH & Co. KG			
		D-22934 Bargteheide			
Typ	SK 12-IEC63/2G				
No.	1003345823		$i_{ges}$	72,63	
$n_2$	18	$min^{-1}$	$n_1$	1307,34	$min^{-1}$
$M_2$	96	Nm	$P_1$	0,18	kW
$F_{R2}$	3,35	kN	$F_{R1}$		kN
$F_{A2}$	4	kN	$F_{A1}$		kN
Oil	CLP 220		$x_{R2}$	50 mm	
			MI	24000 h	
	II 2G c IIC T4 X			S	

085 0150-0

Пояснения к заводской табличке			
Условное обозначение	Ед. изм.	Значение	см.
Typ	-	Тип редуктора NORD	
No.	-	Заводской номер	
$i_{ges}$	-	Полное передаточное число	
$n_2$	мин <sup>-1</sup>	Номинальная частота вращения выходного вала редуктора *	
$n_1$	мин <sup>-1</sup>	Номинальная частота вращения приводного вала редуктора или приводного двигателя *	
IM	-	Исполнение (монтажное положение)	раздел 6.1
$M_2$	Нм	Макс. допустимый крутящий момент на выходном валу редуктора	
$P_1$	кВт	Макс. допустимая приводная мощность или мощность двигателя	
$B_j$	-	Год выпуска	
$F_{R2}$	кН	Макс. допустимая поперечная сила на выходном валу редуктора	раздел 3.8
$F_{R1}$	кН	Макс. допустимая поперечная сила на приводном валу редуктора для варианта W	раздел 3.8
$T_u$	°C	допустимая температура окружающей среды для редуктора	
$F_{A2}$	кН	Макс. допустимая осевая сила на выходном валу редуктора	раздел 3.8
$F_{A1}$	кН	Макс. допустимая осевая сила на приводном валу редуктора для варианта W	раздел 3.8
$M_l$	ч	Интервал генерального ремонта редуктора в рабочих часах или класс обслуживания CM без указания часов	раздел 5.2 раздел 5.2
$x_{R2}$	мм	Макс. допустимый размер для точки приложения поперечной силы $F_{R2}$	раздел 3.8
Oil	-	Тип трансмиссионного масла (стандартное название)	раздел 6.2
Последняя строка 	-	Обозначение в соответствии с ATEX (DIN EN 13463-1): 1. Группа (всегда II, не для горнопромышленных предприятий) 2. Категория (2G, 3G для газа или 2D, 3D для пыли) 3. Степень защиты от воспламенения, если имеется (с) 4. Группа взрывозащиты, если имеется (IIC, IIB) 5. Температурный класс (T1-T3 или T4 для газа) или макс. температура поверхности (напр., 125°C для пыли) 6. Измерение температуры во время запуска (X)	раздел 4.3
S	-	Номер специальной документации, указан порядковый номер/год	
* Максимально допустимые значения частоты вращения на 10% выше номинальной частоты вращения, если при этом не будет превышена максимально допустимая приводная мощность $P_1$ .			
Если поля $F_{R1}$ , $F_{R2}$ , $F_{A1}$ и $F_{A2}$ пустые, значения сил равняются нулю. Если поле $x_{R2}$ пустое, приложение силы $F_{R2}$ приходится на центр цапфы вала (смотри рис. 3-4).			
	<b>Опасно!</b> Необходимо убедиться, что тип редуктора, все технические характеристики и маркировка по ATEX соответствуют характеристикам установки или предусмотренного проектом оборудования.		

Необходимо обратить внимание на то, что электродвигатель мотор-редуктора имеет свою собственную фирменную табличку и свою маркировку по ATEX. Эта маркировка двигателя

Таблица 9 – Технические характеристики редуктора



## 2.6 Разработка схемы внешних проводов

Схема соединений внешних проводов – это комбинированная схема, на которой изображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях (трубопроводах, воздухопроводах и т.д.), вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов.

Аналоговые сигналы 4 – 20 мА, приходящие со всех датчиков и исполнительных механизмов, по контрольным кабелям поступают в клеммные соединительные коробки, откуда они попадают на щит оператора.

Для передачи сигналов используются 2 клеммы для исполнительных механизмов и датчиков [1].

Соединение датчиков с клеммными колодками используются кабели типа КВВГЭнг. Количество жил в кабеле выберем равным 4.

КВВГЭнг предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств.

К – кабель контрольный;

В – изоляция из ПВХ пластиката;

В - оболочка из ПВХ пластиката;

Г – не имеет бронированного покрова;

Э – экран из алюминиевой фольги;

Нг – изготовлен из негорючих материалов.

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования главы 2.3. «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей:

– цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;

- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для резервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны прокладываться в разных кабелях [4].

Полученная схема соединения внешних проводок приведена в приложении 4.

## **2.7 Выбор алгоритмов управления узла растаривания и дозирования компонентов**

На разных уровнях автоматизированной системы управления могут использоваться различные алгоритмы:

Во время выполнения ВКР разработаны следующие алгоритмы АС:

1. Алгоритм сбора данных измерений.
2. Алгоритм пуска/останова технологического оборудования.
3. Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.

Для представления алгоритма пуска/останова и сбора данных будем использовать правила ГОСТ 19.002.

### **2.7.1. Алгоритм сбора данных измерений**

В роли канала измерения выберем измерение массы материала в весовом дозаторе. Для этого канала разработан алгоритм сбора данных измерений, который представлен на рисунке 10.

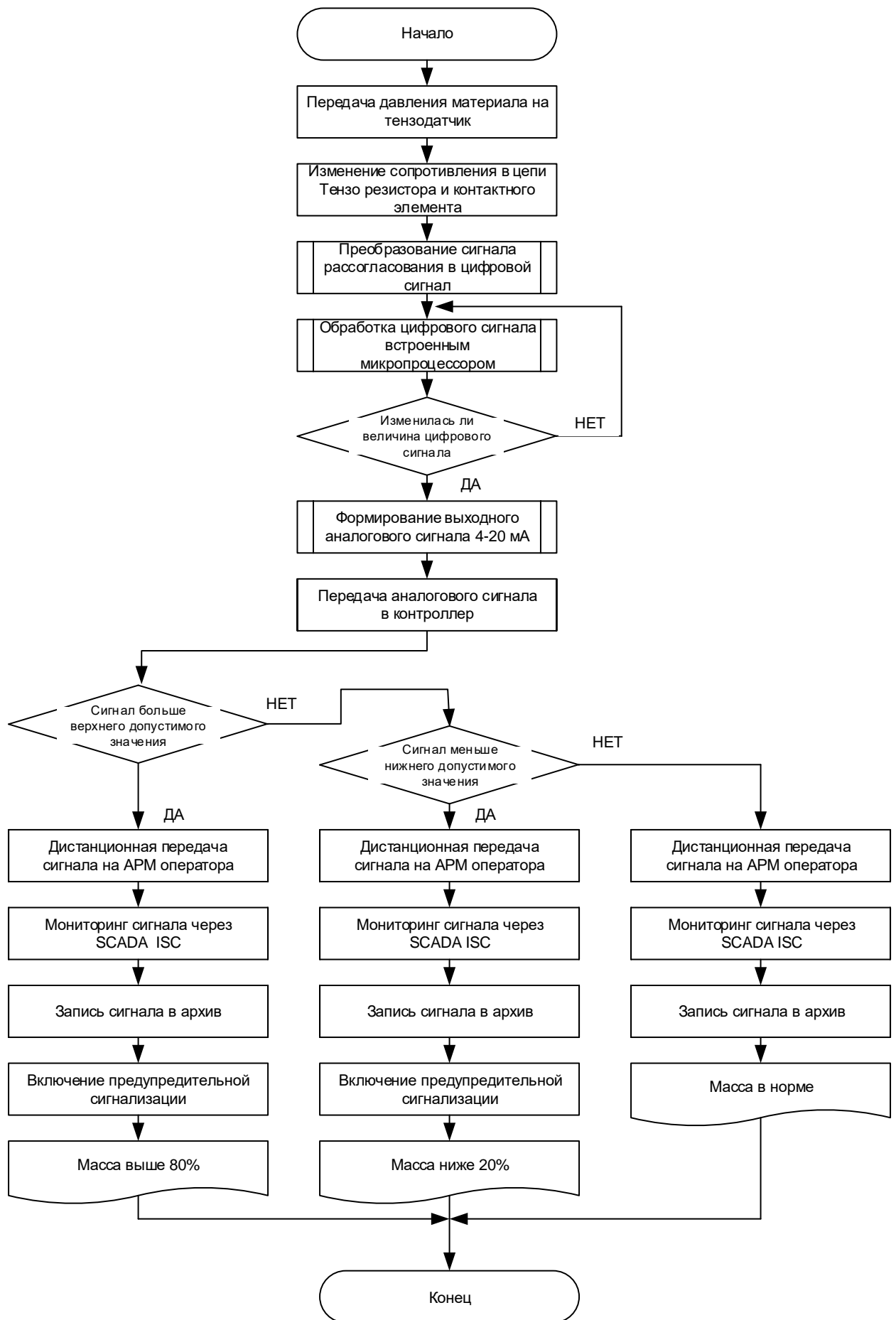


Рисунок 10 – Алгоритм сбора данных измерений

Данный алгоритм формирует аналоговый сигнал внутри тензометрического датчика, передаёт его на местный щит управления в контроллер, передаёт сигнал измерения в SCADA систему ISC, где происходит мониторинг её оператором, запись в архив и построение трендов по полученной информации.

### 2.7.2 Алгоритм пуска/останова технологического оборудования

В данной работе разработан алгоритм управления пуска/останова технологического оборудования, который представлен на рисунке 11.

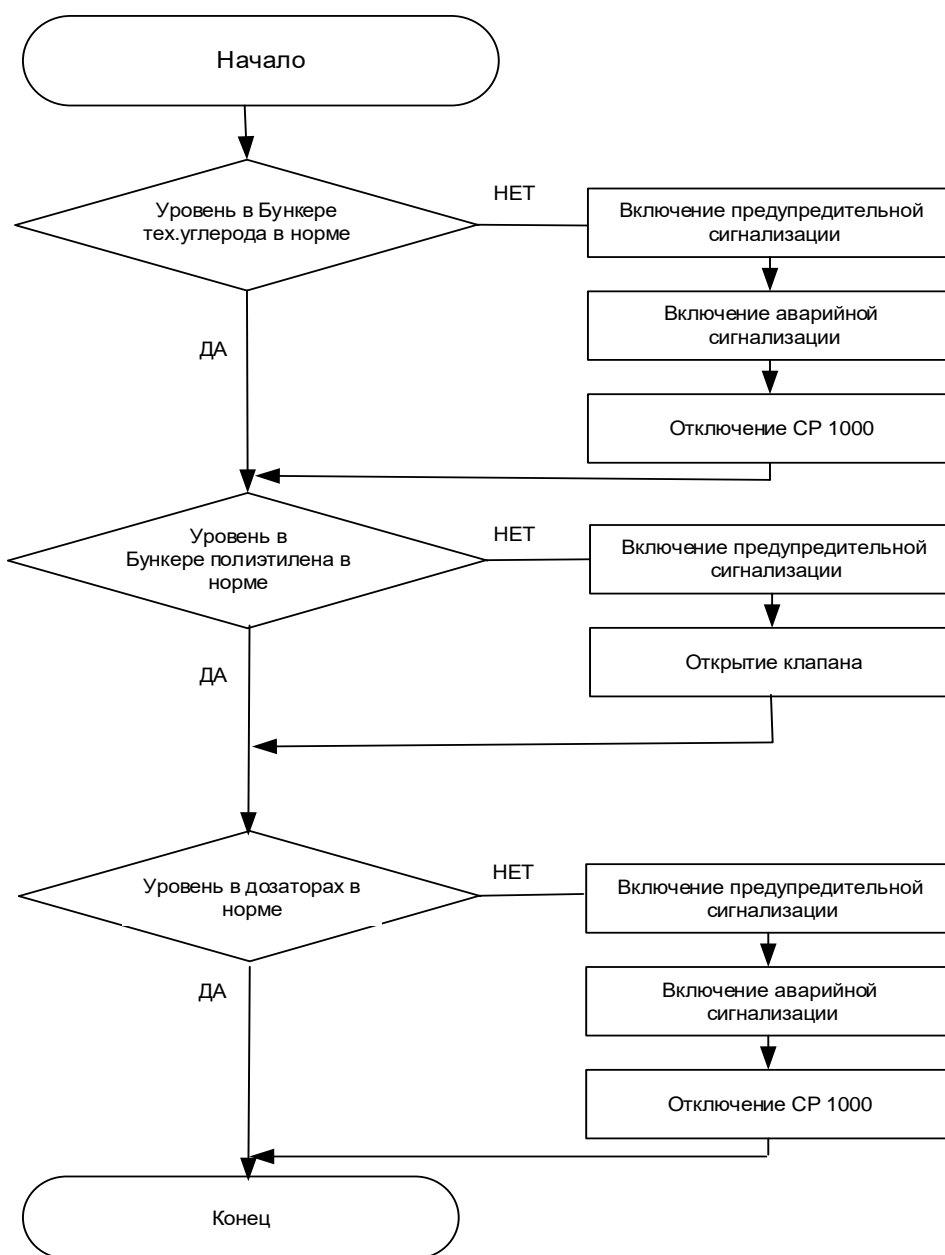


Рисунок 11 – Алгоритм управления пуска/останова

По результатам опроса датчиков формируем управляющие сигналы для включения/выключения дозаторов. После выполнения алгоритма один раз все дозаторы возвращаются к исходному дозированию.

### 2.7.3 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром

В качестве регулируемого параметра технологического процесса выступает скорость расхода материала на выходе из дозатора.

В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования. ПИД регулирование, позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. ПИД-регулятор используется в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор устройство в цепи обратной связи, используемое в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально входному сигналу, второе — интеграл входного сигнала, третье — производная входного сигнала.

Структурная схема системы автоматического дозирования сыпучего материала представлена на рисунке 12.

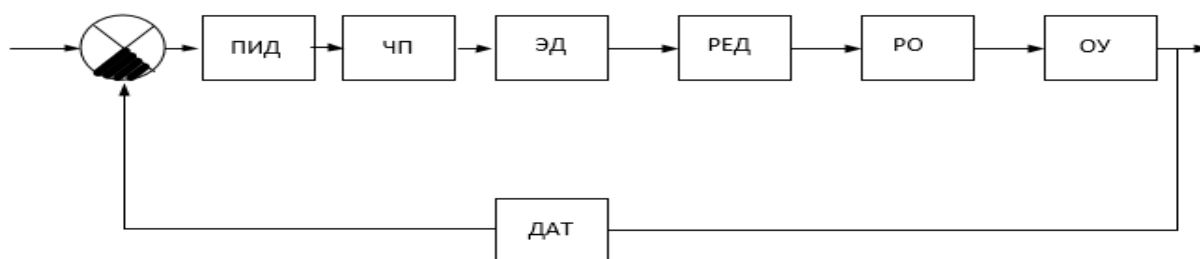


Рисунок 12 – Структурная схема САУ дозирования сыпучего материала

ПИД – пропорционально интегральный дифференциальный регулятор;

ЧП – частотный преобразователь;

ЭД - электродвигатель;

РЕД. - редуктор;

РО - регулирующий орган (шнековый питатель);

ОУ - объект управления;

ДАТ. – тензометрический датчик.

Питатель;

Передаточная функция шнекового питателя имеет вид:

$$W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1}, \text{ где:}$$

$k$  – коэффициент шнекового питателя, кг/об;

$T$  – постоянная времени шнекового питателя, с.

Произведем расчет параметров питателя:

$$Q = 60 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \psi \cdot s \cdot \gamma \cdot n \text{ (кг/час)}, \text{ где:}$$

$D$  - диаметр шнека = 0.05м.

$s$  - шаг шнека = 0.01м.

$\gamma$  - объемная масса = 150 кг/м<sup>3</sup>.

$n$  - число оборотов в минуту =?

$\psi$  - коэффициент заполнения материала = (0.8 - 1)

Выберем коэффициент заполнения – 0.9

$$Q = k \cdot n \cdot (1 - e^{-\frac{1}{T}})$$

Питатель имеет производительность:  $Q = 5$  (кг/ч)

$$5 = 60 \cdot \frac{3.14 \cdot (0.05)^2}{4} \cdot 0.9 \cdot 0.01 \cdot 150 \cdot n$$

$$5 = 0.159 \cdot n$$

Число оборотов шнека в минуту;

$$n = 5/0.159 = 31 \text{ об/м.}$$

Определим величину  $T$ :

$$k = \frac{0.0014 \left( \frac{\text{кг}}{\text{сек}} \right)}{0.5 \left( \frac{\text{об}}{\text{сек}} \right)} = 0.0028 \text{ кг/об}$$

$$5 = k \cdot n \cdot (1 - e^{-\frac{1}{T}}),$$

$$5 = 0.0028 \cdot 31 \cdot (1 - e^{-\frac{1}{T}}),$$

$T=0.12\text{с.}$

Таким образом, шнековый питатель имеет передаточную функцию:

$$W(p) = \frac{0.0028}{0.12*p+1},$$

Электродвигатель;

Так как при ПИД-регулировании используется ток до 20 мА, а частотный преобразователь изменяет частоту от 0 Гц до 300 кГц, то передаточный коэффициент равен 15. Из документации частотного преобразователя определим постоянную времени, равную 0.2 сек. Коэффициент передачи электродвигателя равен 0,0046, т.к. максимальная скорость 1391 об/мин при максимальной частоте 300 кГц.

Передаточная функция электродвигателя постоянного тока имеет вид:

$$W(P) = \frac{k_d}{(T_d*p+1)} = \frac{0,0046}{0.1p+1} \text{ где:}$$

$k_d$ - коэффициент передачи двигателя;

$T_d$ - постоянная электродвигателя.

Постоянная электродвигателя – отражает конструктивные особенности двигателя и включает в себя как правило электрические и механические характеристики двигателя: размеры ротора, статора, момент инерции ротора, материал стали сердечника, количество полюсов и т.д.= 0.1

Редуктор;

$$\text{Передаточное число редуктора} = K = \frac{\omega_{\text{ВЫХ}}}{\omega_{\text{ВХ}}} = \frac{18}{1307} = 0,014$$

$\omega_{\text{ВЫХ}}$  – скорость вращения питателя;

$\omega_{\text{ВХ}}$  – скорость вращения двигателя;

$$W(p) = 0.014.$$

Объект управления;

Объект управления: накопитель сыпучего материала, следовательно, имеющий передаточную функцию накопителя, его выходная величина будет пропорциональна интегралу по времени.

$$\frac{d\phi}{dt} = k \cdot \mu$$

$$\int d\phi dt = \int_0^t k \cdot \mu dt$$

$$\phi = k \cdot \int_0^t \mu dt$$

$$p \cdot \phi = k \cdot \mu$$

Передаточная функция накопителя будет иметь вид:

$$W(p) = \frac{k}{p}$$

Определим коэффициент К:

На вход поступает сыпучий материал из питателя (5 кг/час), а с выхода датчиком снимается масса материала (выход 5 кг за час), следовательно,

$$k = 1$$

Передаточная функция объекта управления:

$$W(p) = \frac{1}{p} \quad [III]$$

Тензодатчик;

Коэффициент  $K_d$  тензодатчика определим как отношение выходного сигнала устройства к входному:

$$K_d = \frac{U_d}{Q} \quad \text{где:}$$

$U_d$  – напряжение на выходе тензодатчика, В;

$Q$  – масса материала, действующая на датчик, кг.

Таким образом, получили:

$$K_d = 5/150 = 0.03 \text{ В/кг.}$$

Передаточная функция;

Регулирующий орган описывается с помощью замкнутого контура. В прямой цепи этого контура стоят два апериодических звена первого порядка (электрохимическая составляющая) двигатель, питатель и интегратор, преобразующий угловую скорость в угол перемещения.

Результаты моделирования схемы автоматического регулирования в пакете программ Matlab в среде Simulink продемонстрированы на рисунке 13.



После автоматической настройки регулятора с помощью возможностей PID Tuner был получен переходный процесс, время которого составило 3.17 с. [1]

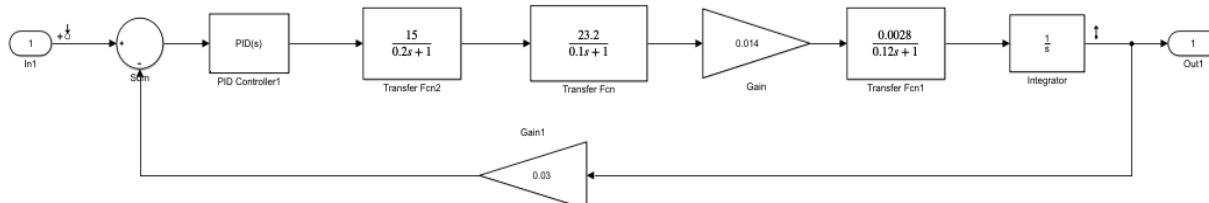


Рисунок 13 – Модель системы в программе MATLAB

Структурная схема системы, график переходного процесса и выбранные параметры ПИД-регулятора приведены на рисунке 14.

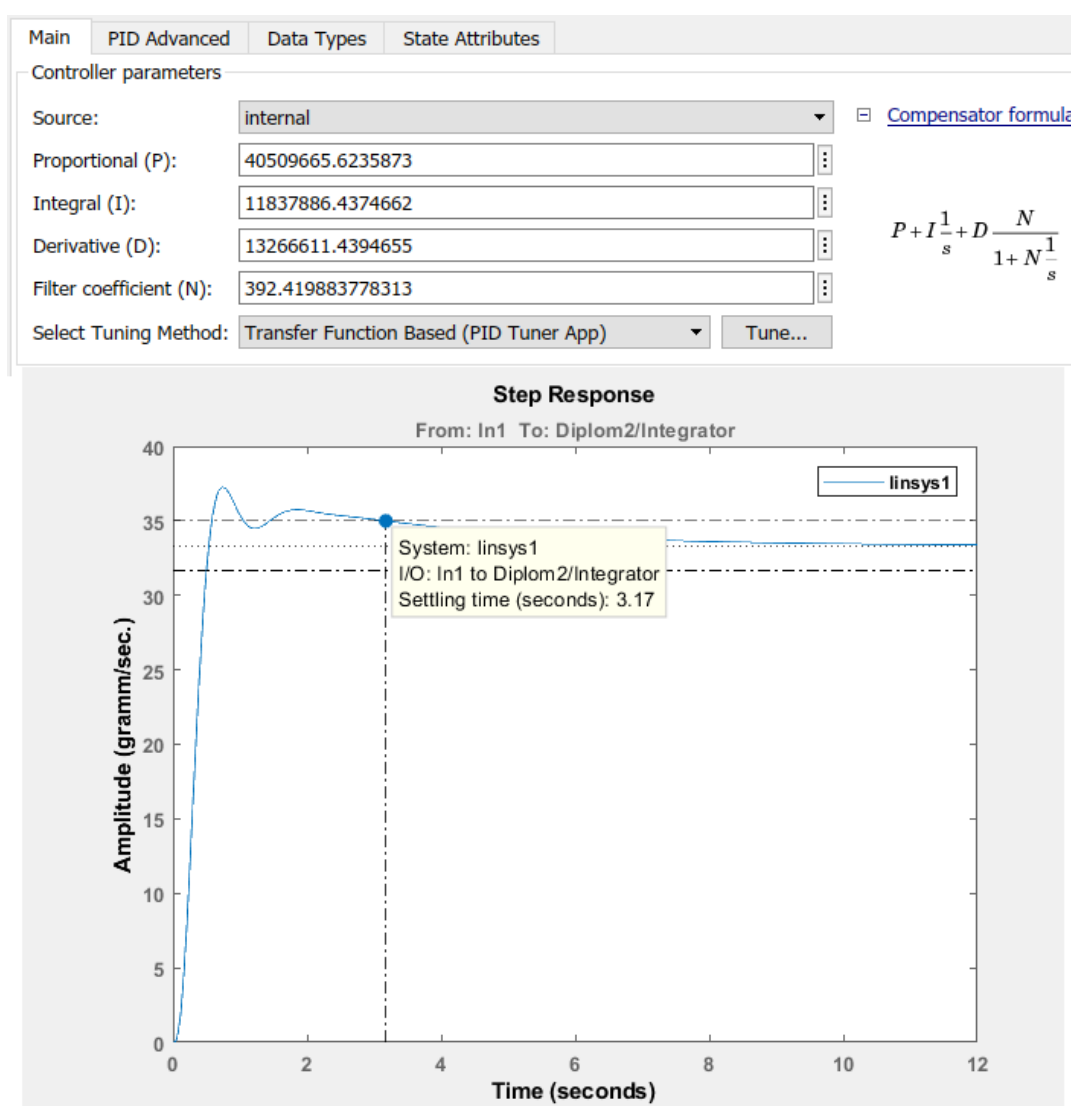


Рисунок 14 – График переходного процесса и выбранные параметры ПИД-регулятора

## **2.8 Экранные формы АС узла растаривания и дозирования компонентов**

Управление АС узла растаривания и дозирования компонентов реализовано с использованием SCADA системы ISC plus. Это система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жёстким требованиям в смысле надёжности, себестоимости и безопасности. ISC plus фирмы Brabender Technologie обеспечивает возможность работы как с оборудованием Brabender, так и оборудованием других производителей.

Основные возможности SCADA-систем:

- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- архивирование и хранение информации для последующей обработки (создание архивов событий, аварийной сигнализации, изменения технологических параметров во времени, полное или частичное сохранение параметров через определенные промежутки времени);
- документирование, как технологического процесса, так и процесса управления (создание отчетов), выдача на печать графиков, таблиц, результатов вычислений и т.д. [3].

### **2.8.1 Разработка дерева экранных форм**

Дерево экранных форм приведено в приложении 5.

Оператор АРМ может осуществлять навигацию экранных форм используя кнопки прямого вызова. При старте проекта всплывает окно авторизации пользователя, в котором необходимо ввести логин и пароль (рисунок 15). Если логин и пароль оказываются верными, появляется мнемосхема дозаторов, а также символы для управления полем изображения. Помимо этого, на мнемосхеме основных объектов у пользователя имеется прямой доступ к функциям рецептуры материала.

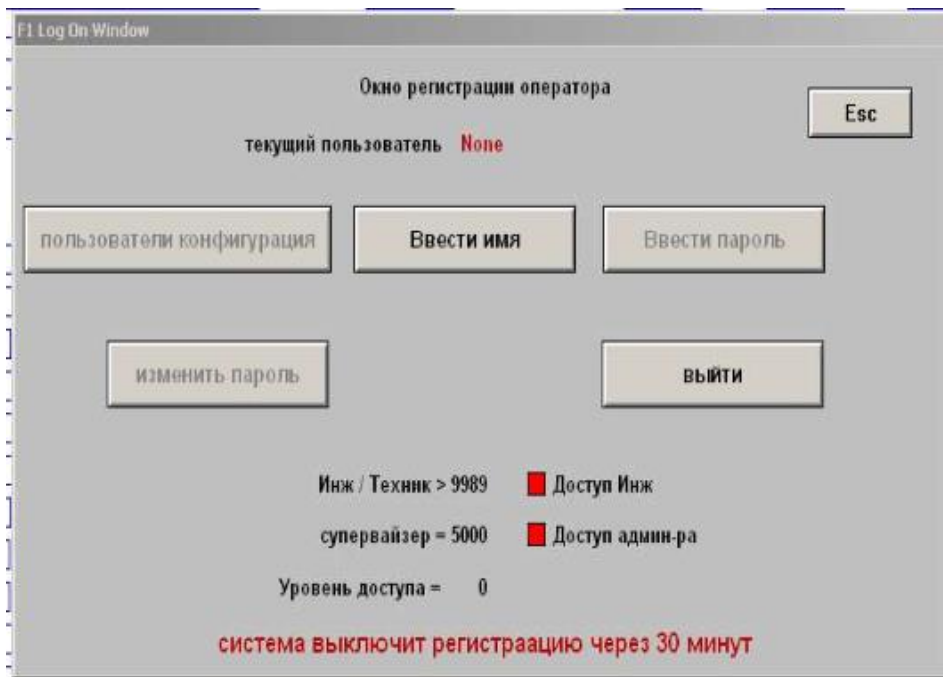


Рисунок 15 – Окно авторизации пользователя

## 2.8.2 Разработка экранных форм АС

Интерфейс оператора содержит рабочее окно, состоящее из следующих областей :

- главное меню;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений;
- строка состояния.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3 – 8Т32	Рукс Андрею Евгеньевичу

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент по г. Томску</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

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

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Потенциальные потребители результатов исследования; проведение SWOT-анализ, анализ альтернативы проведения НИ</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Планирование научно-исследовательских работ; построение графика проведения работ; расчет бюджета исследования</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Эффективность исследования</i>

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

*Матрица SWOT  
Альтернативы проведения НИ  
График проведения и бюджет НИ*

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Т32	Рукс Андрей Евгеньевич		

### 3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

#### 3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Критериями сегментирования выберем вид используемых систем технологических процессов и отрасль производства. Для Российской промышленности сегментация по выбранным критериям будет иметь вид, представленный в таблице 10.

Таблица 10 – Карта сегментирования рынка по виду используемых систем технологических процессов.

		Вид системы		
		Автоматическая система	Автоматизированная система	Неавтоматизированная система
Отрасль	Нефтегазовая			
	Машиностроительная			
	Сельскохозяйственная			

Рассматриваемая разработка является автоматизированной системой и используется не только в нефтегазовой отрасли. Согласно карте сегментирования видно, что автоматизированная система широко применяется в других промышленных отраслях, что повышает конкуренцию.

### 3.2 SWOT-анализ

**SWOT** – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [8]

Данный анализ включает в себя несколько этапов.

На первом этапе рассматриваются сильные и слабые стороны проекта, которые влияют на появление возможностей и угроз для реализации проекта.

1). Сильные стороны – это факторы, которые говорят об отличительных достоинствах проекта и являются особенными с точки зрения конкуренции.

2). Слабые стороны – это факторы, которые говорят о недостатках, научно-исследовательского проекта.

3). Возможности – это факторы, которые определяют ситуацию в действительном или будущем. Возможности позволяют поддерживать спрос и улучшать свою конкурентоспособность.

4). Угрозы – это факторы, которые определяют нежелательные ситуации для проекта. Они имеют пагубный характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты первого этапа SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1.Повышенная производительность технологии по сравнению с аналогами</p> <p>С2.Простота обслуживания разрабатываемой системы</p> <p>С3. Низкие затраты на обслуживание</p> <p>С4. Наличие аналогов, позволяющие учесть недостатки подобных систем</p> <p>С5. Универсальность и гибкость технологии</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой</p> <p>Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования на тапе разработки для проведения испытания опытного образца</p> <p>Сл5. Малый штат сотрудников проекта</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инфраструктуры ТНХК</p> <p>В2. Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск</p> <p>В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>		
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии</p> <p>У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У5. Нехватка средств для реализации проекта</p>		

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

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+»

(означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить [8].

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	+	-	+
	B4	-	-	-	-	-
	B5	-	-	-	-	-
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл.1	Сл.2	Сл.3	Сл.4	Сл.5
	B1	-	-	-	-	0
	B2	-	-	-	+	0
	B3	-	-	-	-	-
	B4	0	-	-	-	-
	B5	-	-	-	-	-
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	+	+	+	0	+
	У3	0	0	0	-	0
	У4	+	-	-	-	+
	У5	-	-	-	-	-
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл.1	Сл.2	Сл.3	Сл.4	Сл.5
	У1	+	+	+	0	-
	У2	+	-	+	0	-
	У3	0	+	+	-	-
	У4	0	+	0	0	-
	У5	+	-	+	+	+

Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 13.



Таблица 13 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>                  С1. Повышенная производительность технологии по сравнению с аналогами                  С2. Простота обслуживания разрабатываемой системы                  С3. Низкие затраты на обслуживание                  С4. Наличие аналогов, позволяющие учесть недостатки подобных систем                  С5. Универсальность и гибкость технологии</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>                  Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки                  Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой                  Сл3. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ                  Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца                  Сл5. Малый штат сотрудников проекта</p>
<p><b>Возможности:</b>                  В1. Использование инфраструктуры ТНХК                  В2. Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск                  В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт                  В4. Снижение таможенных пошлин на используемые материалы                  В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>В1В2С1С2С3С4С5;                  В3С1С2С3С5</p>	
<p><b>Угрозы:</b>                  У1. Отсутствие спроса на новые технологии                  У2. Развитая конкуренция технологий производства                  У3. Ограничения на экспорт технологии                  У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции                  У5. Нехватка средств для реализации проекта</p>	<p>У2С1С2С3С5;                  У4С1С5</p>	<p>У1Сл.1Сл.2Сл.3 У2Сл.1Сл.3                  У3Сл.2Сл.3                  У4Сл.2 У5Сл.1Сл.3Сл.4Сл.5</p>

Анализ полученных таблиц представим в виде записи сильно взаимосвязанных сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей и т.д. Каждая запись будет являться направлением реализации проекта.

При сильной связи возможностей с одними и теми же сильными сторонами, с большой вероятностью можно говорить об их единой природе и затем объединить их.

### **3.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований**

Ранее были рассмотрены методы, которые позволяют определить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки проекта. Однако эти методы направлены на улучшение результатов проекта, находящегося на стадии создания макета, модели системы, прототипа, конечного продукта. Если разработка находится на одной из этих стадиях, можно использовать не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

В другом случае, рекомендуется использовать морфологический подход, так как возникают сложности применения вышеописанных методов на предпроектной и начальной стадиях проведения научных исследований.

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Реализация метода предусматривает следующие этапы:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике. В рамках этого этапа составляется морфологическая матрица.

Морфологическая матрица для автоматизированной системы поддержания заданного уровня жидкости нефтегазового сепаратора представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Морфологическая матрица для автоматизированной системы

	1	2	3
А. Тип привода управляющего органа	Электропривод	Пневмопривод	Гидропривод
Б. Тип контроллера	Модульный	Моноблочный	Распределенный
В. Тип сигнала управляющим органом	4-20 мА	0-5 мА	0-10 В
Г. Тип используемого тензодатчика	Силоизмерительный	Весоизмерительный	Весоизмерительный
Д. Способ регулирования	ПИД	ПД	ПИ
Е. Расположение дозатора	Вертикальный	Вертикальный	Горизонтальный

4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений. На этом этапе описываются возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения. Для данной матрицы выберем наиболее вероятные решения: А1Б1В1Г3Д1Е1, А2Б2В2Г2Д1Е2, А1Б3В3Г3Д1Е1.

В данной работе рассматривается первый вариант: А1Б1В1Г3Д1Е1.

### 3.4 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

При выполнении научного исследования создается рабочая группа, в которую входят научные сотрудники, преподаватели, инженеры, техники и лаборанты. Каждый исполнитель, согласно своей должности отвечает за ту или иную работу.

Настоящая работа имеет следующий штат исполнителей:

- 1). Разработчик проекта – Студент ТПУ ИНЭО (Рп);
- 2). Руководитель от ТПУ (Ру)
- 3). Технолог ППЭ ТНХК (Т);

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Разработчик проекта
	3	Проведение патентных исследований	Разработчик проекта
	4	Выбор направления исследований	Разработчик проекта, Руководитель
	5	Календарное планирование работ по теме	Разработчик проекта
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Разработчик проекта, Технолог
	7	Построение моделей и проведение экспериментов ( использовалась графическая среда имитационного моделирования Simulink)	Разработчик проекта, Руководитель
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Разработчик проекта, Руководитель
	9	Оценка эффективности полученных результатов, внесение необходимых изменений	Разработчик проекта, Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Разработчик проекта, Технолог
	11	Проверка и коррекция схем	Разработчик проекта, Технолог
	12	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Разработчик проекта, Руководитель
Оформление отчета по НИР	13	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Разработчик проекта

### 3.5 Определение трудоемкости выполнения работ

Затраты на труд, как правило занимают большую часть стоимости разработки, поэтому важным этапом является определение трудоемкости работ всех участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости воспользуемся формулой:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5}, \text{ где}$$

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дни;

$t_{\text{мин}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дни;

$t_{\text{макс}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{Pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \text{ где}$$

$T_{Pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дни;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дни.

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

### 3.6 Разработка графика проведения научного исследования

В нашем случае наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \text{ где}$$

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

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

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

Коэффициент календарности определим по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \text{ где}$$

$T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году (365 дней);

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году (104 дня);

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году (14 дней).

$$\text{Тогда } k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  округлим до целого числа.

Все рассчитанные значения занесем в таблицу.

Временные показатели проведения научного исследования представлены в таблице 16.

Таблица 16 – 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			$t_{ожг}$ , чел-дни								
	РП	Т	Ру	РП	Т	Ру	РП	Т	Ру	РП	Т	Ру	РП	Т	Ру
Составление и утверждение технического задания	-	-	1	-	-	2	-	-	1,4	-	-	1,4	-	-	2
Подбор и изучение материалов по теме	13	-	-	18	-	-	15	-	-	15	-	-	22	-	-
Проведение патентных исследований	2	-	-	3	-	-	2,4	-	-	2,4	-	-	3	-	-
Выбор направления исследований	1	-	1	2	-	2	1,4	-	1,4	0,7	-	0,7	1	-	1
Календарное планирование работ по теме	1	-	-	2	-	-	1,4	-	-	1,4	-	-	2	-	-
Проведение теоретических расчетов и обоснований	5	5	-	10	10	-	7	7	-	3,5	3,5	-	5	5	-
Построение моделей и проведение экспериментов	3	-	3	5	-	5	3,8	-	3,8	1,9	-	1,9	3	-	3
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	-	2	4	-	4	2,8	-	2,8	1,4	-	1,4	2	-	2
Оценка эффективности полученных результатов, внесение необходимых изменений	2	-	2	3	-	3	2,4	-	2,4	1,2	-	1,2	2	-	2
Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	2	2	-	4	4	-	3	3	-	1,5	1,5	-	2	2	-
Проверка и коррекция схем	2	2	-	3	3	-	2,4	2,4	-	1,2	1,2	-	2	2	-
Оценка эффективности производства	2	-	2	3	-	3	2,4	-	2,4	1,2	-	1,2	2	-	2
Составление пояснительной записки	8	-	-	10	-	-	8,8	-	-	8,8	-	-	13	-	-
<b>Итого</b>										<b>40,2</b>	<b>6,2</b>	<b>7,9</b>	59	9	12

На основе таблицы 16 построим диаграмму Ганта. Диаграмма представляет собой план-график, разбитый по месяцам и декадам с указанием выполненных работ.

Диаграмма Ганта проведения научно-исследовательской выпускной квалификационной работы представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Диаграмма Ганта проведения научно-исследовательской выпускной квалификационной работы.

№	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ кал. дн.	Продолжительность выполнения работ															
				апрель			май			июнь									
				1	2	3	1	2	3	1	2	3							
1	Составление и утверждение технического задания	Ру	2		▨														
2	Подбор и изучение материалов по теме	РП	22		■	■	■												
3	Проведение патентных исследований	РП	3							■									
4	Выбор направления исследований	РП,Ру	1							▨									
5	Календарное планирование работ по теме	РП	2							■									
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	РП,Т	5							■	■								
7	Построение моделей и проведение экспериментов	РП,Ру	3							▨	■								
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	РП,Ру	2							▨	■								
9	Оценка эффективности полученных результатов, внесение необходимых изменений	РП,Ру	2							▨	■								
10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	РП,Т	2							■	■								
11	Проверка и коррекция схем	РП,Т	2							■	■								
12	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	РП,Ру	2							▨	■								
13	Составление пояснительной записки	РП	13																■

▨ - Руководитель ■ - Разработчик проекта ■ - Технолог

### 3.7 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- ✓ материальные затраты НТИ;



- ✓ затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- ✓ основная заработная плата исполнителей темы;
- ✓ дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- ✓ отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- ✓ затраты научные и производственные командировки;
- ✓ контрагентные расходы;
- ✓ накладные расходы.

Все необходимое оборудование и материалы имеются в распоряжении разработчика проекта, поэтому расчет материальных затрат проводить не будем.

### **3.7.1 Основная заработная плата исполнителей**

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

Показатели времени	руководитель (от ТПУ)	Разработчик проекта (Студент)	Технолог (ТНХК)
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней	66	183	183
- выходные дни			
- праздничные дни			
Потери рабочего времени	48	28	32
- отпуск			
- невыходы по болезни			
Действительный фонд рабочего времени	251	154	150

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_d) * k_p * k_{\text{сев}},$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{\text{тс}}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3.

$k_T$  – тарифная почасовая ставка

$k_{сев}$  – северная надбавка (если имеется)

Заработная плата по тарифной ставке будет равна произведению часового тарифа на количество отработанных часов в месяце.

Основная заработная плата руководителя (доцент, к.т.н. от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда в ТПУ.

Расчеты:

$$Z_M(\text{РП}) = Z_{\text{ТС}} * (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) * K_p = 27000 * (1 + 0,25) * 1,3 = 45012 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{дн}}(\text{РП}) = \frac{Z_M * M}{F_{\text{д}}} = \frac{45012 * 11,2}{154} = 3273 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{осн}}(\text{РП}) = Z_{\text{дн}} * T_p = 3273 * 40,2 = 131574 \text{руб.}$$

$$Z_M(\text{T}) = Z_{\text{ТС}} * (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) * K_p = 37000 * 1,3 = 48100 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{дн}}(\text{T}) = \frac{Z_M * M}{F_{\text{д}}} = \frac{48100 * 11,2}{150} = 3591 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{осн}}(\text{T}) = Z_{\text{дн}} * T_p = 3591 * 6,2 = 22264 \text{руб.}$$

$$Z_M(\text{Ру}) = Z_{\text{ТС}} * K_p = 26300 * 1,3 = 34190 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{дн}}(\text{Ру}) = \frac{Z_M * M}{F_{\text{д}}} = \frac{34190 * 10,4}{251} = 1813 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{осн}}(\text{Ру}) = Z_{\text{дн}} * T_p = 1813 * 7,9 = 14322 \text{руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 19.

Таблица 19 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{ТС}}$ , руб.	$k_{\text{д}}$ %	$k_p$ %	$Z_M$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	33664	-	30	43763	1813	7.9	14322
Разработчик проекта	27700	25	30	45012	3273	40.2	131574
Технолог	37000	-	30	48100	3591	6.2	22264
Итого	98364			136875	8677		168160

### 3.7.2 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \text{ где}$$

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Тогда:

$$З_{\text{доп}}(\text{РП}) = K_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,15 * 131574 = 19736 \text{руб.}$$

$$З_{\text{доп}}(\text{Т}) = K_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,15 * 22264 = 3339 \text{руб.}$$

$$З_{\text{доп}}(\text{РУ}) = K_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,15 * 14322 = 2148 \text{руб.}$$

### 3.7.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ОСС), пенсионного фонда (ОПС) и медицинского страхования (ОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \text{ где}$$

$k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Ставки (тарифы) и особенности уплаты страховых взносов на обязательное пенсионное, социальное и медицинское страхование в 2018 году.– 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	14322	2148
Разработчик проекта	131574	19736
Технолог	22264	3339
Общая сумма	168160	25223
Отчисления во внебюджетные фонды	58015	

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 * (168160 + 25223) = 58015 \text{руб.}$$

### 3.7.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Расчет бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	-	Пункт 3.8.
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	168160	Пункт 3.8.1.
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	25223	Пункт 3.8.2
4. Отчисления во внебюджетные фонды	58015	Пункт 3.8.3
5. Накладные расходы	40223	16 % от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	291621	Сумма ст. 1- 5

Накладные расходы:

$$0,16 * (168160 + 25223 + 58015) = 40223 \text{руб.}$$

Бюджет затрат НТИ:

$$168160 + 25223 + 58015 + 40223 = 291621 \text{руб.}$$

### **3.8 Определение эффективности исследования**

В данной работе были проведены различного рода анализы и дана оценка разрабатываемой автоматизированной системы узла растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов, её альтернатив и выбран оптимальный из них. Так же было произведено исследование о рациональной организации научно-исследовательской работы и её материально-технического обеспечения. Разрабатываемая система имеет большую конкуренцию на рынке, но имеет преимущества в виде повышенной производительности и простоте обслуживания. В состав группы по разработке проекта входило три человека. Для разработки системы потребовалось 59 календарных дней и бюджет в 291621 рублей.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3 – 8Т32	Рукс Андрею Евгеньевичу

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

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

<p><i>. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <p><i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i></p> <p><i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i></p> <p><i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i></p> <p><i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></p>	<p><i>1. Описание рабочего места на предмет: анализ вредных и опасных факторов, воздействие на окружающую среду, возможные ЧС и места их возникновения, организация работы отдела охраны труда.</i></p>
<p><i>. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>1. Постоянный технологический регламент № 410 - 01 - 2015</i></p> <p><i>Установки производства и дополнительной переработки полиэтилена на основе технического углерода производства полиэтилена</i></p> <p><i>2. ГОСТ 12.1.005-88</i></p> <p><i>3 СанПиН 2.2.4.3359-16.</i></p> <p><i>4. ГОСТ 12.1.038-82</i></p>

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

<p><i>. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <p><i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></p> <p><i>действие фактора на организм человека;</i></p> <p><i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></p> <p><i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></p>	<p><i>1. Анализ вредных факторов, проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <p><i>– Вредные вещества.</i></p> <p><i>– Шум и вибрация;</i></p>
<p><i>. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <p><i>механические опасности (источники, средства защиты);</i></p> <p><i>термические опасности (источники, средства защиты);</i></p> <p><i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</i></p> <p><i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i></p>	<p><i>2. Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды</i></p> <p><i>– Опасность получения механических травм.</i></p> <p><i>– Опасность поражения электрическим током – пожаровзрывобезопасность.</i></p> <p><i>– Взрывопожароопасность.</i></p> <p><i>– Опасности, связанные с проведением погрузочно-разгрузочных работ.</i></p>

	– Опасность отравления токсичными веществами.
2. Охрана окружающей среды: защита селитебной зоны анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	3. Охрана окружающей среды: – Воздействие на атмосферу. – Воздействие на гидросферу. – Воздействие на литосферу.
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС на объекте; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – Безопасность в чрезвычайных ситуациях
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Т 32	Рукс Андрей Евгеньевич		



#### **4 Социальная ответственность**

Социальная ответственность организации заключается в реализации ее интересов посредством обеспечения социального развития коллектива организации и ее активного участия в развитии общества.

Деятельность организации – это адекватная реакция на быстрые перемены, непрерывно меняющиеся технологии и неопределенность среды. Поэтому технологии современного управления должны включать сбалансированное сочетание человеческих ценностей, организационных изменений и непрерывных адаптаций к изменениям внешней среды. Все это требует существенных изменений в принципах, методах и формах работы организации, подходах к формированию системы корпоративного управления, которая, в свою очередь, должна базироваться на принципах корпоративной социальной ответственности. Для достижения этих целей необходимо постоянное улучшение условий охраны труда, промышленной и экологической безопасности, требуется постоянное совершенствование системы страхования от несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний.

Соответствующие контролирующие органы, а именно: Правительство РФ, Федеральная служба по труду и Государственные инспекции труда обеспечивают соблюдения требований охраны труда на предприятиях.

Объектом исследований является узел растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов. Отделение производства концентратов выпускает различные марки концентратов полиэтилена. Концентраты полиэтиленовые технического углерода предназначены для изготовления стабилизированных композиций полиэтилена низкой плотности (высокого давления), полиэтилена высокой плотности (низкого давления), окрашивания полипропилена, сополимера пропилена с этиленом и композиций на их основе в черный цвет. При эксплуатации проектируемого оборудования могут возникнуть следующие опасности для работающего персонала:

- Наличие в технологическом процессе взрывопожароопасных источников;
- наличие в технологическом процессе высоких температур;
- наличие в технологическом процессе высокого давления;
- наличие в технологическом процессе вращающихся и движущихся частей оборудования и механизмов, грузоподъемных механизмов;
- наличие высокого напряжения в электросетях (380 и 660 В).

#### **4.1 Производственная безопасность**

При работе на узле растаривания и дозирования компонентов на человека воздействуют следующие вредные факторы: вредные и опасные химические вещества, шум, вибрация. Обслуживающий персонал подвергается электрической, механической, термической опасностям, пожаро и взрывоопасностям. Поэтому большое значение имеет правильное обустройство рабочих мест персонала.

##### **4.1.1 Анализ вредных факторов**

###### **4.1.1.1 Вредные вещества**

При эксплуатации отделения производства концентратов при работе с проектируемым оборудованием, в технологическом процессе могут использоваться и выделяться следующие вредные вещества (Таблица 22) [9]:

Таблица 22 – используемые и выделяемые вредные вещества

Наименование вредных веществ	Класс опасности	ПДК в возд. раб. зоны, мг/м <sup>3</sup>	Характеристика токсичности (воздействие на организм человека)
Полиэтилен высокого давления (гранулы)	–	–	Не токсичен. Не оказывает при непосредственном контакте влияния на организм человека
Пыль полиэтилена	IV	10,0	При вдыхании способна накапливаться в лёгких и вызывать вялотекущие фиброзные изменения в лёгких
Углерод технический	III	4,0	Вызывает профзаболевание органов дыхания
Диафен НН	III	10,0	Токсичен. Действует на центральную нервную систему. При вдыхании пыли вызывает отравления, обладает канцерогенным действием
Эрукамид Finawax E и другие аналоги	IV		Не токсичен. Может вызывать небольшое раздражение на коже. При вдыхании пыли вызывает раздражение желудочно-кишечного тракта.
Irganox MD 1024 и другие аналоги	IV		Не токсичен. Не оказывает при непосредственном контакте влияния на организм человека
Irganox 1010 и другие аналоги	IV		Не токсичен. Не оказывает при непосредственном контакте влияния на организм человека
Оксид углерода	IV	20,0	Угарный газ, вызывает отравление, повышает уровень сахара в крови
Уксусная кислота	III	5,0	Обладает сильным раздражающим действием вызывает ранний ларингит, конъюнктивит и бронхит
Ацетальдегид	III		Вызывает расстройство дыхания раздражение слизистых оболочек
Формальдегид	III		Токсичен. Вызывает раздражение верхних дыхательных путей
Карбонилфторид	II	2,5	Высокотоксичен. Вызывает раздражение глаз, кожи, слизистой оболочки, респираторной системы; ожоги глаз, кожного покрова; слезоотделение; кашель; отек легких, диспноэ; хроническое облучение.
Фтористый водород	II	0,5	Высокотоксичен. Вызывает раздражение глаз, кожи, носа, горла; отек легких; ожоги глаз, кожного покрова; ринит; бронхит; изменения в костях

Рабочие и служащие, в соответствии с законодательством РФ, которые по роду своей деятельности связаны с опасными и вредными условиями труда, должны в обязательном порядке проходить медицинский осмотр.

С целью защиты работающих от воздействия вредных химических веществ, производственные помещения снабжены приточной и вытяжной вентиляцией.

Все работники отделения имеют противогазы с фильтрующей коробкой марки ДОТ 460.

Для выполнения работ, на проектируемом оборудовании связанных с пылящими материалами, используются респираторы противоаэрозольные типа ЗМ.

Каждый работник обеспечивается следующими средствами индивидуальной защиты:

- перчатки резиновые или из полимерных материалов;
- перчатки с полимерным покрытием или перчатки трикотажные с точечным покрытием;
- фартук из полимерных материалов;
- щиток защитный лицевой (с креплением на каску) или очки защитные.

В отделении производства концентратов так же используются коллективные средства защиты:

- приточная и вытяжная вентиляция;
- медицинская аптечка;
- аварийный шкаф;
- молниезащита;
- заземляющие контуры;
- шахты газо-дымоудаления;
- мероприятия, разработанные по ПЛАС.

Узел производства концентратов имеет следующие технологические опасности:

- 1 Взрывопожароопасность:
2. Опасность поражения электрическим током:
3. Опасность получения механических травм.

4. Опасности, связанные с проведением погрузочно-разгрузочных работ:

5. Опасность отравления токсичными веществами:

#### **4.1.1.1 Повышенный уровень шума и вибрации**

Разрабатываемое оборудование имеет движущиеся и вращающиеся элементы (электродвигатель, шнековый дозатор) которые могут создавать шум и вибрацию.

Шумом называется комплекс распространяемых в воздухе беспорядочных звуковых колебаний различной физической природы, выходящий за пределы звукового комфорта.

При постоянном воздействии шума с уровнем звукового давления 70дБ происходят изменения в нервной системе, а также изменения слуха, зрения, состава крови.

Шум с уровнем давления более 90дБ приводит к болезням нервно-психического характера и ухудшению слуха вплоть до полной глухоты (свыше 110дБ). Шум с высокой частотой колебания (20Гц-20кГц и выше) и случайной величиной амплитуды оказывает вредное влияние на организм человека и может вызвать шумовую болезнь, которая характеризуется тугоухостью, гипертонией (гипотонией), головными болями.

В зонах с октавными уровнями давления выше 135дБ запрещается даже кратковременное пребывание.

Допустимые уровни звука и эквивалентные уровни следующие:

- помещения управления, рабочие комнаты – 55 дБА;
- постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятия - 80 дБА.

Для защиты органов слуха применяются противозумные наушники, звукоизолирующие кабины и экраны, акустические подвесные потолки. Обслуживающему персоналу узла производства концентратов выдаются противозумные наушники, которые снижают шумовую нагрузку на 20-30 дБА и таким образом, при обходе и ремонте оборудования шумовая нагрузка не превысит нормативную 80 дБА.

С целью снижения шума от работающего технологического оборудования предусмотрены следующие мероприятия:

- для снижения аэродинамического шума все вентиляционное оборудование устанавливается на виброизолирующих основаниях и снабжается мягкими вставками на всасывании и нагнетании;
- на воздуховодах приточных и вытяжных систем на выходе их из вентиляционных камер устанавливаются шумоглушители, уменьшающие шум до нормируемых параметров;
- размещение рабочих мест, машин и механизмов осуществлено таким образом, чтобы воздействие шума на персонал было минимальным;
- для уменьшения механического шума предусматривается своевременно проводить ремонт оборудования, шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей [10].

Вибрация, так же, как и шум является загрязнителем окружающей среды. Вибрация представляет собой процесс распространения механических колебаний в твердом теле.

Вибрация по способу передачи телу человека подразделяется на общую (воздействие на все тело человека) и локальную (воздействие на отдельные части тела – руки или ноги).

Вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека, может вызвать заболевание суставов и мышц, нарушить двигательные рефлексы организма. Постоянная вибрация повышенного плана, кроме того, вызывает у работающих раздражительность и другие неприятные ощущения.

Длительное воздействие вибрации ведет к развитию профессиональной вибрационной болезни.

Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов, которые начинаются с концевых фаланг пальцев рук и распространяются на всю кисть, предплечье, захватывают сосуды сердца.

В настоящее время предельно допустимые величины общей вибрации на рабочих местах регулируются санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и ГОСТ - 12.1.012 - 90.

Уровни вибрации не должны превышать значений, представленных в таблице 23.

Таблица 23 – Пределы уровней вибраций

Вид вибрация	Нормативные эквивалентные скорректированные значения	
	виброускорения, дБ	виброскорости, дБ
Локальная	126	112
Общая	100	92

Основным способом обеспечения вибробезопасности является создание и применение вибробезопасных машин, что обеспечивается применением методов, снижающих вибрацию в источнике возбуждения. При проектировании промышленных объектов, других элементов производственной среды, а так же разработке технологических процессов используются методы, снижающие вибрацию на путях ее распространения от источника возбуждения.

С целью снижения вибрации от работающего технологического оборудования предусмотрены следующие мероприятия:

- размещение рабочих мест, машин и механизмов таким образом, чтобы воздействие вибрации на персонал было минимальным;
- опасные с точки зрения вибрации участки выделяются надписями, предупреждающими знаками, окраской и т. п. [10].

Оборудование дозатора ввиду малого размера, мощности и объёма не создаёт вибраций и шума превышающих нормы.

#### **4.1.2 Анализ опасных факторов**

##### **4.1.2.1 Опасность получения механических травм**

Источником опасности при работе на проектируемом оборудовании может быть опасность получения механических травм от вращающихся и

движущихся частей оборудования и механизмов, а также при ремонте оборудования и авариях.

Для предотвращения производственных травм, работники должны строго соблюдать правила поведения на производственных площадках, а также инструкции по эксплуатации оборудования, то есть должен соблюдаться регулярный ремонт и диагностика оборудования.

Для защиты головы от травм и повреждений все работники установки имеют каски.

Каждый работник обеспечивается следующими средствами индивидуальной защиты:

- Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий;
- ботинки кожаные с защитным подноском;
- перчатки резиновые или из полимерных материалов;
- перчатки с полимерным покрытием или перчатки трикотажные с точечным покрытием;
- щиток защитный лицевой (с креплением на каску) или очки защитные.

В случае механической опасности, работники должны как можно быстрее на нее среагировать и принять все необходимые меры для ее устранения [9].

#### **4.1.2.2 Опасность поражения электрическим током**

Поражение электрическим током при работе на дозаторе возможно в следующих условиях:

- Использование неисправного электрооборудования;
- неисправность электропроводок;
- неисправность заземления оборудования.

Для предотвращения электрического травматизма рабочих, необходимо соблюдение следующих мероприятий: расстояния до токоведущих частей



должны быть соблюдены, для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям должны применяться блокировки аппаратов и ограждающих устройств, а также предупреждающие сигнализации, надписи и плакаты, устройства для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений, средства защиты.

#### **4.1.2.3 Взрывопожароопасность**

Источниками взрывопожароопасности при работе с проектируемым оборудованием в отделении производства концентратов могут являться:

- при растаривании взрывоопасных порошкообразных стабилизаторов и добавок возможно выделение пыли и образование взрывоопасной концентрации смеси с воздухом;

- при нарушении герметичности аппаратов могут выделяться порошкообразные добавки, которые в смеси с воздухом образуют взрывоопасные смеси.

- наличие горючих веществ (полиэтилен, концентраты полиэтиленовые технического углерода, порошкообразные добавки и другие добавки);

- наличие минеральных масел и промасленного материала;

- наличие на установке электрооборудования;

- возможность образования статического электричества, возникающего вследствие трения гранул полиэтилена, концентратов при транспортировке их пневмотранспортом, а также при загрузке в аппараты порошкообразных материалов.

К основным причинам пожаров можно отнести следующие:

- короткие замыкания в цепях систем автоматики;

- несоблюдение правил пожарной безопасности (курение, использование открытого огня и т. п.)

- небрежные действия персонала;

- неправильную организацию проведения огневых, газоопасных работ.

Взрывопожаробезопасность отделения производства концентратов должна обеспечиваться за счет:

- проведение инструктажей по пожарной безопасности;
  - курение в строго отведенном месте
  - использование только исправного оборудования;
  - содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии
- технологический процесс осуществляется в герметичных аппаратах.

К первичным средствам пожаротушения относятся:

- огнетушители типа: ОУ-5, ОВП-10, ОП-5;
- ящики с песком  $V=0,6 \text{ м}^3$ ;
- совки, кошма или войлок;
- пожарные краны системы пожаротушения В-1;
- автоматическая система пожаротушения В-10 (дренчерная).
- Во всех помещениях установлены автоматические системы сигнализации о пожаре [12].

Эти средства позволяют своевременно ликвидировать очаг возгорания.

#### **4.1.2.4 Опасности, связанные с проведением погрузочно-разгрузочных работ**

Источниками получения травм связанных с проведением погрузочно-разгрузочных работ могут являться:

- погрузочно-разгрузочные работы на складе и в узле растаривания при доставке добавок до оборудования и загрузке.

Для устранения источника опасности применяется механизация работ по доставке, погрузке и разгрузке добавок (погрузчики, тележки).

#### **4.1.2.5 Опасность отравления токсичными веществами**

Источниками получения травм, связанных с отравлением токсичными веществами, могут стать отравления:

- При вдыхании во время растаривания и работ с порошкообразными добавками и стабилизаторами (пыль полиэтилена, технического углерода, диафена НН, и другими токсичными веществами);
- при вдыхании продуктов термодеструкции полиэтилена и концентратов (окись углерода, уксусная кислота, ацетальдегид, формальдегид, карбонилфторид, фтористый водород).

Для выполнения работ, на проектируемом оборудовании связанных с пылящими материалами, могут использоваться респираторы противоаэрозольные типа 3М. Так как бункер дозатора герметично закрыт во время дозирования, он не создаёт дополнительного пылеобразования. Во время заполнения дозатора материалом, используется оборудование очистки воздуха отделения производства концентратов.

### **4.2 Экологическая безопасность**

#### **4.2.1 Воздействие на атмосферу**

В результате производственной деятельности установки образуются текущие выбросы в атмосферу, (выброс технологического воздуха из рукавного фильтра сбросы, выброс от вытяжной вентиляции, сточные воды) в окружающую среду и отходы производства.

Сбросы включают в себя хим. загрязненные стоки (стоки от промывки оборудования), бытовые стоки (от влажной уборки помещений).

Согласно закону о предприятии РФ предприятия, которые оказывают вредное воздействие на окружающую среду должны полностью компенсировать причиненный ущерб

На установке предусмотрены следующие мероприятия для защиты окружающей среды:

- герметичность проектируемого оборудования при ведении технологического процесса, позволяет минимизировать неорганизованные выбросы за счёт плотности технологического оборудования;
- сбор пылеобразующих продуктов в закрытую фильтровальную установку с замкнутым циклом.

#### **4.2.2 Воздействие на гидросферу**

Данное производство оказывает негативное влияние на гидросферу. Основным источником опасности для окружающей среды, в данном случае являются химически загрязненные стоки после очистки оборудования.

Для защиты окружающей среды используют заводские очистные сооружения.

#### **4.2.3 Воздействие на литосферу**

При эксплуатации узла производства концентратов осуществляется плановый ремонт и очистка оборудования от загрязнений согласно утвержденного графика. Загрязнения и промасленную ветошь необходимо утилизировать. Утилизация данных отходов оказывает негативное влияние на литосферу. Для утилизации необходимо использовать контейнеры для ветоши, проводить захоронение на специальных полигонах для промышленных отходов.

### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При возникновении чрезвычайной ситуации необходимо проведение мероприятий, представляющих собой спасательные работы и неотложные аварийно-восстановительные работы в очаге поражения. Данные мероприятия проводятся согласно положению комплекса государственных стандартов по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации и определены.

При возникновении аварийной ситуации персонал должен незамедлительно сообщить об аварийной ситуации диспетчеру производства, начальнику установки и, руководствуясь "Планом локализации аварийных ситуаций" (ПЛАС), принять соответствующие меры по ликвидации аварии.

Кроме того, рабочим должны проводиться обучение и проверка знаний требований безопасности труда в соответствии с для исключения возможности несчастных случаев.

Типичной ЧС для нефтехимического производства является пожар. Это обуславливается широким спектром горючих веществ, используемых в производстве.

Спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения состоят из:

- разведки очага поражения, по результату которой получают истинные данные о сложившейся обстановке, определяют объем работ, способ ведения спасательных и аварийных работ, план ликвидации последствий ЧС;
- эвакуацию людей из опасных зон и оказание им первой медицинской помощи, а также поиск и освобождение из-под завалов пострадавших;
- локализацию и тушение пожара;
- санитарную обработку людей, транспорта, зданий, сооружений и промышленных объектов;
- аварийно-восстановительные работы на объекте. Неотложные мероприятия, необходимые для проведения спасательных работ:
  - оборудование временных путей движения транспорта;
  - локализация аварий на сети коммунально-энергетических систем;
  - восстановление сооружений и участков энергетических и водопроводных сетей.

Выполнение спасательных работ проводится только специально обученными спасательными формированиями из числа работников промышленного объекта.

В случае выброса в атмосферу токсичных химических веществ проводят обеззараживание и санитарную обработку.

На промышленных предприятиях для защиты человека необходимо применять средства индивидуальной защиты (СИЗ), которые подразделяются

на СИЗ повседневного использования и СИЗ кратковременного использования [12].

Территориальный орган Росгидромета выполняет общее наблюдение за состоянием окружающей среды, проводя контроль атмосферы, гидросферы, почвы и работы газоочистных и пылеулавливающих установок. Правила контроля состояния окружающей среды установлены государственными стандартами.

В случае стихийного бедствия или военного конфликта необходимо эвакуироваться. При стихийном бедствии необходимо оповестить всех работников об угрозе возникновения бедствия. Для предотвращения стихийных бедствий и максимального снижения их последствий необходимо: строгое соблюдение специфических мер безопасности, оповещение населения, специальная подготовка и оснащение формирований, оказание своевременной медицинской помощи пострадавшим.

#### **4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Каждый гражданин РФ имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, и на охрану здоровья.

Удобная поза и свобода трудовым движениям обеспечивается правильным расположением и компоновкой рабочего места. Кроме этого, при использовании оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, трудовой процесс становится эффективней, уменьшается утомляемость и предотвращается опасность возникновения профессиональных заболеваний.

При неправильном положении тела сотрудника на рабочем месте возникает быстрая статическая усталость, снижается качество и скорость выполняемой работы, реакция на опасность. В качестве оптимальной рабочей позы принимается поза, при которой работник не наклоняется вперед свыше 10...15°.

При работе стоя, увеличивается нагрузка на мышцы нижних конечностей, и, тем самым, происходит увеличение энергозатрат на 6...10 %

по сравнению с сидячим положением. При работе сидя, могут возникнуть застойные явления в органах таза, затруднение работы органов кровообращения и дыхания.

Также, для верной организации процесса, необходимо учитывать психофизиологические особенности человека.

Существенное влияние на эффективность работы машиниста обслуживающего проектируемое оборудование оказывает правильный выбор расположения обслуживаемого оборудования, а так же тип и размещение пультов управления процессом [11].

## **Заключение**

В процессе выполнения работы была спроектирована система автоматического управления узлом растаривания и дозирования компонентов, включающая в себе каналы измерения по технологическим параметрам, контуры регулирования и аварийной защиты. Разработанная система имеет трехуровневую архитектуру: сигналы с датчиков полевого уровня поступают через контроллерное оборудование на АРМ оператора в виде экранных форм SCADA-системы.

При разработке САУ были детально проработаны структурная и функциональные, соответствующие ГОСТ и стандарту ANSI/ISA, схемы. В процессе работы были изучены все необходимые стандарты для разработки АСУ ТП.

Разработанная система автоматического управления отвечает всем заявленным в техническом задании требованиям к разным видам обеспечения и системе в целом.

В данной работе были проведены различного рода анализы и дана оценка разрабатываемой автоматизированной системы узла растаривания и дозирования компонентов в отделении производства концентратов. Так же было произведено исследование о рациональной организации научно-исследовательской работы и ей материально-технического обеспечения. В состав группы по разработке проекта входило три человека. Для разработки системы потребовалось 59 календарных дней и бюджет в 291621 рубль.

Использование проектируемого оборудования, при соблюдении инструкций по охране труда, промышленной безопасности, экологической безопасности, противопожарной безопасности является малоопасным и не травмоопасным.



## Список использованных источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. Издательство Москва Стандартинформ, 2014.— 42с.
3. Бакалаврская работа «Постпроектная модернизация автоматизированной системы управления электродегидратором на установке подготовки нефти «Ярактинского месторождения» Львов Ю.Ю. ТПУ 2016г.
4. Дипломная работа «Модернизация системы автоматизированного управления подачи воды на установку первичной переработки нефти УПН-150 ”АНГК”»
5. Руководство по эксплуатации прибора Congrav® OP12 HGC
6. Руководство по эксплуатации прибора ISC plus - System
7. Оригинальное руководство по эксплуатации к прибору: дозатор D2D22365
8. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
9. Постоянный технологический регламент № 410 - 01 - 2015 Установки производства и дополнительной переработки полиэтилена на основе технического углерода производства полиэтилена
10. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно- вычислительным машинам и организации работы». – М.:Госкомсанэпиднадзор, 2003.

12. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

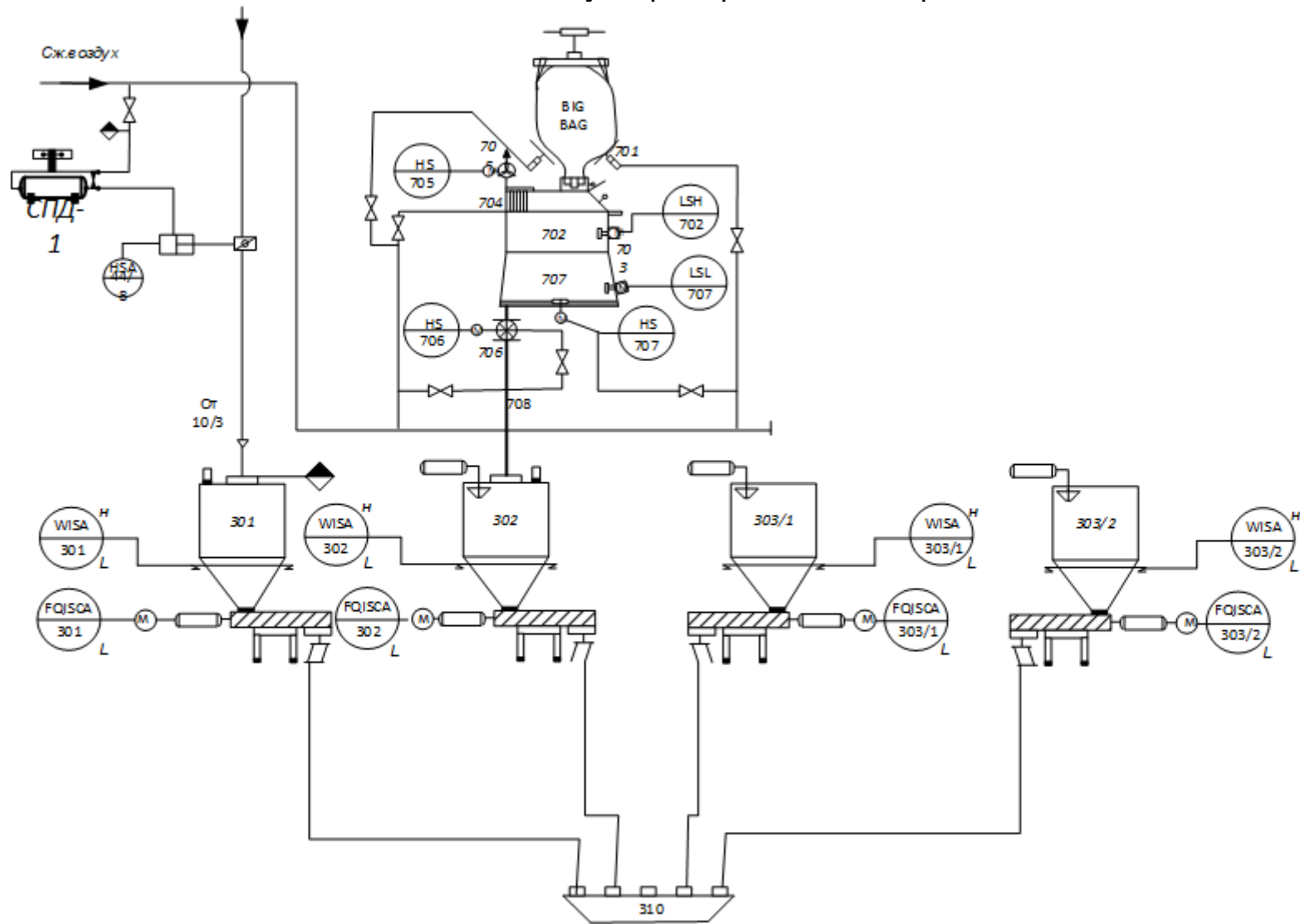
Данные из сети Интернет

I. Спецификация тензодатчика  
[http://www.hbm.ru/catalog/tenzodatchiki-vesa/platformennye-datchiki/platformenny-tenzodatchik-vesa-pw16a/?sphrase\\_id=21200](http://www.hbm.ru/catalog/tenzodatchiki-vesa/platformennye-datchiki/platformenny-tenzodatchik-vesa-pw16a/?sphrase_id=21200) (доступ свободный)

II. Курсовые работы: дозирование сыпучих материалов:  
<https://studfiles.net/preview/737275/> (доступ свободный)

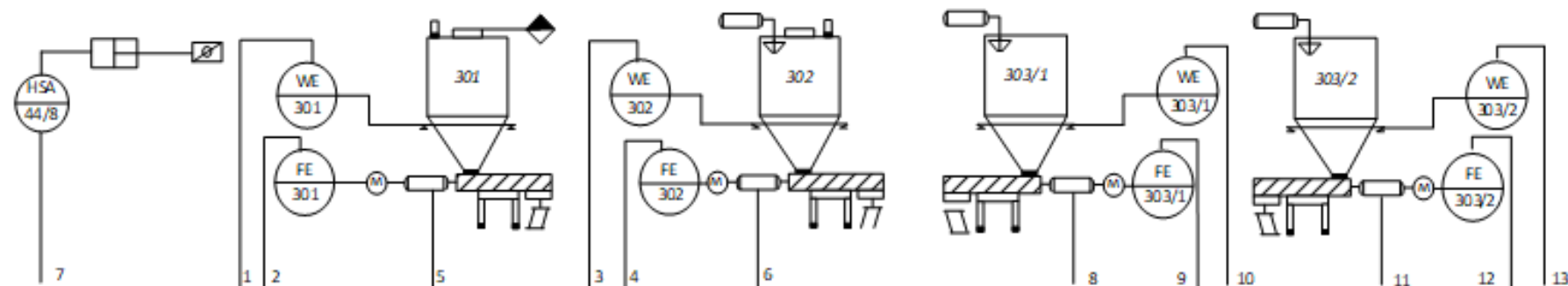
# ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Технологическая схема узла растаривания и дозирования компонентов



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

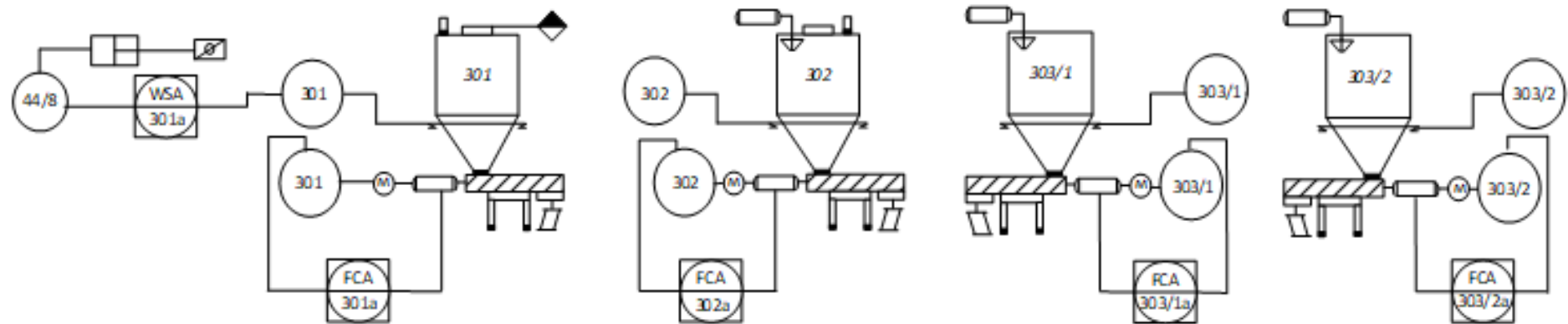
Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.404-2013



	1*кр	7	2* м/с	5* Гц	3*кр	4* м/с	6* Гц	10*кр	9* м/с	8* Гц	13*кр	12* м/с	11* Гц	
Приборы по месту	WT 301-1		FT 301-1		WT 302-1	FT 302-1		WT 303/1-1	FT 303/1-1		WT 303/2-1	FT 303/2-1		
Шкафы ввода-вывода	WISA 301-2	HC 44/8	FQISCA 301-2	FC 301-3	WISA 302-2	FQISCA 302-2	FC 302-3	WISA 303/1-2	FQISCA 303/1-2	FC 303/1-3	WISA 303/2-2	FQISCA 303/2-2	FC 303/2-3	
SCADA														мониторинг
														регистрация
														управление
														блокировка

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

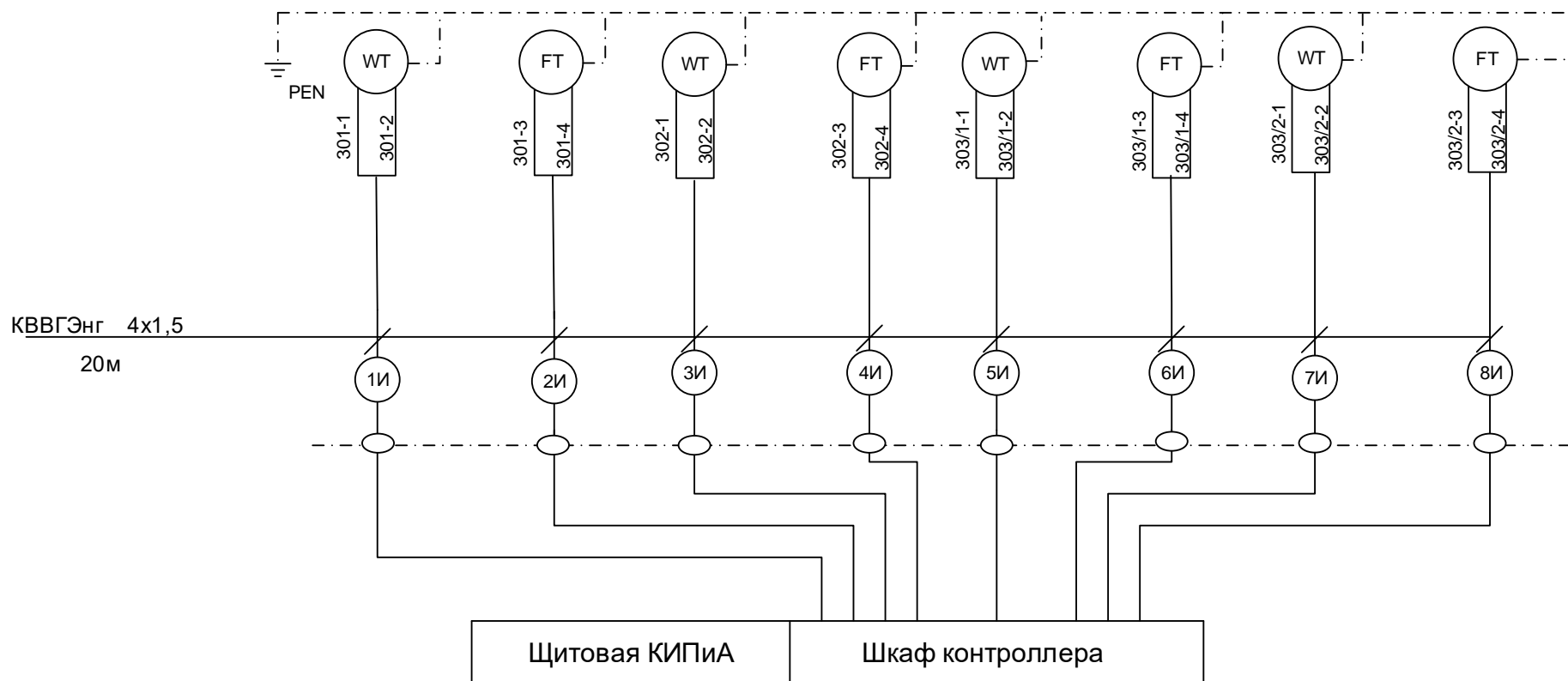
#### Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA



# ПРИЛОЖЕНИЕ 4

## Схема соединения внешних проводов

Место установки	ДОЗАТОР 1		ДОЗАТОР 2		ДОЗАТОР 3		ДОЗАТОР 4	
Параметр	Масса	Расход	Масса	Расход	Масса	Расход	Масса	Расход
Тип прибора	PW 16A.	Rotonivo RN	PW 16A.	Rotonivo RN	PW 16A.	Rotonivo RN	PW 16A.	Rotonivo RN
Позиция	301	301	302	302	303/1	303/1	303/2	303/2



# ПРИЛОЖЕНИЕ 5

## Дерево экранных форм

