

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

Институт электронного обучения
Специальность 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
Кафедра вычислительной техники

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
«Модернизация автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1»

УДК 004.384 – 048.35 : 621.783.2 – 52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Зиновьев Д.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Ким В.Л.	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Извеков В.Н.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Марков Н.Г.	д.т.н., профессор		

Томск, 2016 г.

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

Институт электронного обучения
 Направление подготовки 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
 Кафедра Вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись)

(Дата)

Н.Г.Марков

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта/работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Зиновьеву Денису Викторовичу

Тема работы:

«Модернизация автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1»
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10 июня 2016 год
--	------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	г. Новокузнецк АО ЕВРАЗ «Объединённый Западно-Сибирский Металлургический Комбинат» Мелкосортный стан 250-1. Участок нагревательных печей. Релейная автоматизированная система управления разгрузки методических нагревательных печей.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Модернизация существующей автоматизированной системы управления на современную, с максимальной производительностью, надёжностью, лёгкостью эксплуатации и ремонта. Установка оборудования, соответствующей корпоративным устоям компании. Рассмотрение уже используемого современного и надёжного оборудования и технологий в цехе. Применение понятия – «минимальный резерв». Полноценная разработка автоматизированной системы управления.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Структурная схема 2. Функциональная схема 3. Электрическая принципиальная схема соединений
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский В.Ю.	
Социальная ответственность	Извеков В.Н	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24. 12. 2015 г.
---	-----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ВТ	Ким Валерий Львович	Доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Зиновьев Денис Викторович		

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Зиновьеву Д.В.

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Вычислительной техники
Уровень образования	Инженер	Направление/специальность	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчёт стоимости необходимых ресурсов для разработки проекта
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Стоимость амортизации оборудования, использование электроэнергии
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Используем ставки НДС и социальный налог

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Разработка необходимых этапов для реализации проекта и стоимость разработки
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Составление перечня необходимых компонентов для реализации и их стоимость
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Подсчёт общей стоимости проекта
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Расчёт срока окупаемости, эффективности проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. График разработки и внедрения ИР
2. Инвестиционный план. Бюджет ИП
3. Основные показатели эффективности ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2016 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Зиновьев Д.В.		

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

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
 «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Зиновьеву Д.В.

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Вычислительной техники
Уровень образования	Инженер	Направление/специальность	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>г. Новокузнецк ОА «ЕВРАЗ Объединённый Западно-Сибирский Металлургический комбинат» Мелкосортный стан 250-1. Автоматизированная система разгрузки методических нагревательных печей.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создавать объект исследования 1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать на производстве при внедрении объекта исследования 1.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действий опасных и вредных факторов	<i>Вредные факторы: повышенная (пониженная) температура, вибрация, не равномерное освещение, шум.</i> <i>Опасные факторы: поражение электрическим током</i>
2. Экологическая безопасность: 2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду 2.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду 2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	<i>Образуются отходы в виде испорченной электронной техники, утилизация.</i> <i>Увеличение энергопотребление с внедрением системы, следствие как нарушение климата на Земле.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследования 3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникать на производстве при внедрении объекта исследования 3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС.	<i>Вероятно-возможное ЧС пожар из-за перегрева, электрического короткого замыкания, перегрузок автоматизированной системы.</i> <i>Халатное отношение или не осторожное обращение с огнём.</i> <i>Мероприятия и средства для предотвращения ЧС</i>

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства 4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	<i>Нормы работы и отдыха во вредных условиях, отпуска, дополнительные отпуска, спецпитание. Нормы работы для практикантов, студентов, женщин.</i> <i>Рабочее место оператора поста управления.</i> <i>Нормы санитарно-бытового обслуживания, питьевые режимы, микроклимат.</i>
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2016 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Извеков В.Н.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Зиновьев Д.В.		

Реферат

Дипломная работа включает в себя: 120 страниц, 40 рисунков, 23 таблицы, 9 формул, 27 источников и 13 приложений.

Объект исследования – металлургическое производство, сортопрокатный цех, мелкосортный стан 250-1, участок нагревательных печей.

Цель работы: модернизация существующей релейной автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей мелкосортного стана 250-1 на программируемый логический контроллер.

Задачи:

- разработка технического задания;
- изучение технологического процесса модернизируемого участка;
- изучение предметной области и выбор PLC;
- разработка структурной схемы;
- разработка функциональной схемы;
- разработка электрической схемы соединений;
- выбор необходимого оборудования и компонентов;
- разработка и написание программы;
- разработка и внедрение человеко-машинного интерфейса.

В дипломной работе произведён расчёт затрат на разработку и реализацию проекта, определён экономический эффект и оценка научно-технического уровня НИИ проектируемого автоматизированного комплекса.

Рассмотрены вопросы производственной безопасности, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Ключевые слова: прокатный стан, нагревательные методические печи, программируемый логический контроллер, автоматизация, человеко-машинный интерфейс.

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений, единиц и терминов	5
Техническое задание	6
Введение	10
1 Технологические сведения о работе мелкосортного стана 250-1	12
1.1 Общий технологический процесс работы прокатного стана 250-1	12
1.2 Технология работы оборудования модернизируемого участка	15
1.2.1 Краткое описание технологических устройств и их назначение	15
1.2.2 Описание алгоритма работы разгрузки печей №1, 2	17
2 Обзор выбора ПЛК	18
2.1 Критерии выбора ПЛК	18
2.2 Классификация ПЛК	18
2.3 Использование промышленных ПЛК на стане 250-1	22
2.4 Выбор фирмы ПЛК для реализации модернизации	27
3 Контроллер SIMATIC	28
3.1 Обзор контроллеров SIMATIC фирмы Siemens AG	28
3.1.1 SIMATIC S7-1200 – семейство базовых контроллеров	28
3.1.2 SIMATIC S7-300 – Универсальные программируемые	
контроллеры	30
3.1.3 SIMATIC S7-400 – Контроллеры высшего класса	32
3.1.4 SIMATIC S7-300 – Инновационный программируемый	
контроллер	35
3.2 Выбор контроллера SIMATIC S7	37
4 Техническое проектирование модернизируемой системы	40
4.1 Структурная схема	
4.2 Необходимые компоненты для проектирования	
4.3 Компоновка CPU, CP и PS	
4.3.1 CPU (Central Processor Unit) центральное процессорное устройство	
4.3.2 CP (communications processor) коммуникационный процессор	
4.3.3 PS (Power Supply) блок питания	
4.3.4 UR (Universal Rack) монтажная стойка	
4.4 Компоновка станции распределённого ввода/вывода ET 200M	
4.4.1 SM сигнальные модули	
4.4.2 IM 153 интерфейсный модуль	
4.4.3 Блок питания PS 307	

4.5 Используемые технологии передачи данных

4.5.1 Технология передачи данных Ethernet

4.5.2 Технология передачи данных Profibus-DP

4.6 Функциональная схема

4.7 Разработка электрической принципиальной схемы подключения

4.7.1 Блок питания PS 407 10A

4.7.2 Центральный процессор CPU 414-2

4.7.3 Коммуникационный процессор CP 443-1

4.7.4 Блок питания PS 307 2A

4.7.5 ИМ Интерфейсный модуль 153-1

4.7.6 Сигнальный модуль SM321

4.7.7 Сигнальный модуль SM 322

4.7.8 Кнопка без фиксации

4.7.9 Ключ управления

4.7.10 Реле оптопара

4.8 Настройка и конфигурирование оборудования в Simatic Step7

4.9 Создание человеко-машинного интерфейса

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Организация и планирование работ

5.1.1 Продолжительность этапов работ

5.1.2 Расчёт накопления готовности проекта

5.2 Расчёт сметы затрат на выполнение проекта

5.2.1 Расчёт затрат на материалы

5.2.2 Расчёт заработной платы

5.2.3 Расчёт затрат на социальный налог

5.2.4 Расчёт затрат на электроэнергию

5.2.5 Расчёт амортизационных расходов

5.2.6 Расчёт расходов, учитываемых непосредственно на основе платёжных (расчётных) документов (кроме суточных)

5.2.7 Расчёт прочих расходов

5.2.8 Расчёт общей себестоимости разработки

5.2.9 Расчёт прибыли

5.2.10 Расчёт НДС

5.2.11 Цена разработки НИР

5.3 Оценка экономической эффективности проекта

5.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

5.3.2 Оценка научно-технического уровня НИР

6 Социальная ответственность

Аннотация

Введение

6.1 Производственная безопасность

6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов обслуживающего и эксплуатирующего персонала автоматизированной системы

6.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследования

6.1.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

6.2.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду

6.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

6.3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследования

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

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Заключение

Список используемых источников

Приложение А

Приложение Б

Приложение В

Приложение Г

Приложение Д

Приложение Е

Приложение Ж

Перечень условных обозначений, единиц и терминов

PLC (ПЛК) – Programmable Logic Controller (программируемый логический контроллер);

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ГДР – Германская демократическая республика;

ПУ – пост управления;

ЗСМК – Западно-Сибирский металлургический комбинат;

ПК – персональный компьютер;

I/O – input/output; вход/выход;

САР – система автоматического регулирования;

м/с – мелкосортный стан;

ФГ – фотоголовки (фотодатчики);

ТА – трайб-аппарат;

ТСУ – тиристорная станция управления;

ПЧ – преобразователь частоты;

ЦПУ (CPU) – центральное процессорное устройство;

RAM – Random Access Memory (энергозависимая память с произвольным доступом);

OLM – Optical Link Modules;

HMI – human-machine interface; человеко-машинный интерфейс;

ТП – тиристорный привод;

CP – Communications Processor (коммуникационный процессор);

PS – Power supply (блок питания);

UR – Universal rack (монтажная стойка);

УГО – условно-графическое обозначение.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель проекта,
доктор технических наук
профессор кафедры
вычислительной техники

_____ Ким В.Л.

«___» _____ 2016г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на разработку

«Модернизация автоматизированной системы управления разгрузки методиче-
ских нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1»

Исполнитель:

Студент группы 3-8301

Зиновьев Д. В.

Томск 2016 г.

Техническое задание

Наименование объекта исследования:

Автоматизированная система разгрузки методических печей мелкосортного стана 250-1;

Режим работы:

Непрерывный;

Виды сырья или материалы изделия:

Электронный компоненты, металл, пластик;

1.1 Основание для разработки:

Основанием модернизации автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1 является задание, выданное руководителем преддипломной практики.

1.2 Цель и назначение разработки:

Модернизация действующей автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1 с применением PLC, в замен действующей релейной схеме.

1.3 Технические требования и требования к функциональным характеристикам

Надежность системы; возможность изменения или дополнения электрооборудования, датчиков; возможность изменения программной части, алгоритмов работы; подключения к действующим системам прокатных электроприводов; возможность создания HMI интерфейса с применением рабочей станции.

1.3.1 Состав автоматизированной системы:

- PLC;
- централизованная периферия;
- децентрализованная периферия;
- блок питания;
- кабель сети Profibus;
- кабель сети Ethernet;

1.3.2 Модернизируемая автоматизированная система должна отвечать следующим требованиям:

- высокая скорость передачи данных;
- высокая скорость обработки данных;
- высокая надежность в работе;
- использование промышленной сети Profibus;
- использование сети Ethernet.

1.3.2 Технические характеристики внедряемой системы:

- работа от сети переменного тока напряжением 220 вольт промышленной частоты 50 герц;
- передача данных по промышленной сети Profibus, Ethernet;
- высокая скорость отклика, передачи и обработки данных.

1.3.3 Требования к визуализации, HMI:

Возможность подключения рабочей станции к модернизируемой системе и управления с неё.

1.3.4 Требования к условиям эксплуатации:

Модернизируемая автоматизированная система должна эксплуатироваться при следующих условиях:

- температура окружающей среды от 10 до 30 С;
- атмосферное давление в рабочем помещении 630 — 800 мм.рт.ст.;
- система не должна подвергаться непосредственному попаданию влаги;
- система не должна подвергаться ударным нагрузкам, падениям предметов.

1.4 Экономические показатели:

Автоматизируемая система должна отвечать следующим экономическим требованиям:

- оптимальные затраты при разработке;
- наименьшие затраты при эксплуатации;
- по возможности низкая себестоимость, в сочетании с соответствием нужным техническим параметрам.

1.5 Требования к документации

Пояснительная записка должна включать в себя следующие разделы:

- содержание;
- перечень условных сокращений;
- введение;
- техническое задание;
- аналитический обзор;
- разработка структурной схемы системы;
- разработка функциональной схемы;
- разработка электрической схемы;
- разработка и написание программы;
- разработка человек-машинного интерфейса;
- заключение;
- литература;
- приложения.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Структурная схема автоматизированной системы 2. Функциональная схема автоматизированной системы 3. Электрическая схема соединений
---	---

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.12.2015г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ким В.Л.	Профессор кафедры ВТ, доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8301	Зиновьев Д. В.		

Введение

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, находит выражение в применении саморегулирующих технических средств, освобождающих человека полностью от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации. Требуется дополнительное применение контрольных устройств, использующих электронную технику и методы вычислений, копирующие нервные и мыслительные функции человека.

Автоматизация технологического процесса – это совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление производственным процессом без непосредственного участия человека.

Основными целями автоматизации технологического процесса являются:

- Повышение эффективности производственного процесса
- Повышение безопасности производственного процесса.

Решение задач автоматизации технологического процесса осуществляется при помощи:

- внедрения современных методов автоматизации;
- внедрения современных средств автоматизации [1].

Основная тенденция развития автоматизированных систем – объединение локальных АСУ. Их цель – создание комплексных систем, сочетающих автоматизацию решения экономических задач и задач административного управления с автоматизацией управления технологическими процессами, проектирования изделий и технологии с помощью PLC.

Программируемый логический контроллер (с англ. — Programmable Logic Controller, PLC) представляет собой электронный элемент промышленного контроллера, устройство, которое способствует автоматизации технического процесса. Они созданы для работы с машинами, т. е. имеют аппарат ввода-вывода сигналов механизмов исполнения и датчиков, что преимущественно отличает контроллеры от компьютеров, которые ориентированы на человека. Это не

встраиваемые, а самостоятельные элементы, изготавливаемые отдельно от управляемого им оборудования.

Программируемые логические контроллеры (PLC) разработаны, прежде всего, как замена релейно-контактных схем управления, которые собираются из отдельных компонентов (таймеров, счетчиков, реле). Все алгоритмы PLC реализованы с помощью программ — это и является главным отличием такого контроллера от релейных схем управления. Удобство заключается в том, что одним таким устройством можно заменить столько элементов релейной автоматической системы, сколько необходимо. Это уменьшает до минимума затраты на тиражирование системы, на эксплуатацию и обслуживание, а также увеличивает ее надежность.

PLC способен управлять преобразователями частоты, клапанами и другими всевозможными устройствами, а кроме того обрабатывать входные сигналы. Функциональный набор систем разнообразен. Они преобразуют данные, принимают и обрабатывают сигналы, предоставляют входные и выходные интерфейсы, осуществляют обмен информацией, используя различные протоколы, и многое другое [2].

Целью работы является: модернизация существующей релейной автоматизированной системы управления разгрузки методических печей мелкосортного стана 250-1 на PLC;

Задачи на преддипломную практику:

- разработать ТЗ;
- изучить технологический процесс модернизируемого участка;
- изучить предметную область PLC;
- выбрать фирму производитель PLC;
- выбрать модель PLC;
- разработать структурную схему системы.

1 Технологические сведения о работе мелкосортного стана 250-1

1.1 Общий технологический процесс работы прокатного стана 250-1

Непрерывный мелкосортный стан 250-1 предназначен для переката заготовки сечением 100*100 мм. длиной от 10500 до 1180 мм. на мелкий сорт углеродистых и легированных сталей.

Изготовитель стана: завод имени Э. Тельмана, ГДР.

Стан эксплуатируется с 30 июня 1972 года. Специализирован на производстве круглых и арматурных профилей от 8 до 12, угловых от 20 до 40.



Рисунок 1 – Загрузка заготовок в методическую печь

Металл перед прокаткой нагревается в двух методических печах с шагающим подом. Печи двухзонные с торцевой загрузкой и боковой выдачей заготовок. Передвижение заготовок через печь осуществляется шагающими балками.

После нагрева, заготовки выдаются через печной рольганг в стан на прокатку.

Прокатка на стане осуществляется в две нитки. В черновой и промежуточных группах полосы прокатываются одновременно по двум ниткам, в чистовых группах на каждую нитку имеются свои клетки.



Рисунок 2 – Прокатка металла в стане

За чистовыми группа расположены раскройные ножницы, предназначенные для порезки раската при помощи специальной программы АСУ ТП. Порезанный раскат центральным рольгангом транспортируется на двухсторонний реечный холодильник для охлаждения.



Рисунок 3 – Охлаждение металла на реечном холодильнике

Остывший металлопрокат собирается пакетосборником в определенное количество штанг, которое зависит от профиля и транспортируется рольгангами для порезки на мерные длины по заявкам заказчиков.



Рисунок 4 – Упаковка проката на упаковочной линии

Далее нарезанный на мерные длины металлопрокат поступает на упаковочную линию, набирается пачка определенного веса, оговоренного заказчиком, увязывается и отгружается на склад для дальнейшей отправки потребителю.



Рисунок 5 – Готовый металлопрокат к отгрузке потребителю

В приложении 1 представлена схема расположения основного технологического оборудования м/с 250-1. Красной линией обведена та часть оборудования, которое в дальнейшем будем рассматривать под модернизацию.

Длина технологического процесса стана равна примерно 1 километр [3].

1.2 Технология работы оборудования модернизируемого участка

Для наглядного представления расположения оборудования на модернизируемом участке, представим его в приложении 2. Ниже, по нему произведем описание алгоритма работы.

1.2.1 Краткое описание технологических устройств и их назначение

Рольганг, представляет собой некоторое количество механизмов состоящих из асинхронных электродвигателей переменного тока и металлических цилиндрических роликов сцепленных между собой, предназначенных для транспортирования горячих заготовок. В автоматическом режиме, рольганг вращается только вперед, в ручном режиме как вперед так и назад.

Печной рольганг работает от одного ТСУ. Скоростной рольганг разбит на две секции и работает каждый с своего ТСУ, но совместно.

Упор разгона заготовок, представляет собой металлический прямоугольный брус, выходящий на часть ролика, работающий от пневмоцилиндра, срабатывающего от подаваемого на катушку напряжения. Предназначен для разгона заготовок, в том случае, если на печной рольганг упало более одной заготовки.

ТА представляет собой комплекс оборудования с двумя вращающимися роликами, которые прижимаются за счет воздействия на них пневмоцилиндра, путем подачи напряжения на катушку. Вращение роликов осуществляется посредством одного асинхронного двигателя переменного тока с короткозамкнутым ротором на каждом из механизмов. ТА 31 и 32 вращаются с постоянной скоростью и питаются от ТСУ. ТА 39 и 40 реализованы с регулированием оборотов, подстраиваемых под прокатную клеть А и запитаны от ПЧ. Регулирование производится оператором с ПУ-14 при помощи тумблера подниманием или опусканием оборотов. Вращение всех ТА только в одну сторону – вперед, в сторону стана.

ФГ (фотоголовки) представляют собой фототиристоры в корпусе, которые начинают пропускать ток, когда в зоне её видимости есть горячая, светящаяся заготовка.

Распределительное устройство: левая и правая стрелки. Представляют собой сдвоенный металлический желоб, предназначенный для загрузки заготовок в стан, левую и правую стороны, при работе с одной печи.

Движение стрелки приводится электродвигателем переменного тока с короткозамкнутым ротором, питающегося от ТСУ, вращаемого двигатель только в одну сторону. За остановку желоба отвечают индуктивные датчики при достижении стрелки одно из крайних положений.

Перевод стрелки осуществляется в автоматическом режиме, от работы ФГ 39 или 40 или с ПУ-14 в ручном режиме.

ПУ-14 представляет собой помещение, рабочее место оператора, на котором расположен пульт управления выше перечисленными механизмами.

При разгрузки печи необходимо как можно быстрее выдать горячую заготовку с печного рольганга в стан, так как технология прокатки и в дальнейшем физические свойства готового металлопроката зависят от температуры заготовки.

Не маловажное значение на стане имеет технологическая сигнализация, предназначенная для визуального и электрического запрета отдельного оборудования на каждом из участков.

На каждом посту есть по два семафора с зелёным и красным светом на левую и правую сторону. При нормальной работе участка, поста, оператор включает зелёный свет на соответствующую сторону стана, в противном случае - красный. Прокатка в стане может осуществляться только при зелёном свете семафоров на одну или обе стороны.

При включении на одном из постов красного света, он загорается на всех участках, только у того кто его включил горит только красный, а зелёный погашен, в то время как у остальных горят и красный и зелёный свет.

На модернизируемом участке красный свет запрещает работу ТА 39 и 40 – они отключаются, отключает работу скоростных рольгангов в перед как в автоматическом так и в ручном режимах. Задача горячих заготовок в стан в этом случае – невозможна [3].

1.2.2 Описание алгоритма работы разгрузки печей №1, 2

Оператор ПУ-14 выставляет время выдачи заготовок с помощью таймера расположенного на посту. Обнуление таймера и новый счет времени начинается, когда с ФГ 39 или 40 идет перепад из 1 в 0. Когда отчет времени заканчивается идет команда на релейную схему хода балок, происходит сбрасывание горячей заготовки на печной рольганг. После завершения хода балок, их установки в исходное положение, включается печной рольганг, заготовка выходит из печи и засвечивает ФГ 31 – по левой стороне (печь №2) или 32 – по правой стороне (печь №1), которая в свою очередь включает прижим 31-го или 32-го ТА, так же включает скоростной рольганг и отключает печной рольганг. По истечению заданного времени, примерно 3 секунды, прижим ТА отключается. Отключение ТА в релейной схеме по истечению заданного времени осуществляет механическое реле времени типа РЭВ.

В конце скоростного рольганга расположена ФГ 39 – по левой стороне и ФГ 40 – по правой, а за ними трайб-аппараты 39 и 40 соответственно. При заходе горячей заготовки в зону видимости ФГ 39 или 40, включается прижим трайб-аппарата 39 или 40 соответственно, происходит отключения скоростного рольганга.

Прижим ТА отключается примерно через 4 секунды. Отключение ТА так же реализовано релейной схемой с использованием механического реле типа РЭВ.

После выхода горячей заготовки из зоны видимости ФГ 39 или 40, включается счетчик затребования заготовки на включение хода балок печи, алгоритм вышеописанной работы повторяется.

Стан может работать из одной печи на две стороны через стрелки, расположенные за ТА 39 и 40. На ПУ-14 имеется ключ выбора работы через стрелку или без неё. Если работа происходит через стрелку из любой печи, то после выхода горячей заготовки из поля видимости ФГ 39 или 40, происходит передвижение стрелки, которая поочередно выдаёт горячие заготовки на левую и правую стороны стана [3].

2 Обзор выбора ПЛК

2.1 Критерии выбора ПЛК

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) уже давно и прочно заняли свою нишу на рынке средств автоматизации. Развитие полупроводниковой элементной базы, разработка новых средств информационного обмена, развитие алгоритмов управления способствует тому, что линейка ПЛК непрерывно расширяется. Многообразие ПЛК с различными функциональными и техническими, конструктивными характеристиками настолько велико, что разработчики систем автоматизации зачастую оказываются перед нелегким выбором: какой контроллер наилучшим образом подойдет для решения той или иной задачи.

Для правильного выбора контроллера применительно к той или иной задаче, конечно, не будет достаточно классифицировать его по тем или иным признакам. Разработчикам АСУ приходится изучать горы литературы и технической документации. Но тем не менее классификация контроллеров позволяет лучше понять их рынок в целом и сократить время на поиск и выбор наиболее подходящей модели.

Чтобы классифицировать огромное разнообразие производимых в настоящее время промышленных контроллеров необходимо рассмотреть их отличия [4].

2.2 Классификация ПЛК

•Страна-производитель

Некоторое время назад это был очень важный классификационный признак. Считалось, что контроллеры, произведённые в Европе, Америке и Японии, гораздо надежнее, обладают гораздо большим функционалом, чем их «коллеги» из Юго-Восточной Азии и России. В настоящее время этот классификационный признак, скорее всего, потерял актуальность. Российские предприятия набрались опыта и схемотехнические решения у нас подчас даже лучше, чем у западных аналогов. По характеристикам контроллеры-аналоги раз-

личных стран-производителей почти не отличаются. Элементная база и в импортных, и в российских контроллерах применяется одна и та же. Кроме того, и отечественные, и европейские, и американские разработчики контроллеров (да и не только контроллеров) в последние годы все чаще размещают производство на одних и тех же площадках в Юго-Восточной Азии. По сути, границы между производителями электроники постепенно исчезают вообще.

•Мощность

Под обобщённым термином «мощность» понимается разрядность и быстроедействие центрального процессора, объём разных видов памяти, число портов и сетевых интерфейсов. Очень часто основным показателем, косвенно характеризующим мощность контроллера и, одновременно, являющимся важнейшей его характеристикой, является число входов и выходов (как аналоговых, так и дискретных), которые могут быть подсоединены к контроллеру. По этому показателю контроллеры подразделяются на следующие классы:

- наноконтроллеры (часто с встроенными функциями), имеющие до 15 входов/выходов;
- малые контроллеры, рассчитанные на 15-100 входов/выходов;
- средние контроллеры, рассчитанные примерно на 100-300 входов/выходов;
- большие контроллеры, рассчитанные примерно на 300-2000 входов/выходов;
- сверхбольшие контроллеры, имеющие примерно от 2000 и более входов/выходов.

Очень важно отметить, что с ростом мощности контроллера растёт его цена. Причем при переходе разница по цене между различными классами контроллеров очень значительна. Одна из задач при разработке системы управления – это чётко зафиксировать число входных и выходных сигналов объекта управления, чтобы избежать лишних затрат при выборе контроллера.

•Область применения

Область применения контроллера накладывает целый ряд требований к контроллерам и очень сильно сужает круг поиска при разработке систем управления.

- Специализированный контроллер со встроенными функциями.

Обычно им является минимальный по мощности контроллер, программа действия которого заранее прошита в его памяти, а изменению при эксплуатации подлежат только параметры программы. Число и набор модулей ввода/вывода определяется реализуемыми в нем функциями.

- Контроллер для реализации логических зависимостей (коммандоаппарат).

Главные сферы применения такого контроллера: станкостроение, машиностроение, замена релейно-контактных шкафов во всех отраслях промышленности. Он характеризуется прошитой в его памяти развитой библиотекой логических функций и функций блокировки типовых исполнительных механизмов. Для его программирования используются специализированные языки типа релейно-контактных схем. Набор модулей ввода/вывода у такого контроллера рассчитан, в основном, на разнообразные дискретные каналы.

- Контроллер, реализующий любые вычислительные и логические функции.

Наиболее распространённый универсальный контроллер, не имеющий ограничений по области применения. Центральный процессор контроллера имеет достаточную мощность, разрядность, память, чтобы выполнять как логические, так и математические функции. Иногда, для усиления его вычислительной мощности, он снабжается ещё и математическим сопроцессором (во многих современных процессорах математический сопроцессор интегрирован в сам кристалл). Инструментальные средства для программирования таких контроллеров, как правило, поддерживают несколько языков программирования, таких как язык релейно-контактных схем, функционально-блоковых диаграмм, язык C, Basic, Pascal и тому подобные. Как правило, также предоставляется большая библиотека уже реализованных логических, математических и коммуникаци-

онных функций. В состав модулей ввода/вывода входят модули на всевозможные виды и характеристики каналов (аналоговых, дискретных, импульсных и т. д.).

- Контроллер противоаварийной защиты.

Он отличается от контроллеров других классов - особенно высокой надежностью, достигаемой различными вариантами диагностики и резервирования. Высокой готовностью, т. е. высокой вероятностью того, что объект находится в рабочем режиме. Отказоустойчивостью, когда при любом отказе автоматизируемый процесс переводится в безопасный режим функционирования.

- Открытость архитектуры

По структуре контроллеры подразделяются на два класса: контроллеры, имеющие фирменную закрытую структуру, и контроллеры открытой структуры, основанной на одном из магистрально-модульных стандартов.

При закрытой фирменной структуре изменения (модификации) контроллера возможны, обычно, только компонентами производителя. Сами изменения достаточно ограничены и заранее оговорены производителем.

При открытой магистрально-модульной структуре, имеющей стандартный интерфейс для связи центрального процессора с другими модулями контроллера, ситуация кардинально меняется:

- Конструктивное исполнение

По конструктивному исполнению контроллеры можно разделить на несколько групп: встраиваемые; размещаемые в общий конструктив; модульного типа;

Встраиваемые контроллеры как правило не имеют корпуса, часто конструкция просто крепится на раме. Требований к защитным оболочкам таких контроллеров не предъявляются, поскольку контроллеры встраиваются в общий корпус оборудования и являются неотъемлемой частью этого оборудования.

Контроллеры, размещаемые в общий конструктив характеризуются тем, что все модули – процессорный, коммуникационные, модули ввода-вывода – размещаются в одном конструктиве.

Контроллеры модульного типа не используют общего конструктива. Каждый модуль таких контроллеров, будь то процессорный модуль или модуль ввода-вывода, имеет собственный корпус [4].

2.3 Использование промышленных ПЛК на стане 250-1

С начала 2000-ных годов, на ЗСМК стали активно применять ПК для ведения технологических документов, создание локальных сетей, а так ПЛК различных фирм производителей.

В это время все фирмы контроллеров были примерно на одном уровне, как в плане ценовой политики, так и в плане работоспособности. Применение контроллеров различных фирм, было обусловлено исключительно возможностью управления данным контроллером определенных технологических задач, с целью автоматизации процесса.

Первым в 1998 году был куплен контроллер Simatic S5, предназначенный для автоматизации старт-стоповых ножниц порезки раскатов в линии стана (рисунки 3). Simatic S5 — семейство устройств автоматизации промышленных процессов, выпускаемое фирмой Siemens AG. Оказало значительное влияние на становление промышленной автоматизации в различных областях индустрии и создания систем управления на базе программируемых логических контроллеров.



Рисунок 6 – Контроллер Simatic S5

Simatic S5 — первая свободно-программируемая система автоматизации этой линии, получившая широкое распространение во всем мире. С 1 октября 2005 года Siemens прекратил выпуск Simatic S5 [5].

Контроллер имеет свой специфический язык программирования step5, разработанный специально для этого типа контроллеров. Он себя прекрасно зарекомендовал только с положительной стороны – надежность; возможность расширения дополнительных I/O модулей; возможность изменения программы; установка скоростных счётчиков; подключение специализированных регистраторов для визуализации процессов; подключение операторских панелей; русскоязычный интерфейс операторской панели; возможность выбора модулей с напряжением управления.

Данный контроллер работает и по сегодняшний день, полностью удовлетворяя своей работой.

Вторым был заказан и установлен в 2000 году контроллер фирмы Festo. Он был предназначен для раскроя раската в линии стана на штанги, таким образом, что бы при порезки металла на мерные длины, длины заказчиков, как можно меньше оставалось отходов (рисунок 3). Раскрой производился на скоростях от 10 м/с до 20 м/с.

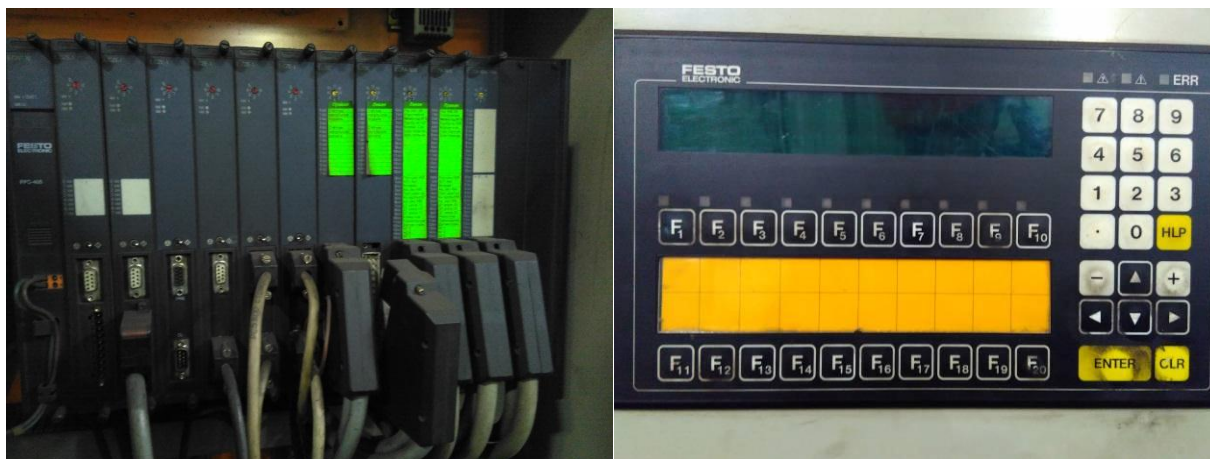


Рисунок 7 – Контроллер Festo и панель оператора

Этот контроллер с необходимым оборудованием был изготовлен по специальному заказу и установлен специалистами данной фирмы. Однако, по мере увеличения сортамента, применение новых видов упрочнения металла – изменения в программе были в принципе не возможны, на что даже дополнительно заказанное оборудование не справлялось с поставленными задачами. Поэтому главным минусом фирмы Festo – это то, что оборудование законченного типа, не расширяемо ни в каких случаях. Из плюсов – оно надежное. В настоящее время Festo - производитель промышленного оборудования и систем автоматизации, основной сферами деятельности которой является пневмоавтоматика. Компания тесно сотрудничает с Siemens AG.

В 2009-том году контроллер Festo, организующего раскрой раскатов, заменили на контроллер Simatic S7-400, который и по сей день справляется с поставленными задачами. Примерно два раза в год в программе вносят изменения, в связи с новым сортаментом, прокатываемым станом потребителю, в целях конкурентоспособности.

Третьим в 2003 году был установлен контроллер фирмы Fанис. FANUC CORPORATION — японская компания, производитель оборудования для промышленной автоматизации. Название компании представляет собой акроним от Factory Automation NУmerical Control («Автоматизация технологических процессов и Числовое управление»). Деятельность компа-

нии FANUC сосредоточена в трёх сферах: ЧПУ и лазерное оборудование, промышленные роботы, станки [6].

Данный контроллер применялся для цифрового регулирования главных электроприводов с визуализацией и управлением с рабочей станции. Однако, фирма не смогла полностью поставить свое оборудование, что бы организовать управление электроприводами постоянного тока. С задачей управления электроприводов прекрасно справилась фирма АВВ, но не смогла справиться с решением задачи цифрового регулирования и визуализации, поэтому пришлось использовать две фирмы для решения поставленной задачи.

Управление ТП, производиться приводами DCR 600 фирмы АВВ, питающих электропривода, установленное в то время работает без нареканий и в настоящее время [7].

Система FANUC являлась очень сложной и налаживалась не один год. Для изменения каких то параметров в программе или создание нового не стандартного проката, требовалось приглашать специалиста, которых на весь комбинат было несколько. Их услуги так же можно было получить не сразу. Язык программирования был специфическим и нелегко поддающимся для понимания. Если выходило одна часть системы, то и остальная прекращала свою работу.



Рисунок 8 – Прокатный электродвигатель постоянного тока



Рисунок 9 – Контроллеры FANUC и привод ABB

В виде рабочих станций использовались специфические дорогостоящие сенсорные мониторы, случайный выход которых останавливал весь технологический процесс. Данная система совместно работала с САР электроприводов фирмы ABB, между которыми не было глобальных неисправностей. Две системы работали слажено, в чем их плюсы. В 2012-том году был объявлен тендер с техническим заданием на замену контроллера FANUC. С техническим заданием прекрасно справилась фирма Siemens AG, разработав специализированный контроллер, предназначенный для прокатных станков – Simatic TDC.

SIMATIC TDC (Technology and Drives Control [Управление технологией и приводами]) – это цифровая система регулирования, которая отличается очень высокой вычислительной мощностью и выполнением программ большого объема. Она используется, в частности, в производстве комплектного промышленного оборудования, в металлургических и прокатных цехах. SIMATIC TDC – это в высшей степени компетентная система в управлении движением и технике регулирования. Данная система работает по настоящее время и полностью удовлетворяет требованиям по введению нового сортамента и технологий прокатки [8].

В 2004 году была реконструкция участка отгрузки и упаковки готового металла проката. Тендер на поставку и установку специализированного оборудования выиграла шведская фирма SUND|BIRSTA (рисунок 4). Тендер на полную автоматизацию всех механизмов упаковочной линии выиграла фирма Siemens

AG, предложив установить на каждую из двух контроллер Simatic S7-400, с последующей настройкой и отладкой всего оборудования.

Упаковочная линия работает и в настоящее время, но более чем за 10 лет перетерпев много инноваций и улучшений в технологической работе, были добавлены дополнительные I/O модули, переправлена программа в самом контроллере, что добавляем ему большой плюс в гибкости аппаратной и программной частей.

В 2013 был так же выигран тендер фирмой Siemens AG, на поставку оборудования, для реконструкции полуавтоматической системы нагрева заготовок в методической нагревательной печи. Данная фирма полностью справилась с заявленным техническим заданием и даже предложила свои идеи по реализации полностью автоматической системы. В системе используется контроллер Simatic S7-400, установленный на каждую печь индивидуально, для обеспечения наивысшей степени безопасности.

2.4 Выбор фирмы ПЛК для реализации модернизации

С начала 2011-го года в целях оптимизации и эффективности работы персонала, было принято решение об унификации контроллеров по всему комбинату и созданию центра по обучению программирования, обслуживания и настройки.

Из многочисленных отзывов о работе разнообразных контроллеров во всем комбинате приняли решение отдать предпочтение контроллерам фирмы Siemens AG, так как только в ней есть все, что может удовлетворить в работе всего комбината с многочисленными и разнообразными сложными технологическими процессами.

В 2012-том году в центре подготовки персонала, создали специализированные курсы по работе с контроллерами и оборудованием фирмы Siemens. Закуплены дорогостоящие многомиллионные учебные стенды. Сайт центра, занимающегося специализированным обучением работников общества <http://www.rcpp.ru/>

Из года в год, центр идет в ногу с современными технологиями. Несколько раз в года, опытные преподаватели проходят курсы усовершенствования по оборудованию фирмы Siemens AG, обучая работников обществу новым технологиям [9].

По вышерассмотренным и приведенным аргументам и фактам, можно смело сказать, что предпочтение в Акционерном Обществе ЕВРАЗ Объединенный «Западно-Сибирский металлургический комбинат» стоит исключительно на применение контроллеров и оборудования фирмы Siemens AG.

Таким образом, для реализации модернизации автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1 будем использовать именно этого производителя – Siemens AG.

3 Контроллер SIMATIC

3.1 Обзор контроллеров SIMATIC фирмы Siemens AG

Пятнадцать лет инноваций в программируемых системах управления сделали SIMATIC не только лидером мирового рынка, но и безусловным синонимом программируемых систем управления. При этом SIMATIC не просто повлиял на технику ПЛК, но и определяет все новые рубежи развития. Своевременное введение структурированного программирования вместе со стандартными функциональными блоками для создания библиотек программного обеспечения или расширения спектра продуктов более мощными, однако, неизменно совместимыми ЦПУ – вот лишь некоторые примеры из целого множества.

Для стремительно развивающегося рынка электроники – достаточно необычная история успеха. Чтобы так оставалось и в будущем, и чтобы программируемые системы всегда отвечали требованиям автоматизации будущего, фирма ставит на полностью обновлённую системную платформу SIMATIC S7. При этом SIMATIC подразумевает преемственность, а S7 – инновации. Цель – объединить зарекомендовавшую себя технику семейства SIMATIC с самыми современными технологиями в единой, ориентированной на будущее системе

автоматизации, и, тем самым, заново определять функциональный объем техники ПЛК [10].

3.1.1 SIMATIC S7-1200 – семейство базовых контроллеров

Программируемые контроллеры SIMATIC S7-1200 это семейство, базовых контроллеров для решения самых разных задач автоматизации малого и среднего уровня. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Они способны работать в реальном масштабе времени, могут использоваться для построения относительно простых узлов локальной автоматики или узлов комплексных систем автоматического управления, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети Industrial Ethernet/PROFINET, а также PtP (Point-to-Point) соединения.



Рисунок 10 – Контроллер SIMATIC S7-1200

Программируемые контроллеры S7-1200 имеют компактные пластиковые корпуса со степенью защиты IP20, могут монтироваться на стандартную 35 мм профильную шину DIN или на монтажную плату и работают в диапазоне температур от 0 до +50 °C. Они способны обслуживать от 10 до 284 дискретных и от 2 до 51 аналогового канала ввода-вывода. При одинаковых с S7-200 конфигурациях ввода-вывода контроллер S7-1200 занимает на 35% меньший монтажный объем.

К центральному процессору (CPU) программируемого контроллера S7-1200 могут быть подключены коммуникационные модули (CM); сигнальные модули (SM) и сигнальные платы (SB) ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, технологические модули.

Все центральные процессоры обладают высокой производительностью и обеспечивают поддержку широкого набора функций:

- Программирование на языках LAD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram) и SCL (Structured Control Language), исчерпывающий набор команд.

- Высокое быстродействие, время выполнения логической операции не превышает 0.1 мкс.

- Энергонезависимая память емкостью 10 Кбайт для необслуживаемого сохранения данных при перебоях в питании контроллера [10].

3.1.2 SIMATIC S7-300 – Универсальные программируемые контроллеры

Модульный программируемый контроллер для решения задач автоматизации низкого и среднего уровня сложности. Удобная конструкция и работа с естественным охлаждением. Свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления.



Рисунок 11 – Контроллер SIMATIC S7-300

S7-300 находит применение для автоматизации машин специального назначения, текстильных и упаковочных машин, машиностроительного оборудования, оборудования для производства технических средств управления и электротехнического оборудования, в системах автоматизации судовых установок и систем водоснабжения и т.д.

Программируемые контроллеры S7-300 могут включать в свой состав:

- Модуль центрального процессора (CPU). В зависимости от степени сложности решаемых задач в программируемом контроллере могут использоваться более 20 типов центральных процессоров.
- Блоки питания (PS) для питания контроллера от сети переменного или постоянного тока.
- Сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов, в том числе FailSafe и модули со встроенными Ex-барьерами.
- Коммуникационные процессоры (CP) – интеллектуальные модули, выполняющие автономную обработку коммуникационных задач в промышленных сетях AS-Interface, PROFIBUS, Industrial Ethernet, PROFINET и системах PtP связи.
- Функциональные модули (FM) – интеллектуальные модули, оснащенные встроенным микропроцессором и способные выполнять задачи автоматического регулирования, взвешивания, позиционирования, скоростного счета, управления перемещением и т.д. Целый ряд функциональных модулей способен продолжать выполнение возложенных на них задач даже в случае остановки центрального процессора.

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания:

- Все модули устанавливаются на профильную шину S7-300 и фиксируются в рабочих положениях винтами. Объединение модулей в единую систему выполняется с помощью шинных соединителей, устанавливаемых на тыльную часть корпуса.

- Произвольный порядок размещения модулей в монтажных стойках. Фиксированные посадочные места занимают только модули PS, CPU и IM. Механическое кодирование фронтальных соединителей исключает возможность возникновения ошибок при замене модулей.

Все центральные процессоры S7-300 характеризуются следующими показателями:

- высокое быстродействие,
- загружаемая память в виде микро карты памяти MMC емкостью до 8 МБ, MMC используется для загрузки программы, сохранения данных при перебоях в питании CPU, хранения архива проекта с символьной таблицей и комментариев, а также для архивирования промежуточных данных.

Система команд центральных процессоров включает в свой состав более 350 инструкций и позволяет выполнять:

- Логические операции, операции сдвига, вращения, дополнения, операции сравнения, преобразования типов данных, операции с таймерами и счетчиками.
- Арифметические операции с фиксированной и плавающей точкой, извлечение квадратного корня, логарифмические операции, тригонометрические функции, операции со скобками.
- Операции загрузки, сохранения и перемещения данных, операции переходов, вызова блоков, и другие операции [10].

3.1.3 SIMATIC S7-400 – Контроллеры высшего класса

Модульный программируемый контроллер для решения сложных задач автоматического управления. Широкий спектр модулей для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи. Использование распределенных структур ввода-вывода и простое включение в сетевые конфигурации. Горячая” замена модулей. Удобная конструкция и работа с естественным охлаждением. Свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления. Высокая мощность благодаря наличию большого количества встроенных функций.



Рисунок 12 – Контроллер SIMATIC S7-400

Программируемые контроллеры S7-400 могут включать в свой состав:

- Модуль центрального процессора (CPU). В зависимости от степени сложности решаемых задач в программируемом контроллере могут использоваться различные типы центральных процессоров. При необходимости можно использовать мультипроцессорные конфигурации, включающие до 4 центральных процессоров.
- Сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов.
- Коммуникационные процессоры (CP) для организации сетевого обмена данными через Industrial Ethernet, PROFINET, PROFIBUS или PtP интерфейс.
- Функциональные модули (FM) – интеллектуальные модули для решения задач скоростного счета, позиционирования, автоматического регулирования и других.
- Интерфейсные модули (IM) для подключения стоек расширения к базовому блоку контроллера
- Блоки питания (PS) для питания контроллера от сети переменного или постоянного тока.

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания.

Программируемые контроллеры S7-400 могут комплектоваться различными типами центральных процессоров, которые отличаются вычислительными возможностями, объемами памяти, быстродействием, количеством встроенных интерфейсов и т.д.

При построении сложных систем управления S7-400 позволяет использовать в своем составе до 4 центральных процессоров, выполняющих параллельную обработку информации.

Широкая гамма модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов позволяет максимально адаптировать S7-400 к требованиям решаемой задачи.

Коммуникационные процессоры – это интеллектуальные модули, выполняющие автономную обработку коммуникационных задач для промышленных сетей PROFIBUS, Industrial Ethernet, PROFINET и интерфейса PtP.

Целый ряд функциональных модулей способен продолжать выполнение возложенных на них задач даже в случае остановки центрального процессора.

В традиционных системах распределенного ввода-вывода на основе PROFIBUS-DP существует множество несогласованных циклов: цикл выполнения программы центрального процессора, циклы обмена данными через PROFIBUS-DP, циклы обслуживания входов-выходов станций распределенного ввода-вывода и т.д. В результате этого считываемые в память центрального процессора значения входных сигналов системы распределенного ввода-вывода относятся к различным моментам времени, что вносит погрешности в работу системы автоматического управления.

Изохронный режим позволяет синхронизировать все перечисленные циклы и исключить погрешности, обусловленные временным рассогласованием считываемой информации.

Поддержка изохронного режима позволяет успешно решать задачи построения распределенных систем управления движением, распределенных из-

мерительных систем, распределенных систем автоматического регулирования и т.д.

Технология CiR позволяет вносить изменения в конфигурацию существующей системы управления без остановки производственного процесса:

- Добавлять новые или удалять существующие станции распределенного ввода-вывода и приборы полевого уровня, выполняющие функции ведомых устройств на шине PROFIBUS-DP/PA.

- Добавлять новые или удалять существующие модули в станциях распределенного ввода-вывода ET 200M.

- Отменять введенные конфигурации.

- Выполнять перенастройку модулей станции ET 200M. Например, в случае замены одних датчиков другими [10].

3.1.4 SIMATIC S7-1500 – Инновационный программируемый контроллер

Инновационный программируемый контроллер S7-1500 базируется на дальнейшем развитии и совершенствовании функциональных возможностей хорошо известных программируемых контроллеров S7-300 и S7-400. Улучшенная производительность системы, встроенная поддержка стандартных функций управления перемещением, обмен данными через PROFINET в режиме IRT (Isochronous Real Time), языковые расширения пакета STEP 7, возможность использования в производственных и перерабатывающих отраслях промышленности, а также поддержка проверенных временем функций S7-300/ S7-400 гарантируют получение неоспоримых преимуществ использования нового контроллера.



Рисунок 13 – Контроллер SIMATIC S7-1500

Высочайшая производительность для своего класса. Эффективное решение задач автоматизации среднего и высокого уровня сложности. Минимальные времена реакции на внешние события. Модульная конструкция. Максимальная адаптация аппаратуры к требованиям решаемых задач. Удобная конструкция и работа с естественным охлаждением. Одновременное обслуживание систем локального и распределенного ввода-вывода и простое включение в сетевые конфигурации. Встроенная поддержка защищенного обмена данными через промышленные сети и Интернет. Расширенная концепция защиты доступа к программе и данным.

В одну монтажную стойку может устанавливаться до 32 модулей контроллера. Порядок размещения модулей может быть произвольным. Дополнительный набор модулей может устанавливаться в стойки расширения, подключаемые к контроллеру через интерфейсные модули станции ET 200MP и сеть PROFINET.

Все центральные процессоры оснащены встроенным Web сервером, который позволяет получать доступ к системным и оперативным сообщениям, а также к идентификационным данным; выполнять системную диагностику всех модулей, используемых в проекте; выполнять диагностику коммуникационных соединений, отображать параметры настройки, получать статистические данные о работе сети; получать доступ к производственным данным с использова-

нием таблиц переменных и свободно конфигурируемых списков переменных; использовать конфигурируемые пользователем Web страницы.

Все центральные процессоры S7-1500 комплектуются съемными дисплеями, существенно повышающими эксплуатационные характеристики контроллера. Они позволяют выполнять установку/ изменение параметров настройки (IP адресов, имени станции и т.д.) без использования программатора; отображать диагностическую информацию и аварийные сообщения; отображать состояния модулей в системе локального и распределенного ввода-вывода.

Доступ к выполнению необходимых операций защищается паролем. Центральные процессоры S7-1500 оснащены рабочей памятью достаточно большого объема. В качестве загружаемой памяти используются карты памяти SIMATIC Memory Card емкостью от 2 Мбайт до 2 Гбайт. Высокая производительность центральных процессоров дополняется скоростной внутренней шиной контроллера. Скорость обмена данными через эту шину равна 400 Мбит/с. Сочетание этих факторов позволяет получать минимальные времена циклов выполнения программы, а также минимальные времена реакции на внешние события. Время реакции терминал-терминал в программируемом контроллере S7-1500 не превышает 100 мкс.

Все центральные процессоры S7-1500 обеспечивают встроенную поддержку технологических функций управления перемещением, трассировки и ПИД регулирования.

Встроенная поддержка функций ПИД регулирования позволяет использовать S7-1500 для решения широкого круга задач автоматического регулирования, применять регуляторы с аналоговыми или импульсными выходными сигналами, шаговые регуляторы, а также выполнять операции автоматической оптимизации их работы.

Программируемые контроллеры S7-1500 обеспечивают поддержку комплексной системы технической диагностики. Она позволяет выполнять однородное отображение диагностической информации на экранах дисплея центрального процессора и приборов человеко-машинного интерфейса, в Web сер-

вере, SCADA системах и в системе проектирования. Доступ к диагностической информации может быть получен даже в случае перехода центрального процессора в режим STOP. В новых аппаратных компонентах обновление диагностической информации выполняется автоматически. Поддерживается автоматическое обновление данных программ просмотра результатов диагностики в панелях операторов серии SIMATIC Comfort Panel и в SCADA системе.

Защите информации в S7-1500 и STEP 7 Professional V12 уделено особое внимание. Эта защита охватывает широкий спектр мер по пресечению несанкционированного доступа и использованию данных систем автоматизации - защита ноу-хау; защита от копирования; защита доступа; защита от манипуляции данными включает защиту целостности данных проекта и системы связи [10].

3.2 Выбор контроллера SIMATIC S7

В своей основе, выбор контроллера зависит от автоматизации конкретного оборудования, механизма, но и следует учесть, что на прокатных станах, выход какого либо технологического механизма может повлечь за собой как минимум не выполнения производственного задания, а как максимум – аварию, что категорически недопустимо.

Надо не забывать и о том, что ПЛК относится к сложным электронным устройствам, ремонт, облуживание и настройка которых требуют высококвалифицированных работников. Не исключено, что и возможна поломка каких то частей из системы оборудования, выход их из строя, и для этого нужны запасные части. Иметь множество таких запасных частей на все виды контроллеров, используемых во всем сортопрокатном цехе очень не выгодно экономически. Поэтому в начале 2010-го года главным техническим директором ЗСМК, было выдано задание ведущим специалистам комбината по автоматизации в выборе одного из семейства контроллеров Simatic S7, который может идеально подходить для автоматизации каждого из цехов, отдельных участков, для дальнейшего закупа резервного оборудования.

В сортопрокатном цехе произвели заказ контроллера Simatic S7-300, для опытного применения на одном из механизмов на стане 250-1 и выявили некоторые минусы:

- возможен долгий и не регулярный по времени отклик работы управляющими и управляемыми механизмами. Если учесть, что минимальная скорость прокатки 10 м/с, то даже небольшие отклонения в реакции влекут за собой не корректную работу оборудования, которую невозможно настроить;

- в большинстве случаев было невозможно управлять большим количеством ПЧ с контроллера, используя сеть Profibus, тем самым и невозможно просматривать корректные значения и управлять ими с рабочей станции;

- в контроллере есть два программных аккумулятора, что не всегда достаточно для реализации некоторых сложных задач;

- в контроллере нет собственного внутреннего источника питания, который мог бы обеспечить бесперебойное питание памяти с произвольным доступом RAM, так как на большинстве механизмов есть счетчики и таймеры, значения которых заносятся в ячейки памяти программы во время работы.

Использование электрической среды в пределах стана для передачи данных технологией Profibus, так же не рекомендовано, так как на сетевой кабель воздействуют магнитные поля при работе других механизмов, поэтому предпочтительней использовать оптическую среду передачи данных, что тоже проверено на практике.

Контроллер серии S7-1200 слабее S7-300, поэтому его в рассмотрение не брали. Контроллер S7-1500 на много мощнее и имеет множество степеней защиты, что конечно приветствуется, но нам не обязательно. Также он на порядок дороже, что не выгодно экономически.

Без ошибочно можно сделать вывод, что для реализации модернизации автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1 будем использовать котроллер Simatic S7-400.

4 Техническое проектирование модернизируемой системы

4.1 Структурная схема

При составлении структурной схемы определимся с используемыми получаемыми и передаваемыми сигналами.

Для реализации работы механизмов в автоматическом режиме, на технологической линии прокатки работают: ФГ-31; 32; 39; 40, датчики с левой и правой стрелок. Их сигналы идут в машинный зал на релейный щит управления.

Что бы управлять механизмами, на ПУ-14 установлены необходимые ключи управления, сигналы с которых при помощи большого количества электрических проводов, собранных в кабели, идут так же на релейный щит, находящийся в машинном зале.

Так же в машинном зале, не далеко от релейного щита находятся силовые устройства для питания электродвигателей, такие как ТСУ, ПЧ и простые реле, питающие катушки ТА и упоров разгона заготовок.

Установку контроллера произведем не далеко от релейного щита, так же с контроллером на одной шине установим дискретные входа, для принятия и обработки сигналов, и дискретные выхода, для выдачи сигналов управляющим устройствам.

На ПУ-14 установим станцию удалённого ввода-вывода, в которую подключим все необходимые сигналы с ключей управления. Передачу данных будем осуществлять по сети Profibus.

Структурная схема автоматизированной системы приведена в приложении 3.

4.2 Необходимые компоненты для проектирования

Необходимы компоненты для проектирования будут выбираться в соответствии с политикой минимизации резерва на АО «ЕВРАЗ Объединённый Западно-Сибирский Metallургический Комбинат», из существующих в сортопрокатном цеху. Множество работающих в настоящее время центральных процессоров CPU 414, представляет собой средний класс сложности, который иде-

ально подходит для реализации задач любой сложности возникающих в цехе на любом участке.

Расположение модулей, для удобства в процессе эксплуатации, предлагается произвести отдельно, то есть, на монтажной стойке для 400-тых блоков установить CPU, CP и PS 400-тых серий. Так же отдельно на своей профильной шине установить модули удалённой периферии ET200. Они будут располагаться в машинном зале и на ПУ-14.

Связь между CPU и ET200 будет осуществляться по сети PROFIBUS, между CPU и рабочей станцией по сети Ethernet.

4.3 Компоновка CPU, CP и PS

4.3.1 CPU (Central Processor Unit) центральное процессорное устройство

Центральные процессор – это электронное свободно программируемое устройство, предназначенное для построения систем управления.

Будем использовать имеющийся в резерве центральный процессор 414-2 с заказным номером 6ES7 414-2XK05-0AB0. В нем есть все необходимые функции для построения проектируемой системы.

Подключение CPU производится на монтажную стойку.

Программирование контроллера производится посредством подключаемого программатора. Написание программы производится HW Config STEP 7 [11].

Необходимое количество CPU 414-2 – 1 шт.



Рисунок 14 – CPU 414-2

Основные технические данные центрального процессора CPU 414-2:

- Напряжение питания DC от C-шины: 5 В.;
- Потребляемый ток от C-шины 5 В. DC макс.: 1,1 А.;
- Рабочая память RAM:
 - для выполнения программ 512 КБ;
 - для хранения данных 512 КБ;
- Загружаемая память:
 - встроенная, RAM 512 КБ;
 - расширение:
 - карта Flash EEPROM 64 МБ;
 - карта RAM 64 МБ;
- Время выполнения операций, мкс:
 - логических 0,045;
 - с фиксированной точкой 0,045;
 - с плавающей точкой 0,1135;

- Количество флагов/таймеров/счётчиков: 8 192 / 2 048 / 2 048;
- Количество каналов ввода-вывода дискретных/аналоговых сигналов: 65 536 / 4 096;
- Встроенные интерфейсы: MPI / DP + DP;
- Количество активных коммутационных соединений: 32;
- Габариты: 25*290*219 мм.

4.3.2 CP (communications processor) коммуникационный процессор

Коммуникационный процессор CP предназначен для обеспечения подключения программируемых контроллеров SIMATIC S7-400 к сети Industrial Ethernet. Он оснащен встроенным микропроцессором и выполняет автономное управление сетевым обменом данными, разгружая от этих задач центральный процессор контроллера.

Для использования с CPU берём простой CP, с одним гнездом для сети Ethernet, которые так же имеются в резерве цеха. Берём CP 443-1 с заказным номером EX11-0XE0.

С помощью CP 443-1 может устанавливаться связь с программаторами, компьютерами, системами человеко-машинного интерфейса и с другими системами автоматизации SIMATIC S7 и SIMATIC S5.

Конфигурирование коммуникационного процессора CP 443-1 производится с помощью пакета NCM S7 для Industrial Ethernet. Этот пакет является составной частью программного обеспечения STEP 7.

Обеспечивается поддержка дистанционного конфигурирования и программирования всех станций SIMATIC S7, подключенных к сети.

Питание и размещение коммуникационного процессора, как и центрального процессора производится на монтажной стойке [11].

Необходимое количество CP 443-1 – 1 шт.



Рисунок 15 – CP 443-1

Технические данные CP 443-1

- Скорость обмена данными: 10/100 Мбит/сек.;
- Интерфейсы Industrial Ethernet:
 - AUI/ITP 15-полюсное гнездо соединителя D типа;
 - 10BaseT, 100BaseTX RJ 45;
- Потребляемый ток от источника питания DC 5 В.: 1.4 А.;
- Потребляемая мощность: 8,6 Вт.;
- Количество S7 соединений: до 62;
- Количество соединений в комбинированном режиме: до 64;
- Габариты: 25*290*210 мм.

4.3.3 PS (Power Supply) блок питания

Блок питания – электронное устройство, необходимое для питания систем автоматизации SIMATIC S7-400 стабилизированным напряжением. Крепление блока, производится на монтажную стойку, через которую он питает модули CPU и CP.

Для питания выбранных CPU и CP необходим PS серии 407.

Произведем расчет необходимой мощности, силы тока:

$$I_{PS} = I_{CPU} + I_{CP} = 1,1 + 1,4 = 2,5 \text{ А.}$$

Из каталога продукции берём ближайший больший с силой тока блок питания [11].

Выбираем блок питания PS 407 10A., с заказным номером KA02-0AA0.

Необходимое количество PS 407 10 A. – 1 шт.

Технические данные PS 407 10A.

- Входное напряжение питания AC: 132 – 264 В.;
- Частота питающего напряжения: 50 Гц.;
- Потребляемая мощность: 105 Вт.;
- Выходное напряжение питания DC С-шины: 5/24 В
- Выходная максимальная сила тока: при 5 В. - 10 А., при 24 В. - 1 А.;
- Защита от короткого замыкания: есть;
- Буферные батареи: 2 литиевых AA 3,6 В./1,9 А/час.;
- Размеры: 50*290*217 мм.;
- Количество занимаемых посадочных мест на С-шине: 2 места.



Рисунок 16 – PS 407 10A.

4.3.4 UR (Universal Rack) монтажная стойка

Монтажные стойки являются несущей конструктивной основой SIMATIC S7-400 , предназначенной для установки модулей, подключения модулей к цепям питания и внутренней шине контроллера и выполняют следующие функции:

- Обеспечивают возможность установки всех модулей контроллера.
- Обеспечивают питание всех модулей.

- Объединяют отдельные модули в единую систему через систему встроенных шин.

Все стойки допускают настенный монтаж и могут устанавливаться в шкафы управления.

В контроллерах S7-400 может использоваться несколько типов монтажных стоек, отличающихся назначением, количеством разъемов для подключения модулей и организацией внутренней шины.

Для нашего случая выбираем стойку, для 4-ех посадочных мест, которые из них должны занимать: 1,2 – PS; 3 – CPU; 4 – CP, это будет универсальная монтажная стойка UR2.

Монтажная стойка UR2 может быть использована в качестве базовой стойки, а также в качестве стойки расширения. В ней может размещаться до 9 модулей S7-400. Стойка поддерживает возможность использования стандартных или резервированных схем питания контроллера. В первом случае в нее устанавливается один, во втором – два блока питания. В любом случае установка модулей блоков питания начинается с первого разъема монтажной стойки [11].

Необходимое количество UR2 – 1 шт.



Рисунок 17 – Монтажная стойка UR2

Общий вид всех модулей PS, CPU и CP на монтажной стойке будет выглядеть:



Рисунок 18 – Вид PS, CPU и CP на UR2 в сборе

4.4 Компоновка станции распределённого ввода/вывода ET 200M

Для организации сбора и вывода информации, а также для организации соединения с программируемым логическим контроллером, необходима станция распределенного ввода/вывода ET 200M. Станция состоит из блока питания PS, интерфейсного модуля IM и необходимых сигнальных модулей SM.

В проекте необходимо две станции, одна из которых будет находиться на ПУ-14, а вторая в машинном зале.



Рисунок 18 – Станция ET 200M в сборе

Чаще всего, станции продаются в сборе, но, однако, множество сигнальных модулей остаются не нужными, или же наоборот каких то не хватает. Ис-

ходя из соображений эффективного использования оборудования в цехе, применяют самостоятельный набор необходимых сигнальных модулей и выбор необходимого блока питания [11].

4.4.1 SM сигнальные модули

Существует два типа модулей: модули ввода/вывода дискретных сигналов и модули ввода/вывода аналоговых сигналов.

Из имеющегося оборудования, нам необходимы модули ввода/вывода дискретных сигналов.

Сигнальные модули, предназначенные для построения системы ввода-вывода дискретных сигналов программируемых контроллеров SIMATIC S7-400 и станций распределенного ввода-вывода SIMATIC ET 200M.

Применение сигнальных модулей позволяет:

- Оптимально адаптировать контроллер к требованиям решаемой задачи. Требуемое количество и вид дискретных входов-выходов обеспечивается выбором соответствующего количества сигнальных модулей определенных типов.
- Обеспечить гибкое сопряжение с объектом управления. Сигнальные модули S7-300 позволяют подключать большинство существующих дискретных датчиков и приводов.

Модули устанавливаются в монтажную стойку и фиксируются в рабочих положениях винтами. Порядок установки модулей может быть произвольным. Подключение к внутренней шине контроллера производится через шинные соединители, входящие в комплект поставки каждого модуля. По умолчанию адресация каналов ввода-вывода определяется номером посадочного места, на котором установлен модуль.

В конфигурациях станции ET 200M с активными шинными соединителями поддерживаются функции "горячей" замены модулей. При этом ведущим DP-устройством должен быть программируемый контроллер SIMATIC S7-400.

Подключение входных цепей производится к съемным фронтальным соединителям, которые закрываются защитными крышками. В паз крышки встав-

ляется этикетка, на которой наносится маркировка внешних цепей. Наличие фронтальных соединителей упрощает монтаж соединительных проводников и позволяет производить замену модулей без демонтажа их внешних цепей.

При первой установке фронтального соединителя на модуль автоматически выполняется операция его механического кодирования. В дальнейшем фронтальный соединитель может быть установлен только на модули такого же типа, что исключает возможность возникновения ошибок при замене модулей.

Сигнальные модули бывают ввода – SM 321 и вывода SM 322 дискретных сигналов.

Модули SM 321 обеспечивают преобразование входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы.

Технические данные сигнального модуля SM 321

- Номинальное напряжение нагрузки DC: 24 В.;
- Потребляемый ток, макс.: 0,2 А.;
- Количество входов: 16;
- Размеры: 40*125*120 мм.

Модули SM 322 выполняют преобразование внутренних логических сигналов контроллера в его выходные дискретные сигналы.

Технические данные сигнального модуля SM 322

- Номинальное напряжение нагрузки DC: 24 В.;
- Потребляемый ток, макс.: 0,2 А.;
- Количество входов: 16;
- Защита от короткого замыкания: электронная;
- Размеры: 40*125*120 мм. [11].



Рисунок 20 – Сигнальный модуль SM

Для определения нужного количества сигнальных модулей для ПУ-14 и в машинном зале, составим таблицы, в которые занесем нужные для автоматизации входные и выходные сигналы с устройств и оборудования. В дальнейшем, эти таблицы пригодятся для программирования с среде STEP7.

Таблица 1

Необходимые входные в SM 321 сигналы на ПУ-14

Наименование устройства	Положения, значения, функции	Присвоение адреса на модуле Байт/бит
Печь №1 правая сторона		
Упор разгона заготовок	Включен	0.0
	Отключен	0.1
Затребования заготовки	Включить	0.2
Ход балок печи	Включено	0.3
	Отключено	0.4
Печной рольганг печи	Вперед	0.5
	Автоматика	0.6
	Отключено	0.7
	Назад	1.0
Привод ТА-32	Включен	1.1
	Отключен	1.2
Прижим ТА-32	Включен	1.3
	Отключен	1.4
Скоростной рольганг	Вперёд	1.5
	Автоматика	1.6
	Отключен	1.7
	Назад	2.0
Привод ТА-40	Включен	2.1
	Отключен	2.2
Прижим ТА-40	Включен	2.3
	Отключен	2.4
Стрелка	Направо	2.5
	Автоматика	2.6
	Отключено	2.7
	Налево	3.0

Технологическая сигнализация	Красный	3.1
	Зелёный	3.2
Печь №2 левая сторона		
Упор разгона заготовок	Включен	4.0
	Отключен	4.1
Затребования заготовки	Включить	4.2
Ход балок печи	Включено	4.3
	Отключено	4.4
Печной рольганг печи	Вперед	4.5
	Автоматика	4.6
	Отключено	4.7
	Назад	5.0
Привод ТА-31	Включен	5.1
	Отключен	5.2
Прижим ТА-31	Включен	5.3
	Отключен	5.4
Скоростной рольганг	Вперёд	5.5
	Автоматика	5.6
	Отключен	5.7
	Назад	6.0
Привод ТА-39	Включен	6.1
	Отключен	6.2
Прижим ТА-39	Включен	6.3
	Отключен	6.4
Стрелка	Направо	6.5
	Автоматика	6.6
	Отключено	6.7
	Налево	7.0
Технологическая сигнализация	Красный	7.1
	Зелёный	7.2

Итого на входные сигналы на ПУ-14 необходимо четыре сигнальных модуля SM 321. Так же оставляем по 5 бит резервных сигналов на каждую сторону.

Таблица 2

Необходимые выходные с SM 322 сигналы на ПУ-14

Наименование устройства	Положения, значения, функции	Присвоение адреса на модуле Байт/бит
Печь №1 правая сторона		
Ход балок	Включен	0.0
Технологическая сигнализация	Красный	0.1
	Зелёный	0.2
Печь №2 левая сторона		
Ход балок	Включен	1.0
Технологическая сигнализация	Красный	1.1
	Зелёный	1.2

Итого на выходные сигналы на ПУ-14 необходим один сигнальный модуль SM 322. Так же у нас остались резервные биты, по четыре на каждую сторону.

Таблица 3

Необходимые входные в SM 321 сигналы в машинном зале

Наименование устройства	Положения, значения, функции	Присвоение адреса на модуле Байт/бит
Печь №1 правая сторона		

Ход балок	Включен	8.0
ФГ-32	Засвечена	8.1
ФГ-40	Засвечена	8.2
Стрелка	В левом положении	8.3
	В правом положении	8.4
Печь №2 левая сторона		
Ход балок	Включен	9.0
ФГ-31	Засвечена	9.1
ФГ-39	Засвечена	9.2
Стрелка	В левом положении	9.3
	В правом положении	9.4

Итого на входные сигналы в машинный зал необходим один сигнальный модуль SM 321.

Таблица 4

Необходимые выходные с SM 322 сигналы в машинном зале

Наименование устройства	Положения, значения, функции	Присвоение адреса на модуле Байт/бит
Печь №1 правая сторона		
Упор разгона заготовок	Включен	2.0
Ход балок	Включен	2.1
Печной рольганг	Вперед	2.2
	Назад	2.3
Привод ТА-32	Включен	2.4
Прижим ТА-32	Включен	2.5
Скоростной рольганг	Вперёд	2.6
	Назад	2.7
Привод ТА-40	Включен	3.0
Прижим ТА-40	Включен	3.1
Стрелка	Налево	3.2
	Направо	3.3
Печь №2 левая сторона		
Упор разгона заготовок	Включен	4.0
Ход балок	Включен	4.1
Печной рольганг	Вперед	4.2
	Назад	4.3
Привод ТА-31	Включен	4.4
Прижим ТА-31	Включен	4.5
Скоростной рольганг	Вперёд	4.6
	Назад	4.7
Привод ТА-39	Включен	5.0
Прижим ТА-39	Включен	5.1
Стрелка	Налево	5.2
	Направо	5.3

Итого на выходные сигналы в машинный зал необходимо два сигнальных модуля SM 322. Так же у нас остались резервные биты, по четыре на каждую сторону.

4.4.2 IM 153 интерфейсный модуль

Интерфейсные модули IM 153 предназначены для подключения станций ET 200M к электрическим (RS 485) каналам связи сети PROFIBUS DP и выполнения функций стандартных ведомых сетевых устройств.

Интерфейсные модули IM 153 позволяют использовать станции ET 200M в системах распределенного ввода-вывода систем автоматизации самого различного назначения

Существует для типа модулей IM 153-1 и IM 153-2. Модуль IM 153-1 является основным рабочим, головным устройством в системе удаленной периферии, а IM 153-2 используются для подключения станций ET 200M к резервированным сетям PROFIBUS DP, что нам не нужно. Поэтому для проекта берём модуль типа IM 153-1 с заказным номером AA03-0XB0.

К одному интерфейсному модулю можно подключать до 8 сигнальных, коммуникационных и функциональных модулей программируемого контроллера S7-400.

В станциях ET 200M, не требующих "горячей" замены модулей интерфейсный модуль и все модули ввода-вывода монтируются на стандартную профильную шину S7-300 и объединяются в единую систему с помощью шинных соединителей, входящих в комплект поставки модулей.

Сигнальные, коммуникационные и функциональные модули могут размещаться справа от интерфейсного модуля в произвольном порядке.

Работает интерфейсный модуль с естественным охлаждением.

Необходимое количество IM 153-1 – 2 шт., по одному на ПУ-14 и в машинный зал.



Рисунок 21 – интерфейсный модуль IM 153-1

Технические параметры: Интерфейс RS 485; "Горячая" замена модулей; Без остановки системы допускается добавлять новые станции ET 200M, изменять состав модулей существующих станций, изменять параметры настройки модулей [11].

Настройка параметров производится в среде проектирования STEP 7 HW-Config.

Технические данные интерфейсного модуля IM 153-1

- Входное напряжение DC: 20,4 – 28,8 В.;
- Потребляемый ток: потребляемый ток 350 мА.;
- Система соединения: 9-контактная D-образная розетка;
- Скорость передачи данных: 12 Мбит/сек.;
- Размеры: 40*125*117 мм.

4.4.3 Блок питания PS 307

Для работы станции распределенного ввода-вывода SIMATIC ET 200M необходимо напряжение =24В. Это напряжение формируется блоком питания PS 307. Сам блок питания PS 307 питается напряжением ~120/ 230В.

Блок питания устанавливается на стандартную профильную шину слева от интерфейсного модуля IM 153.

Подключение к интерфейсному модулю производится силовой перемычкой, входящей в комплект поставки каждого блока питания.

На фронтальной панели блока питания расположены:

- Индикатор наличия выходного напряжения $\approx 24\text{В.}$;
- Переключатель выбора уровня входного напряжения, закрытый защитной крышкой. С его помощью можно производить выбор уровня входного напряжения, равный $\sim 120\text{В}$ или $\sim 230\text{В.}$;
- Выключатель выходного напряжения $\approx 24\text{ В.}$

Все терминалы оснащены контактами под винт.

В стандартном варианте блоки питания монтируются на стандартную профильную шину S7-300 или станции распределенного ввода-вывода ET 200М. При необходимости они могут устанавливаться на стандартную 35 мм профильную шину (EN 50 022)



Рисунок 22 – Блок питания PS 307

Рассчитаем какие блоки питания необходимо выбрать для удаленной станции на ПУ-14 и в машинном зале.

Для ПУ-14 нужны: интерфейсный модуль IM 153-1 с током потребления 350 мА.; четыре сигнальных модуля SM 321 с током потребления 0,2 А. каждый; один сигнальный модуль SM 322 с током потребления 0,2 А.

$$I_{\text{ET200M ПУ-14}} = 0,35 + 4 \cdot 0,2 + 0,2 = 1,35 \text{ А.}$$

Из каталога выбираем ближайший с большим значением PS 307 равный 2 А.

Для машинного зала нужны: интерфейсный модуль IM 153-1 с током потребления 350 мА.; один сигнальный модуль SM 321 с током потребления 0,2 А; два сигнальных модуля SM 322 с током потребления 0,2 А. каждый.

$$I_{\text{ET200M МАШЗАЛ}} = 0,35 + 0,2 + 2 \cdot 0,2 = 0,95 \text{ А.}$$

Из каталога выбираем ближайший с большим значением PS 307 равный 2 А.[11].

4.5 Используемые технологии передачи данных

В данном разделе рассмотрим принципы связи и технологии передачи данных от CPU (CP) до рабочей станции (компьютера) оператора поста управления технологией Ethernet и так же связь от CPU до децентрализованной периферии технологией Profibus-DP.

4.5.1 Технология передачи данных Ethernet

Для создания сетевых конфигураций, использующих обмен данными между промышленными компьютерами и программируемыми контроллерами, системами человеко-машинного интерфейса применяется технология передачи данных Industrial Ethernet.

В промышленной автоматизации наибольшее распространение получили стандарты 10Base-T и 100Base-TX, а также 100Base-FX.

Существуют 4 стандартные скорости передачи данных в сетях Ethernet по оптоволоконному кабелю и витой паре проводов: 10 Мбит/с, 100 Мбит/с, 1 Гбит/с и 10 Гбит/с. Ethernet имеет несколько модификаций, структура наименований которых имеет следующий вид: <скорость передачи>Base<дополнительные обозначения>. Скорость указывается цифрой в Мбит/с или в Гбит/с, в последнем случае к цифре добавляется буква. Буквы после "Base" означают тип кабеля (Т - "Twisted pair"- "витая пара", F - "Fiber optic" -"оптоволоконный", S - "Short wavelength optic" - "оптический коротковолно-

вый", L - "Long wavelength" - "длинноволновый", C - "short Copper cable"). Символ "X" означает наличие блока кодирования на физическом уровне.

Для промышленных применений не годятся кабели и разъемы, используемые в офисных сетях. Поэтому ряд производителей представляют на рынке разъемы RJ-45 со степенью защиты IP67 от воздействий окружающей среды.

Физический уровень состоит из среды передачи (оптический кабель или витая пара) и методов кодирования информации для каждой скорости передачи.

Наиболее распространенные в промышленной автоматизации стандарты 10Base-T и 100 Base-TX используют манчестерский код для скорости передачи 10 Мбит/с и 4B/5B кодирование в сочетании с NRZI (NRZ Inverted - инвертированный NRZ) для скорости 100 Мбит/с.

Структурная схема блока PHY (от "PHYsical" - физический уровень) показана на рисунке 23. Блок состоит из приемного (внизу) и передающего (вверху) канала, которые через изолирующие трансформаторы подключаются к линии передачи (две витые пары) через разъем RJ-45. Трансформаторы используются для изоляции трансивера от высоких синфазных напряжений, которые могут появляться на линии вследствие электромагнитных и электростатических наводок.

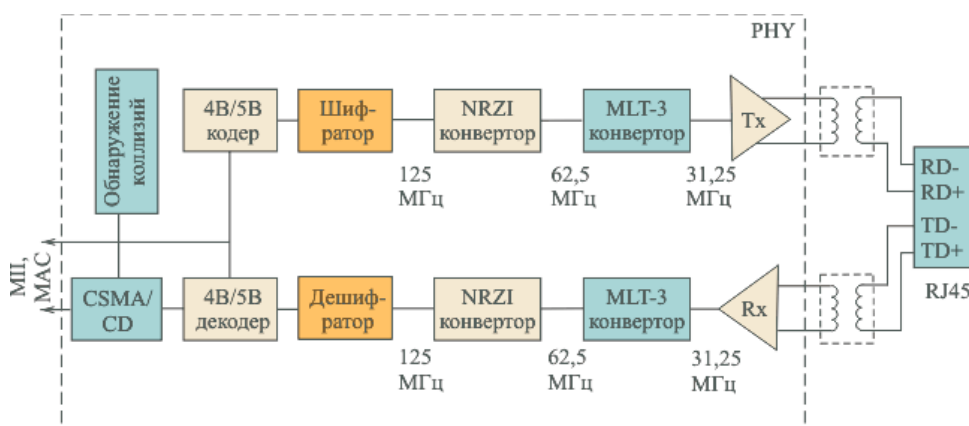


Рисунок 23 – Структурная схема блока PHY Ethernet

Цоколёвка разъема RJ45 показана на рисунке 24. При соединениях компьютеров и других конечных станций, которые имеют идентичные разъемы, необхо-

дим перекрещивающийся кабель, поскольку приемник должен быть соединен с передатчиком, и наоборот [12].

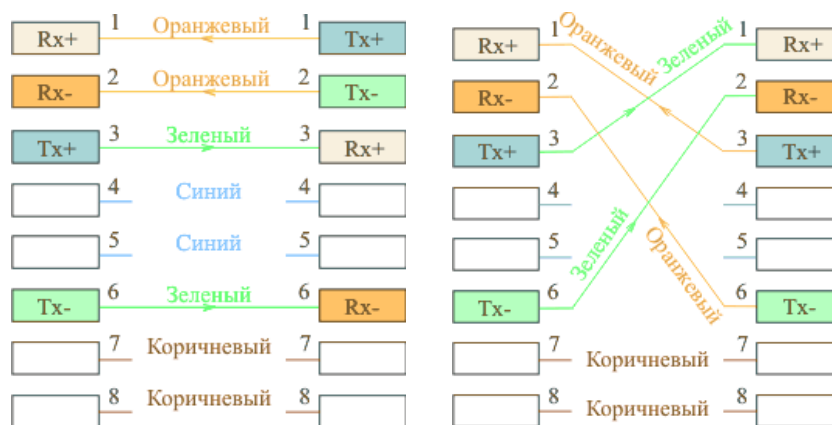


Рисунок 24 – Цоколёвка разъемов Ethernet-кабеля нормального и перекрещивающегося

4.5.2 Технология передачи данных Profibus-DP

Слово PROFIBUS получено из сокращений PROcess FieLd BUS, что приблизительно переводится как "промышленная шина для технологических процессов". Стандарт Profibus был первоначально принят в Германии в 1987 году, затем, в 1996 году, он стал международным (EN 50170 и EN 50254).

Сеть Profibus использует только первый и второй уровни модели OSI.

Profibus DP (Profibus for Decentralized Peripherals - "Profibus для децентрализованной периферии") использует уровни 1 и 2 модели OSI, а также пользовательский интерфейс, который в модель OSI не входит. Непосредственный доступ из пользовательского приложения к каналному уровню осуществляется с помощью DDLM (Direct Data Link Mapper - "прямой преобразователь для канального уровня"). Пользовательский интерфейс обеспечивает функции, необходимые для связи с устройствами ввода-вывода и контроллерами.

Profibus является многомастерной сетью (с несколькими ведущими устройствами). В качестве ведомых устройств выступают обычно устройства ввода-вывода, клапаны, измерительные преобразователи. Они не могут самостоятельно получить доступ к шине и только отвечают на запросы ведущего устройства.

На физическом уровне Profibus DP используют стандарт RS-485 при скорости передачи до 12 Мбит/с и с размерами сегментов сети до 32 устройств. Количество устройств можно увеличить с помощью повторителей интерфейса.

Особые требования установлены к сетевому кабелю. Он должен иметь волновое сопротивление от 135 до 165 Ом при погонной емкости не более 35 пФ/м, площадь поперечного сечения проводников более 0,34 кв. мм. и погонное сопротивление не более 110 Ом/км. Кабель должен иметь одну или две витые пары с медным экраном в виде оплетки или фольги.

Стандартом для шины Profibus рекомендуется разъем D-sub (DB-9) с 9-ю контактами, цоколевка разъема приведена в таблице 5. На устройствах устанавливается разъем с гнездами, на кабеле – со штырьками. При необходимости иметь степень защиты IP65/67 рекомендуется использовать цилиндрический разъем типа M12 (IEC 947-5-2), HAN-BRID или гибридный разъем фирмы Siemens [Profibus].

Таблица 5

Цоколевка разъема DB-9 для Profibus

Контакт	Сигнал	Примечание
1	Shield	Экран
2	M24	-24 В
3	Rx/Tx-DP	Прием/передача данных (положительный вывод, провод В)
4	CNTR-P	Сигнал для управления направлением передачи, положительный вывод
5	DGND	Общий провод данных
6	VP	Напряжение питания, "+"
7	P24	+24 В
8	Rx/Tx-N	Прием/передача данных (отрицательный вывод, провод А)
9	CNTR-N	Сигнал для управления направлением передачи, отрицательный вывод

С обеих сторон линии передачи подключаются согласующие резисторы, которые конструктивно установлены во все сетевые разъемы и подключаются с помощью микропереключателей. При скоростях передачи более 1,5 Мбит/с для согласования линии дополнительно используются плоские (печатные) катушки индуктивности.

К одной сети могут быть подсоединены до 128 устройств (но не более 32-х в одном сегменте). Спецификация для конфигурирования системы включает количество узлов сети, распределение адресов устройств, формат диагностических сообщений, параметры шины.

Profibus использует два типа сервисов для передачи сообщений: SRD (Send and Receive Data with acknowledge - "отправка и прием данных с уведомлением") и SND (Send Data with No acknowledge - "отправка данных без уведомления").

Сервис SRD позволяет отправить и получить данные в одном цикле обмена. Этот способ обмена наиболее распространен в Profibus и очень удобен при работе с устройствами ввода-вывода, поскольку в одном цикле можно и отправить, и получить данные.

Сервис SND используется, когда надо отправить данные одновременно группе ведомых устройств (многоабонентский режим) или всем ведомым устройствам (широковещательный режим). При этом ведомые устройства не отправляют свои уведомления мастеру.

Сообщение в Profibus называется телеграммой. Телеграмма может содержать до 256 байт, из них 244 байта данных, плюс 11 служебных байт (заголовок телеграммы). Все телеграммы имеют заголовки одинаковой длины, за исключением телеграммы с названием Data_Exchange. Заметим, что 11 байт служебной информации делают Profibus очень неэффективным при передаче коротких сообщений. Однако при больших объемах данных такой формат телеграммы достаточно эффективен.

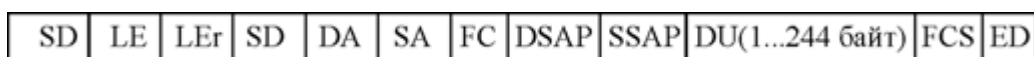


Рисунок 25 – Структура телеграммы Profibus

Поля телеграммы на рисунке 25 имеют следующее содержание:

SD - стартовый разделитель. Используется для указания начала телеграммы и ее формата. Имеется четыре типа разделителей для телеграмм запроса и ответа и один тип для короткого уведомления. Короткое уведомление имеет поле SD, но не в начале телеграммы;

LE - длина передаваемых данных (DA+SA+FC+DSAP+SSAP+DU);

LEr - повторение поля LE с целью его резервирования;

DA - адрес устройства-получателя телеграммы;

SA - адрес отправителя;

FC - код типа телеграммы (запрос, уведомление, ответ, диагностические данные, тип устройства - мастер или ведомый, приоритет, уведомление);

DSAP - устройство-получатель использует это поле чтобы определить, какой тип сервиса нужно выполнить;

SSAP - COM порт отправителя;

DU - данные длиной от 1 до 244 байт;

FCS - контрольная сумма телеграммы (сумма значений полей DA+SA+FC+DU, по модулю 255);

ED - признак конца [12].

4.6 Функциональная схема

Построение функциональной схемы производим по построенной ранее структурной схеме, с указанием всех необходимых модулей автоматизированной системы, которые были выбраны выше, с связями между ними и направлением сигналов с данными.

Функциональная схема представлена в приложении 4.

Центральный процессор CPU 414-2, соединён в одной стойке с коммуникационным процессором CP 443-1. Коммуникационный процессор подключен посредством сетевого кабеля (витая пара) к рабочей станции, находящейся на ПУ-14. Связь происходит по технологии Ethernet.

К центральному процессору подключены две станции удалённого доступа ET 200M, находящиеся на ПУ-14 и в машинном зале. Связь центрального процессора с модулями происходит с помощью витой пары для технологии передачи данных Profibus-DP.

Станция ET 200M, расположенная на ПУ-14 состоит из одного интерфейсного модуля IM 153, который подключен к коммуникационному процессору CP 443-1. Для ввода данных имеется четыре модуля SM 321 с 16-тью входами, которые подключены на ключи управления расположенные на посту. Для

вывода сигналов есть один модуль SM 322, обеспечивающий включение индикации на посту.

В машинном зале станция ET 200M состоит из одного интерфейсного модуля IM 153, который так же подключен к коммуникационному процессору CP 443-1 электрическим кабелем, поддерживающий технологию передачи данных Profibus-DP. Для ввода информации с хода балок, фотоголовок и датчиков стрелок печей будем использовать один сигнальный модуль SM 321. Вывод сигналов для управления упорами разгона заготовок, печными рольгангами, приводами и прижимами трайбаппаратов, скоростными рольгангами и приводами стрелок, необходимо два сигнальных модуля SM 322.

В каждом из вводных или выводных проводников один из них является общим плюсом для сигнальных модулей SM 321 и минус для сигнальных модулей SM 322.

4.7 Разработка электрической принципиальной схемы подключения

Для разработки электрической принципиальной схемы подключения, рассмотрим схемы подключения отдельных компонентов проектируемой системы и их условно-графические изображения. Так же сразу будем присваивать обозначение каждого из элементов.

4.7.1 Блок питания PS 407 10A

Присвоим обозначение блоку питания –A1.1. Установку будем производить с первой стойки Rack1, в Slot1. Блок питания занимает два слота.

Питание переменным напряжением 220В. с частотой 50 Гц., будет производиться с внешнего источника. Подключение фазного провода производим на клемму L, нулевого на N и заземляющего на PE. Блок питания отдаёт напряжение на посаженную монтажную стойку UR2.

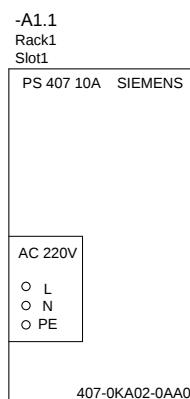


Рисунок 26 – УГО PS 407 10A

4.7.2 Центральный процессор CPU 414-2

Обозначаем процессор на схеме –A1.3. Крепим на монтажную стойку Rack1 в Slot3. Питание центрального процессора и передача данных производится через монтажную стойку UR2.

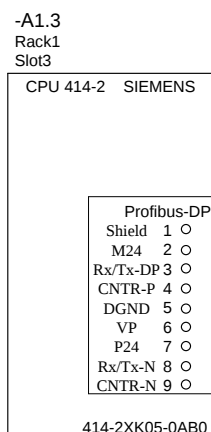


Рисунок 27 – УГО CPU 414-2

Для передачи данных по технологии Profibus-DP, подключаем электрический кабель типа витая пара к зажимам 3 и 8. Экран кабеля подключаем на первую клемму. Далее кабель подключается на каждый интерфейсный модуль в машинном зале и на ПУ-14.

4.7.3 Коммуникационный процессор CP 443-1

Обозначаем коммуникационный процессор на схеме –A1.4. Крепление производим на Rack1 в Slot4.

Питание и передача данных происходит по через монтажную стойку UR2.

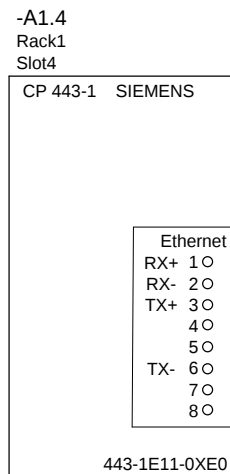


Рисунок 28 – УГО CP 443-1

Для передачи данных по технологии Ethernet, подключаем сетевой кабель к контактам 1,2,3 и 6. Далее кабель подключается на рабочую станцию.

4.7.4 Блок питания PS 307 2A

Блок питания предназначен для питания постоянным напряжением 24 вольта интерфейсного модуля ИМ и сигнальных модулей SM.

Его УГО изображено на рисунке 29.

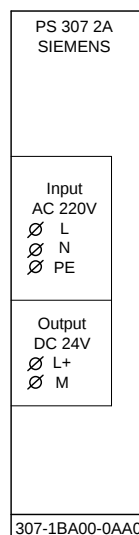


Рисунок 29 – УГО PS 307 2A

К клеммам L и N подключается переменное напряжение 220 вольт, так же необходимо подключить заземление к PE. Выходное постоянное напряжение 24 вольта снимается с клемм L+ (плюс) и M (минус).

4.7.5 IM Интерфейсный модуль 153-1

Интерфейсный модуль нужен для связи с центральным процессором и передачи данных с помощью технологии Profibus-DP. УГО интерфейсного модуля изображено на рисунке 30.

IM 153-1 SIEMENS
Profibus-DP Shield 1 Ø M24 2 Ø Rx/Tx-DP 3 Ø CNTR-P 4 Ø DGND 5 Ø VP 6 Ø P24 7 Ø Rx/Tx-N 8 Ø CNTR-N 9 Ø
Input DC 24V L+ Ø M Ø
414-2XK05-0AB0

Рисунок 30 – УГО IM 153-1

К интерфейсному модулю подключается напряжение питания 24 вольта с блока питания с помощью проводов на клеммы L+ (плюс) и M (минус). Связь с контроллером осуществляется специальным кабелем для передачи данных технологией Profibus-DP, задействованы контакты 1, 3 и 8. Подключение к сигнальным модулям осуществляется с помощью сигнальной шины, подключаемой к задней части модуля.

4.7.6 Сигнальный модуль SM321

Сигнальный модуль SM321 предназначен для сбора информации для последующей передачи и обработке их в контроллере. К сигнальному модулю возможно подключить до 16-ти однобитных сигналов. УГО модуля изображено на рисунке 31.

SM 321 SIEMENS	
DI 16 x DC 24V	0.0 Ø
	0.1 Ø
	0.2 Ø
	0.3 Ø
	0.4 Ø
	0.5 Ø
	0.6 Ø
	0.7 Ø
	1.0 Ø
	1.1 Ø
	1.2 Ø
	1.3 Ø
	1.4 Ø
	1.5 Ø
	1.6 Ø
	1.7 Ø
	Input DC 24V L+ Ø M Ø
321-1BH02-0AA0	

Рисунок 31 – УГО SM 321

Для работы модуля, необходимо подключить питание постоянным напряжением 24 вольта к зажимам L+ и M. Соединение с сигнальным модулем производится посредством П-образной перемычки. Далее этой же перемычкой последовательно соединяются и последующие модули.

Подача сигналов на информационные входы производится положительным напряжением, коммутируемым различными устройствами.

4.7.7 Сигнальный модуль SM 322

Сигнальный модуль SM322 предназначен для вывода однобитной информации в количестве до 16-ти сигналов. УГО модуля изображено на рисунке 31.

SM 322 SIEMENS	
DO 16 x DC 24V/0.5A	0.0 Ø
	0.1 Ø
	0.2 Ø
	0.3 Ø
	0.4 Ø
	0.5 Ø
	0.6 Ø
	0.7 Ø
	1.0 Ø
	1.1 Ø
	1.2 Ø
	1.3 Ø
	1.4 Ø
	1.5 Ø
	1.6 Ø
	1.7 Ø
	Input DC 24V L+ Ø M Ø
322-1BH01-0AA0	

Рисунок 31 – УГО SM 322

Для работы модуля, необходимо подключить питание постоянным напряжением 24 вольта к зажимам L+ и M. Соединение с сигнальным модулем производится посредством П-образной перемычки. Далее этой же перемычкой последовательно соединяются и последующие модули.

Вывод сигналов происходит с выводных клемм модуля в виде положительного потенциала +24 вольта, где общим минусом является клемма M. .

4.7.8 Кнопка без фиксации

На пульту управления ПУ-14 будем подключать имеющиеся кнопки типа ИЭК "Грибок" АЕА22. Внешний вид и УГО кнопки показаны на рисунке 32.

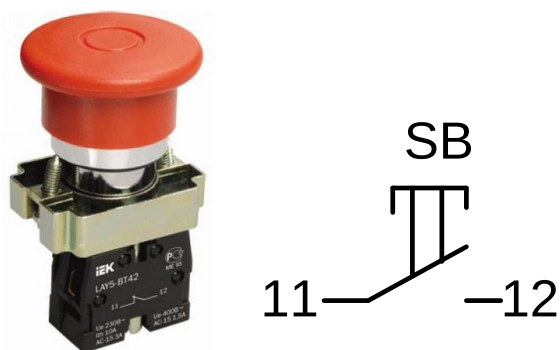


Рисунок 32 – Кнопка без фиксации и её УГО

Подключение сигнальных модулей входов к кнопке производится к зажимам контактов 11 и 12, полярность подключения не имеет значения.

4.7.9 Ключ управления

Так же на пульту управления будем использовать имеющиеся ключи управления типа DH10-A730-600-G211 к модулям входных сигналов. внешний вид ключа управления и его УГО изображены на рисунке 33.



Рисунок 33 – Ключ управления и его УГО

Подключение к ключу производится посредством контактных групп 1-2; 3-4 и так далее, в зависимости от количества контактов используемых ключей. Полярность подключения так же не имеет значения.

4.7.10 Реле оптопара

Для гальванической развязки сигнальных модулей от схем управления силовых электроустановок и подключения прочих входных сигналов будем применять используемые в цехе реле оптопары на входное-выходное напряжение 24V DC, силой тока 0,5A фирмы Finder. Каждое устройство управления имеет напряжение управления 24В постоянного напряжения, поэтому нам они подходят для проектирования проекта.

Внешний вид реле оптопары и его УГО изображены на рисунке 34.

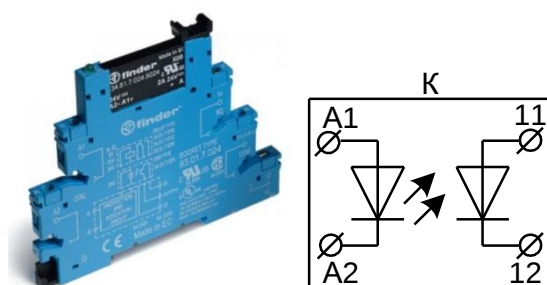


Рисунок 34 – Оптопара и её УГО

Входные клеммы реле оптопары – зажимы A1 и A2, выходные – 11 и 12. Подключение клемм оптопары имеют полярность: контакты A1 и 11 - подключаются к плюсу, а A2 и 12 к минусу. Выходные клеммы 11 и 12 начинают пропускать ток, когда к входным зажимам A1 – A2 приложено постоянное напряжение 24В.

4.8 Настройка и конфигурирование оборудования в Simatic Step7

Simatic Step 7 — программное обеспечение фирмы Siemens для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300/S7-400/M7/C7 и WinAC.

С помощью этой программы выполняется комплекс работ по созданию и обслуживанию систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300 и Simatic S7-400 фирмы Siemens. В первую очередь это работы по программированию контроллеров. Программируемый логический контроллер, ПЛК — это микропроцессорное устройство, предназначенное для управления технологическими процессами в промышленности. Принцип работы ПЛК заключается в обработке по прикладной программе пользователя данных с модулей входов (сигналов от подключенных датчиков) и последующей выдачей управляющих сигналов, посредством модулей выходов и модулей связи, обеспечивающих подключение исполнительных устройств. В основе работы лежит концепция проекта, под которым понимается комплексное решение задачи автоматизации, включая несколько взаимосвязанных контроллеров на базе физических микроконтроллеров, соединяющие их сети и системы человеко-машинного интерфейса. Работу с проектом в целом обеспечивает главная утилита Step 7 — Simatic Manager. Step 7 позволяет производить конфигурирование программируемых логических контроллеров и сетей (утилиты HWConfig и NetPro). В процессе конфигурирования определяется состав оборудования в целом, разбиение на модули, способы подключения, используемые сети, выбираются настройки для используемых модулей. Система проверяет правильность использования и подключения отдельных компонент. Завершается конфигурирование загрузкой выбранной конфигурации в оборудование, что по сути является настройкой оборудования. Утилиты конфигурирования позволяют осуществлять диагностику оборудования, обнаруживать аппаратные ошибки или неправильный монтаж оборудования. Программирование контролл

леров производится редактором программ, обеспечивающим написание программ на трех языках:

LAD — язык релейно-контактной логики;

FBD — язык функциональных блочных диаграмм;

STL — язык списка инструкций.

Первым этапом настройки является конфигурирование аппаратных средств, посредством утилиты “Hardware Configuration”.

Согласно выше выбранному оборудованию, набираем его в программе и делаем необходимые соединения.

Далее настраиваем адреса модулей, присваиваем байты, согласно таблицам 1, 2, 3 и 4. В итоге получаем такую конфигурацию:

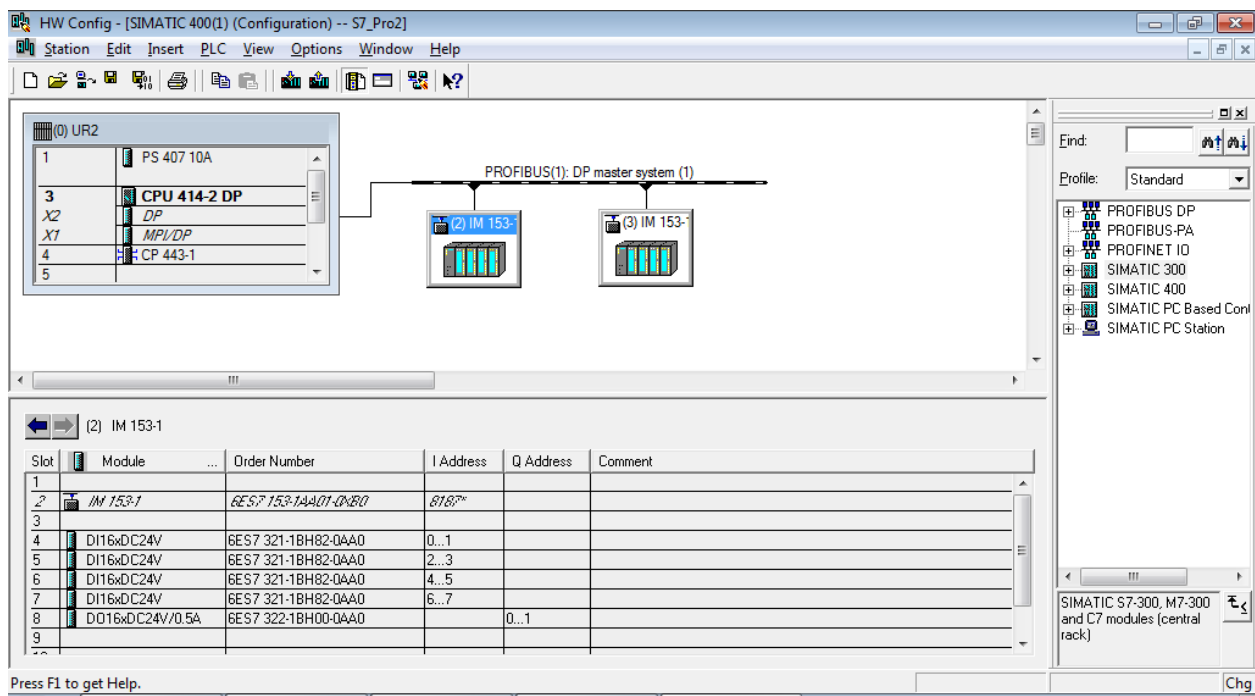


Рисунок 35 – Конфигурирование аппаратных средств

При написании программ в Step7 принято применять символьную адресацию. Создаём в пакете программы символьную таблицу (Symbol Table) и заносим в неё значения и адреса с ранее составленных таблиц 1, 2, 3 и 4. Необходимо точно соблюдать адреса.

Statu	Symbol	Address	Data type	Comment
1	SFF1 (1)	I 0.0	BOOL	Упор разгона заготовок печи1 включен
2	SFF1 (2)	I 0.1	BOOL	Упор разгона заготовок печи1 отключен
3	S8	I 0.2	BOOL	Затребование заготовки печи1
4	SFF2 (1)	I 0.3	BOOL	Ход балок печи1 включен
5	SFF2 (2)	I 0.4	BOOL	Ход балок печи1 отключен
6	SFF3 (1)	I 0.5	BOOL	Печной рольганг печи1 вперед
7	SFF3 (2)	I 0.6	BOOL	Печной рольганг печи1 автоматика
8	SFF3 (3)	I 0.7	BOOL	Печной рольганг печи1 отключен
9	SFF3 (4)	I 1.0	BOOL	Печной рольганг печи1 назад
10	SFF4 (1)	I 1.1	BOOL	Привод ТА-32 печи1 включен
11	SFF4 (2)	I 1.2	BOOL	Привод ТА-32 печи1 отключен
12	SFF5 (1)	I 1.3	BOOL	Прижим ТА-32 печи1 включен
13	SFF5 (2)	I 1.4	BOOL	Прижим ТА-32 печи1 отключен
14	SFF6 (1)	I 1.5	BOOL	Скоростной рольганг печи1 вперед
15	SFF6 (2)	I 1.6	BOOL	Скоростной рольганг печи1 автоматика
16	SFF6 (3)	I 1.7	BOOL	Скоростной рольганг печи1 отключен
17	SFF6 (4)	I 2.0	BOOL	Скоростной рольганг печи1 назад
18	SFF7 (1)	I 2.1	BOOL	Привод ТА-40 печи1 включен
19	SFF7 (2)	I 2.2	BOOL	Привод ТА-40 печи1 отключен
20	SFF8 (1)	I 2.3	BOOL	Прижим ТА-40 печи1 включен
21	SFF8 (2)	I 2.4	BOOL	Прижим ТА-40 печи1 отключен
22	SFF9 (1)	I 2.5	BOOL	Стрелка печи1 направо
23	SFF9 (2)	I 2.6	BOOL	Стрелка печи1 автоматика
24	SFF9 (3)	I 2.7	BOOL	Стрелка печи1 отключено
25	SFF9 (4)	I 3.0	BOOL	Стрелка печи1 налево

Рисунок 36 – Таблица символьной адресации

Для написания программы, заходим в блок редактирования. Написание программы произведем с ранее описанным алгоритмом работы механизмов. Так же будем пользоваться таблицами 1, 2, 3 и 4.

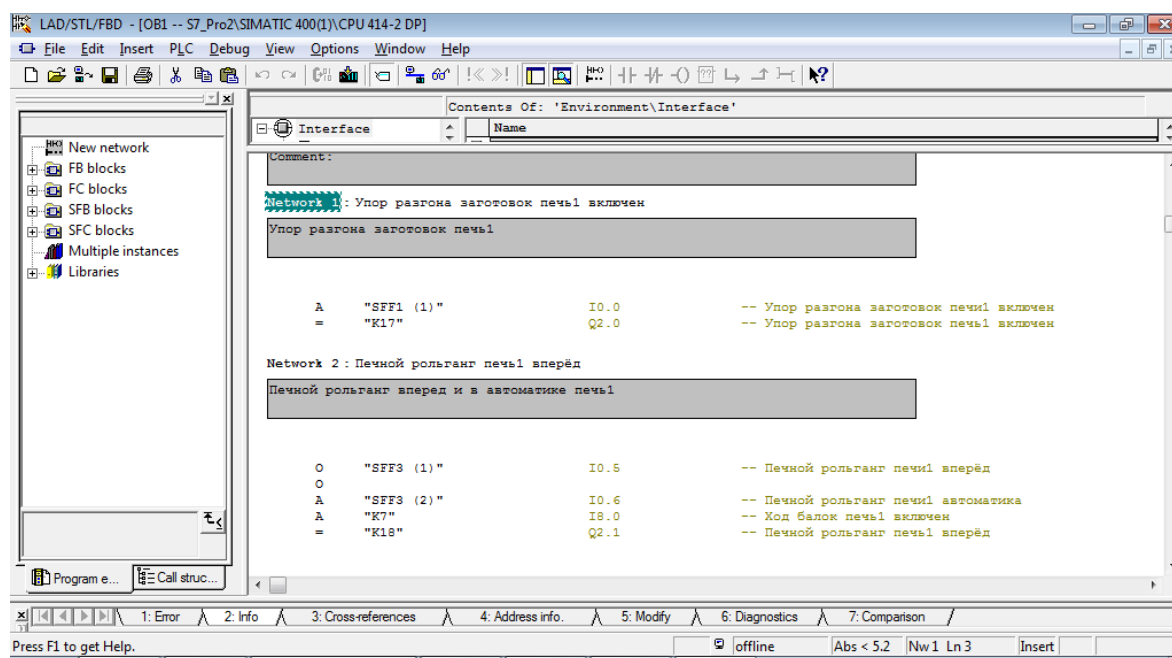


Рисунок 37 – Написание программы

Программа написана на языке STL – Statement List (список операторов) – язык, подобный ассемблеру.

После создания выполнения вышенаписанных действий, производится сохранение проекта в памяти компьютера (программатора). Для работы проекти-

руемого электронного оборудования, необходимо с помощью подключенного программатора к контроллеру, загрузить составленную конфигурацию оборудования и программу.

4.9 Создание человеко-машинного интерфейса

Для визуализации процесса, создания человеко-машинного интерфейса, будем использовать специальную программу для контроллеров фирмы Siemens – Simatic WinCC.

Simatic WinCC (Windows Control Center) — система HMI, программное обеспечение для создания человеко-машинного интерфейса, составная часть семейства систем автоматизации Simatic, производимых компанией Siemens AG. Работает под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows.

Установку программы будем производить на имеющийся персональный компьютер находящийся на посту управления, предназначенный для ведения технической, сменной документации, сдачи экзаменов и тестов по рабочей специальности. Подключение рабочей станции производится посредством сетевого кабеля к коммуникационному процессору CP 443-1.

Компьютер имеет следующие основные аппаратные характеристики:

- CPU Dual Core-CPU; 3,5 GHz.;
- RAM 4 GByte;
- OC Windows XP Professional 32-Bit;
- HDD 250 Gb;
- Lan 100 Мбит/с.

Имеющиеся аппаратные характеристики имеющегося компьютера, полностью удовлетворяют установке и работе WinCC, которой необходимы такие минимальные требования для однопользовательского режима:

- OC Windows XP; 7; 8.1; Server 2008; Server 2012; 32 Bit / 64 Bit;
- CPU 2,4 GHz;
- RAM 2 GByte;

- HDD 1,8 Gb;
- Lan 10 Мбит/с.

Окна визуализации, создаём в WinCC Graphics Designer (Графический дизайнер WinCC) – он является векторно-ориентированной программой для рисования.

На мнемосхеме отобразим самые необходимые элементы, такие как – время выдачи заготовок для каждой печи; счёт заготовок с уменьшением, увеличением и сбросом счёта; визуализация работы печей, рольгангов, фотодатчиков (фотоголовок), ТА, индикация технологической сигнализации, стрелки. Готовое окно, изображено на рисунке 38.

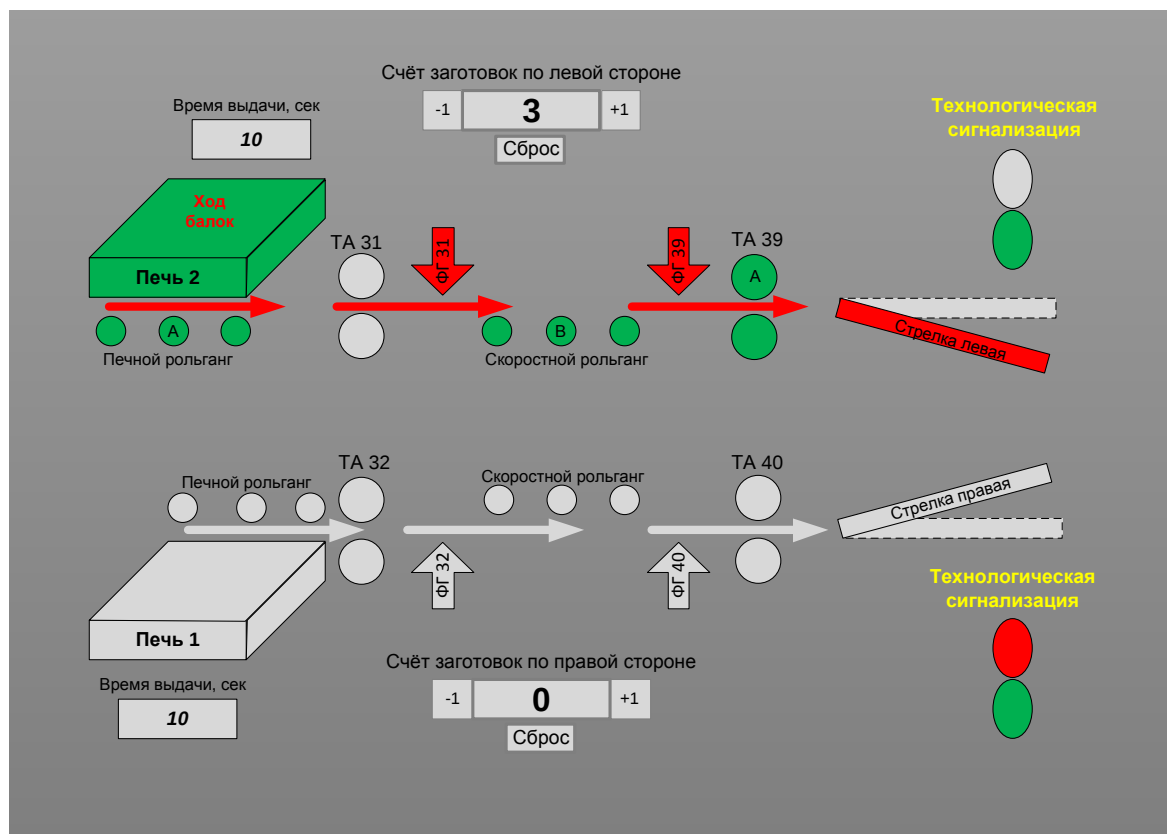


Рисунок 38 – Визуализация технологического процесса

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

5.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляем полный перечень проводимых работ, определяем их исполнителей и рациональную продолжительность. Наглядный результат планирования работ представим линейным графиком реализации проекта.

Далее будем использовать сокращенные обозначения: НР – научный руководитель; И – инженер, исполнитель НИР (ВКР).

Таблица 6

Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители\ Загрузка исполнителей	
	НР	И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	100%	10%
Составление и утверждение ТЗ	100%	30%
Подбор и изучение материалов по тематике	30%	100%
Разработка календарного плана	50%	100%
Проектирование структурной схемы	20%	100%
Проектирование функциональной схемы	20%	100%
Проектирование принципиальной схемы	20%	100%
Компоновка материала	100%	60%
Оформление расчетно-пояснительной записки	0	100%
Оформление графического материала	0	100%
Подведение итогов	60%	100%

5.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществим опытно-статистическим методом, экспертным способом. Этот способ предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами предметной области, опирающихся на профессиональный опыт и эрудицию.

Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$, применим формулу:

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

где: $t_{\min}$ – минимальная продолжительность работы, дни;
 $t_{\max}$ – максимальная продолжительность работы, дни.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (2)$$

где: $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;
 $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;
 $K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (3)$$

где: $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);
 $T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);
 $T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

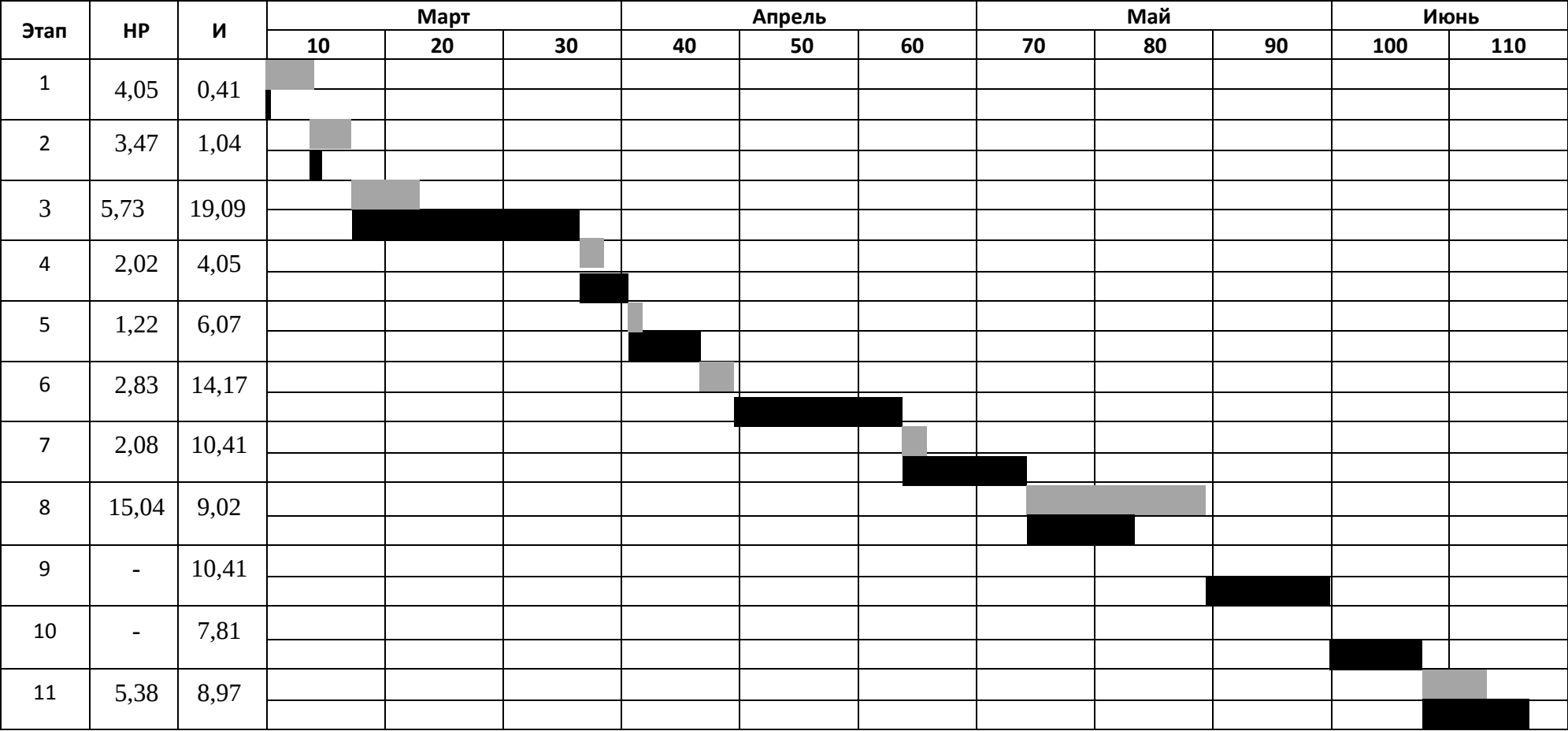
Таблица 7

Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР, И	2	4	2,8	3,36	0,34	4,05	0,41
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2	3	2,4	2,88	0,86	3,47	1,04
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12	15	13,2	4,75	15,84	5,73	19,09
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	1,68	3,36	2,02	4,05
Проектирование структурной схемы	НР, И	3	6	4,2	1,01	5,04	1,22	6,07
Проектирование функциональной схемы	НР, И	7	14	9,8	2,35	11,76	2,83	14,17
Проектирование принципиальной схемы	НР, И	6	9	7,2	1,73	8,64	2,08	10,41
Компоновка материала	НР, И	8	14	10,4	12,48	7,49	15,04	9,02
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6	9	7,2	0	8,64	0	10,41
Оформление графического материала	И	5	6	5,4	0	6,48	0	7,81
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,38	8,97
Итого:				71,6	34,7	75,89	41,82	91,45

Таблица 8

Линейный график работ



НР – ; И – .

5.1.2 Расчёт накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- ТР_{общ.} – общая трудоемкость проекта;
- ТР_i (ТР_k) – трудоемкость i-го (k-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- ТР_{iH} – накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;
- ТР_{ij} (ТР_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в нашем примере m = 2.

Степень готовности определяется формулой (4)

$$СГ_i = \frac{ТР_i^H}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i ТР_k}{ТР_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m ТР_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m ТР_{km}}. \quad (4)$$

Применительно к таблице (2) величины $ТР_{ij}$ ($ТР_{kj}$) находятся в столбцах (6, j = 1) и (7, j = 2). ТР_{общ.} равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Пример расчета ТР_i (%) и СГ_i (%) на основе этих данных содержится в таблице (4).

Таблица 9

Наращение технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	ТР _i , %	СГ _i , %
Постановка целей и задач, получение исходных данных	3,34	3,34
Составление и утверждение ТЗ	3,39	6,73
Подбор и изучение материалов по тематике	18,62	25,35
Разработка календарного плана	4,56	29,91
Проектирование структурной схемы	5,47	35,37
Проектирование функциональной схемы	12,76	48,13
Проектирование принципиальной схемы	9,38	57,51

Компоновка материала	18,11	75,56
Оформление расчетно-пояснительной записки	7,81	83,38
Оформление графического материала	5,86	89,24
Подведение итогов	10,76	100

5.2 Расчёт сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

5.2.1 Расчёт затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования.

Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов.

Таблица 10

Расчёт затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера «Снегурочка»	240	1 шт.	240
Картриджи для струйного принтера EPSON	560	1 комплект	560
Канцелярские принадлежности	120	1 комплект	120
Итого			920
ТРЗ 5%			46
Итого с ТРЗ			966

5.2.2 Расчёт заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата (ЗП_{дн-т}) рассчитывается по формуле:

$$\text{ЗП}_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 24,83 \quad (5)$$

учитывающей, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 24,83 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Для полного учета зарплаты в составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используем коэффициент при шестидневной рабочей неделе равный: $K_{и} = 1,699$.

Таблица 11

Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 162,87	1335,6	35	1,699	79 421,28
И	20 000	805,48	76	1,699	104 006,44
Итого:					183 427,72

5.2.3 Расчёт затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3$.

$$C_{\text{соц.}} = 183\,427,72 \cdot 0,3 = 55\,028,32 \text{ руб.}$$

5.2.4 Расчёт затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \quad (6)$$

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

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

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

Тариф за электроэнергию в АО «ЕВРАЗ Объединённый Западно-Сибирский Metallургический Комбинат» компанией ОАО «Кузбассэнерго-сбыт» равен 5,5 руб/квт.ч с НДС.

Таблица 12

Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $Э_{\text{об}}$, руб.
Ноутбук	607,2*0,7	0,1	233,77
Принтер струйный	28	0,1	15,4
Итого:			249,17

5.2.5 Расчёт амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используем формулу:

$$C_{AM} = \frac{H_A * C_{OB} * t_{рф} * n}{F_D}, \quad (7)$$

где: H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

C_{OB} – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования.

Таблица 13

Амортизация на используемое оборудование

Наименование оборудования	Процент износа, H_A	Стоимость оборудования, $C_{об}$ (руб.)	Время работы оборудования $t_{рф}$, (час.)	F_D (час.)	Сумма отчислений (руб.)
Ноутбук	0,4	16 500,00	607,2	2384	1 681,01
Принтер струйный	0,5	24 600,00	28	500	688,80
Итого:					2 369,81

5.2.6 Расчёт расходов, учитываемых непосредственно на основе платёжных (расчётных) документов (кроме суточных)

Услуги сотовой связи: 580,00 рублей;

Транспортные расходы: 1030,00 рублей.

$C_{НР} = 580,00 + 1030,00 = 1610,00$ рублей

5.2.7 Расчёт прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч.} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам} + C_{НР}) \cdot 0,1$$

$$C_{\text{проч.}} = (966,00 + 183\,427,72 + 55\,028,32 + 249,17 + 6\,369,81 + 1\,610) * 0,1 \\ = 24\,765,10 \text{ руб.}$$

5.2.8 Расчёт общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Модернизации автоматизированной системы управления разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1».

Таблица 14

Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	966,00
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	183 427,72
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	55 028,32
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	249,17
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	6 369,81
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	1 610,00
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	24 765,10
Итого:		272 416,12

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 272\,416,12$ руб.

5.2.9 Расчёт прибыли

Прибыль от реализации проекта составляет 54 483,22 рублей (20%) от расходов на разработку.

5.2.10 Расчёт НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это: $(272\,416,12 + 54\,483,22) * 18\% = 58\,41,88$ руб.

5.2.11 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$Ц_{НИР(КР)} = 272\,416,12 + 54\,483,22 + 58\,841,88 = 385\,741,22 \text{ руб.}$$

Так же для реализации проекта, необходимо приобрести оборудование, которое представим в таблице 15

Таблица 15

Необходимое оборудование для реализации проекта

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Блок питания PS 407	53 210	1 шт.	53 210
Контроллер SIMATIC S7-400, CPU 416-2	278 290	1 шт.	278 290
Коммуникационный процессор CP 443-1	170 000	1 шт.	170 000
Блоки питания PS 307	15 640	2 шт.	31 280
Интерфейсные модули ET200M IM 153-1	22 610	2 шт.	45 220
Сигнальные Модули SM 321: 16 дискретных входов	61 285	6 шт.	367 710
Сигнальные Модули SM 322: 16 дискретных выходов =24В/0.5А	72 080	6 шт.	432 480
Сетевой терминал PROFIBUS (RS485)	11 730	2 шт.	23 460
Монтажные элементы	8 500	-	8500
Шкаф технологический	9 750	1 шт.	9 750
Кабель оптический	17 690	1 бухта	17 590
Итого оборудования:			1 437 490
ТЗР (15%)			215 623,50
Итого:			1 653 113,5

5.3 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта.

5.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данным показателям определим продолжительность периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше **PP**, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций. Воспользуемся формулой:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}}, \quad (8)$$

где: I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

Необходимые данные для расчёта:

Средний простой в месяц – 10 минут.

Средняя цена продаваемого проката – 45 000 руб./мин.

Упущенная прибыль – $45\,000 * 20\% = 9\,000$ руб./мин.

Итого упущенная выгода за месяц – $9\,000 * 10 = 90\,000$ руб.

Итого упущенная выгода за год – 1 080 000 руб.

Общая стоимость реализации проекта будет состоять из:

Цена разработки НИР - 385 741,22 рублей;

Цена необходимого оборудования – 1 653 113,5 рублей.

Итого стоимость реализации проекта – 2 038 827,72 рубля.

$PP = 2\,038\,827,72 / 1\,080\,000 = 1,89$ года.

Окупаемость предложенного проекта не должна превысить 1-го года и 11-ти месяцев.

5.3.2 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

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

$$K_{\text{НТУ}} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \quad (9)$$

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

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

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

Таблица 16

Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Относительно новая	4	Предлагаемая система к модернизации уже используется в цехе на других участках
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	8	Предлагаемая бесперебойная работа до 5-ти лет, исключение поломок, возможность резервирования.
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Сравнительно не большое инвестирование для предприятия

Посчитаем интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта:

$$I_{\text{НТУ}} = 0,4 \cdot 4 + 0,1 \cdot 8 + 0,5 \cdot 10 = 1,6 + 0,8 + 5 = 7,4$$

Таблица 17

Научно-технический уровень

Уровень НТУ	Показатель НТУ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Таким образом, исходя из таблицы 17, данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

6 Социальная ответственность

Аннотация

В современных условиях развития рыночных отношений, любой организации, стремящейся занять лидирующие позиции и оказывать существенное влияние на процессы, протекающие в обществе, необходимо учитывать, что большинство ведущих компаний, не зависимо от сферы деятельности, сформировало собственную политику социальной ответственности, которая, во многом, определяет ее конкурентное преимущество в рыночной среде. В общем смысле социальная ответственность предполагает выполнение организациями социальных обязательств, предписываемых их социальным долгом перед работниками, потребителями и обществом в целом, а также готовность неукоснительно нести соответствующие обязательные и необязательные расходы на социальные нужды сверх пределов, установленных налоговым, трудовым, экологическим и иным законодательством, исходя не из требований закона, а по моральным, этическим соображениям [24].

Введение

В ВКР предлагается модернизация существующего релейного электрооборудования на программируемые логические контроллеры на мелкосортном стане 250-1 сортопрокатного цеха АО ЕВРАЗ объединённый «Западно-Сибирский Металлургический Комбинат». Это позволит улучшить и облегчить работу технологического персонала, оператора; увеличить отказоустойчивость системы автоматического управления в целом, упростить поиск и устранение неисправностей обслуживающего персонала.

Замена ручного труда машинным влияет на многие социальные факторы, такие как – сокращение физического ручного труда, рост профессиональной квалификации, повышение привлекательности труда. В каждом конкретном случае лучшие те, которые в наибольшей степени определяют эффективность механизации труда.

Автоматизация трудовых функций, выражающаяся в автоматическом выполнении отдельных приемов оборудованием, устраняет из содержания трудового процесса часть циклически повторяющихся элементов работы, упрощает трудовое содержание технологических операций и приводит к снижению содержательности труда рабочих, непосредственно осуществляющих производственный процесс [13].

6.1 Производственная безопасность

6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов обслуживающего и эксплуатирующего персоналов автоматизированной системы

Производственные факторы согласно ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на опасные и вредные. Опасным производственным фактором называется фактор, воздействие которого приводит к травме или резкому ухудшению здоровья. Вредным производственным фактором является фактор, воздействие которого приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

Проектируемое к установке электронное оборудование – программируемый логический контроллер, удаленные модули, преобразователей сред, не наносят вредного воздействия на обслуживающий и эксплуатирующий персонал. Однако, стоит помнить, что оборудование находится под напряжением, требуя к себе аккуратного, бережного и правильного отношения. При ремонте и эксплуатации оборудования, необходимо соблюдать общепринятые меры электробезопасности. В итоге, опасный фактор, который создаёт объект исследования – это удар электрическим током.

6.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследования

Расположение планируемого оборудования будет на посту управления и в машинном мелкосортного стана 250-1.

Возможные опасные и вредные факторы при эксплуатации и обслуживании автоматизированной системы разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1 представим в виде таблицы.

Таблица 18

Опасные и вредные факторы при эксплуатации и обслуживании системы

Источник фактора, наименование работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Эксплуатация автоматизированной системы 2. Обслуживание автоматизированной системы	1. Повышенная (пониженная) температура 2. Вибрация 3. Не равномерное освещение 4. Шум	1. Поражение электрическим током	1. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [7] 2. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96 [8] 3. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий СН

			2.2.4/2.1.8.566 [9] 4. Естественное и искусственное освещение. СП 51.13330.2011 [10] 5. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [11]
--	--	--	---

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 значения температуры, влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести выполняемой работы, величины избытков явного тепла, выделяемого в помещении, и периода года.

В таблице приведём оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (категория труда Ia: легкая, энергозатраты до 139 Вт).

Таблица 19

Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
Холодный	22-24	20-25	21-25	19-26	60-40	15-75	0,1	0,1
Теплый	23-25	21-28	22-26	20-29	60-40	15-75	0,1	0,1-0,2

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

Проходя через организм, электрический ток производит следующие действия:

- термическое (проявляется в нагреве тканей, вплоть до ожогов отдельных участков тела, перегрева кровеносных сосудов и крови, что вызывает в них серьезные функциональные нарушения);
- электролитическое (вызывает разложение крови и плазмы, значительные нарушения их физико-химических составов и тканей в целом);
- биологическое (выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что может сопровождаться произвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышц сердца и легких).

Любое из этих действий тока может привести к электротравмам, которые условно можно свести к двум видам: местным электротравмам и общим электротравмам (электрическим ударам).

Степень опасного и вредного воздействий на человека электрического тока, электрической дуги зависит от рода и величины напряжения и тока, частоты электрического тока, пути прохождения тока через тело человека, продолжительности воздействия на организм человека, условий внешней среды.

Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение также влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело человека.

Значение тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его действие. Человек начинает ощущать протекающий через него ток промышленной частоты (50 Гц) относительно малого значения: 0,6-1,5 мА. Этот ток называется пороговым ощутимым током.

Ток 10-15 мА (при 50 Гц) вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии, т.е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, не может отбросить провод от себя и оказывается как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется пороговым не отпускающим.

При 25-50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. При длительном воздействии этого тока - в течение нескольких минут - может наступить смерть вследствие прекращения работы легких.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние также и на мышцу сердца; при длительности протекания более 0,5 с такой ток может вызвать остановку или фибрилляцию сердца, т. е. быстрые хаотические и разновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает работать как насос. В результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть. Этот ток называется фибрилляционным.

Нормативным документом, устанавливающим допустимый уровень напряжения, является ГОСТ 12.1.038-82.

При нормальном (неаварийном) режиме напряжение прикосновения и токи, протекающие через тело человека, не должны превышать: напряжение — не более 2,0 В; сила тока — не более 0,3 мА.

Предельно допустимое время прикосновения к источнику напряжения при аварийном режиме (для тока частотой 50 Гц) не должно превышать значений, указанных в таблице 20.

Таблица 20

Предельно допустимое время прикосновения к источнику напряжения

Уровень напряжения, В	220	200	100	70	55	50	40	35	30	25	25	12
Предельно допустимое время воздействия, сек.	0,01- 0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	>1

Вибрация — механические колебания, вызываемые работающим оборудованием, механизированными инструментами, транспортом.

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный.

Основные параметры, характеризующие вибрацию:

- амплитуда смещения — наибольшее отклонение колеблющейся точки от положения равновесия (м или мм);

- колебательная скорость (м/с);

- колебательное ускорение (м/с²); частота колебания (Гц). При частоте больше 16-20 Гц вибрация сопровождается шумом.

В таблице 21, приведены уровни вибраций допустимые по нормам СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [21].

Таблица 21

Допустимые уровни вибраций

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	2	4	8	16	31,5	63
Уровни виброскорости	79	73	67	67	67	67
Уровни виброускорения	25	25	25	31	37	43
Уровни вибросмещения	133	121	109	103	97	91

Неудовлетворительное освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Неправильное освещение часто является причиной травматизма (плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них). Правильно организованное освещение создает благоприятные условия, снижающие утомляемость, уровень производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на производстве в значительной мере зависят от условий освещения. От освещения зависят также производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2011 [22].

Работа эксплуатирующего персонала происходит на посту управления без света, для удобного и не напрягающего глаз слежения за работой механизмов на стане. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки. Местное освещение должно быть 300 лк.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Коэффициент запаса (K_z) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4.

Для внутренней отделки помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения от потолка - 0,7 - 0,8; для стен 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5. Полимерные материалы для внутренней отделки должны быть разрешены для применения органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России.

На рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин уровень шума не должен превышать 75 дБА.

Допустимые уровни звука на рабочих местах нормируются по ГОСТ 12.1.003-83. Значения допустимых уровней шума приведены в таблице 22.

Таблица 22

Допустимые уровни шума

Объект	Общий уровень звука, дБ	Уровни звукового давления, дБ в среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постоянное рабочее место: 1) при воздействии до 6 ч 2) при воздействии до 12 ч	80	95	87	82	78	75	73	71	69
	86	101	93	88	81	79	77	75	

6.1.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Эксплуатация и обслуживание автоматизированной системы невольно связана с применением электрооборудования, работающего от электрического напряжения опасного уровня 220 вольт с частотой 50 Гц. Защитой от этого опасного воздействия служат – защитные оболочки; заземления; зануления; расположение кабеля и провода в недоступных для работающего местах, удаленных от нагретых деталей и острых кромок оборудования; правильная работа с таким оборудованием.

Регулировать значения физических параметров воздуха можно путём подвода или отвода тепла или влаги и замены загрязнённого воздуха чистым. Таким образом, для создания благоприятных условий труда необходимо оборудовать помещения комплексами технических средств, обеспечивающих постоянство заданных параметров воздуха. Это системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Для нормализации параметров воздушной среды одним из самых распространенных методов является вентиляция производственных помещений, заключающаяся в удалении из помещений загрязненного и нагретого воздуха и подаче в него чистого, свежего. Дополнительно используются местные вентиляторы – для охлаждения электроники и вспомогательных устройств.

Для повышения влажности воздуха в помещениях следует применять увлажнители воздуха, ежедневно заправлять их дистиллированной или кипяченой водой.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные, воздушные и панельно-лучевые системы центрального отопления. Поддержание температуры воздуха в рабочей зоне в нужных пределах осуществляется путем правильного использования и содержания в исправном состоянии систем отопления и вентиляции помещений.

Шумящее оборудование, уровни шума которого превышают нормированные, находится вне поста с персоналом. Для снижения уровня шума используются звукопоглощающие материалы с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63-8000 Гц для отделки помещений (разрешенных органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России), подтвержденных специальными акустическими расчетами. Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения.

Освещение применяемое в цехе искусственное, и по большому счёту не равномерное, так как стан представляет собой огромную территории, вследствие чего возникает утомление глаз. Для предотвращения этого вредного фактора, на стане производят ежемесянный контроль освещения с последующей заменой вышедших из строя осветительных приборов. Возможно максимальное применение одного типа осветительных приборов, для более равномерного освещения.

Возникновение шума на стане связано с работой основного и вспомогательного технологического оборудования. Для предотвращения этого вредного производственного фактора выдаются противозумные вкладыши. Также происходит ежемесянный контроль работы оборудования для предотвращения шума, который чаще всего возникает с поломками механического оборудования.

Перечень опасностей и рисков, существующих в цехе, пересматривается и утверждается не реже одного раза в год. Весь персонал по должностям должен быть ознакомлен с опасностями и рисками, существующими на рабочих местах и соблюдать меры безопасности, направленные на управление рисками [14].

На основании «Типовых отраслевых норм» (приказ №643 от 12.09.2011г. приложение №1, дополнение – приказ №292 от 27.03.2012г.) обслуживающим и эксплуатирующим электрооборудование работникам выдается [15]:

Таблица 23

Перечень выдаваемой спецодежды и СИЗ

№ п/п	Наименование спец. одежды, спец. обуви и СИЗ	Норма выдачи на год (кол-во единиц или комплектов)
1	Перчатки трикотажные с полимерным покрытием	1 пара на месяц
2	Ботинки кожаные с жестким подноском	1 пара на год
3	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий	1 на год
4	Футболка хлопчатобумажная	1 на полгода
5	Очки защитные	до износа
6	Каска защитная	1 на 3 года
7	Подшлемник под каску	1 на год

8	Вкладыши противошумные	до износа
9	Респиратор	до износа
10	Жилет сигнальный	1 на год
Для работы зимой дополнительно		
12	Костюм из смешанных тканей на утепляющей прокладке	1 на 2 года
13	Валенки с резиновым низом	1 на 2 года
14	Подшлемник утепленный	1 на год

При выполнении работ в холодное время года необходимо использовать теплую спецодежду и спецобувь.

Не соблюдение требований охраны труда и порядка использования спецодежды и средств защиты может привести к травмированию или заболеванию работника.

Работники обязаны применять выдаваемые ему средства индивидуальной защиты (органов дыхания, зрения, слуха), соответствующие характеру и условиям работы и обеспечивающие безопасность труда.

За нарушения требований законодательных и нормативных актов по охране труда работники предприятия привлекаются к дисциплинарной, материальной и уголовной ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

В процессе своей эксплуатации, оборудование, необходимое для реализации автоматизации разгрузки методических нагревательных печей может со временем выходить из строя. Тем самым будет вынуждена утилизация не работоспособного электронно- электрического оборудования.

Необходимость в профессиональной утилизации возникает в связи с тем, что внутри микросхем, плат, содержатся детали, с определенной долей драгоценных металлов. Так как все компании обязаны вести учет драгоценностей в составе собственных основных средств, несоблюдение правил ути-

лизации попадает под статью закона 19.14 КОаП и наказывается штрафом до 30 000 рублей.

В соответствии с российским законодательством, утилизация офисной техники должна осуществляться исключительно лицензированными фирмами, зарегистрированными в приборной палате.

Процедура утилизации основных фондов может осуществляться только после их полного списания. Списать оборудование можно согласно приложенному акту, который, в свою очередь, можно получить только после оценки экспертов морального и физического износа. Итоговое заключение может выдать фирма, сертифицированная законным образом.

6.2.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду

Электрооборудование, электронные компоненты, датчики, оргтехника, входящие в набор автоматизации технологического процесса на мелкосортном стане 250-1 сортопрокатного цеха не оказывает в процессе своей работы вредного влияния на окружающую среду, однако, с увеличением количества компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличивается и объём потребляемой ими энергии, что влечёт за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то и другое не обходится без нарушения экологической обстановки. Рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям как изменение климата, накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект); загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами, загрязнение водного бассейна Земли.

Из этого можно сделать вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым энергопотреблением. В современных компьютерах, повсеместно используются режимы с пониженным потреблением электроэнергии при длительном простое. Стоит так же отметить, что для снижения вреда, наносимого окружаю-

щей среде при производстве электроэнергии, необходимо искать новые виды производства электроэнергии.

6.2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Для защиты окружающей среды необходима утилизация оргтехники, электроники и компьютеров – это обязательное условие, прописанное в российском законодательстве под которое попадают не только организации, но и физические лица. В связи с этим был принят целый ряд нормативных актов:

- Федеральный закон о драгоценных металлах и камнях (драгметаллы содержатся в компьютерном «железе»);
- Постановление Правительства РФ о правилах учета драгоценных металлов и камней;
- Статьи уголовного и административного кодекса о незаконном извлечении и обороте драгоценных металлов и пр.

В АО ЕВРАЗ объединённый «Западно-Сибирский Metallургический Комбинат», где планируется произвести модернизацию оборудования, заключен договор по утилизации оргтехники, компьютеров и электронных компонентов с лицензированной организацией.

Для дальнейшей утилизации после своей работы планируемой к установке оргтехники, электронной техники и компьютеров в приложении нужно указать следующие виды отходов:

- «отработанная бытовая техника» Отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств (4 класс опасности для окружающей природной среды).
- «отработанные цифровые устройства, компьютеры и оргтехника» Отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств (4 класс опасности для окружающей природной среды).

- «отработанное телекоммуникационное оборудование» Отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств (4 класс опасности для окружающей природной среды).

- «не разобранные части электротехнической и электронной аппаратуры» Отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств (4 класс опасности для окружающей природной среды) (4 класс опасности для окружающей природной среды) [16].

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайная ситуация — это состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и природной среде.

Под источником чрезвычайных ситуаций понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенные инфекционные болезни людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего происходит или может произойти ЧС.

Комплекс сложного электронного оборудования установленного на посту управления мелкосортного стана 250-1, в исключительных случаях при не правильной установке, обкатке, проверке или ремонте отдельных частей может возгореться и привести к пожару из-за перегрева – если была нарушена нормальная вентиляция прибора; или было не верное подключение, вызвавшее короткое замыкание в электрической цепи устройства.

6.3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследования

В основе ЧС при работе автоматизированной системы разгрузки методических нагревательных печей на мелкосортном стане 250-1, относящейся к опасным производственным объектам, по большому счету может послужить человеческий фактор, вызванный не вниманием или не правильными действиями работников, как обслуживающих, так и эксплуатирующих данный комплекс сложного и опасного существующего технологического прокатного оборудования. Возможны травмы, возгорание оборудования.

Пожар в помещении оператора технолога может возникнуть вследствие причин электрического и неэлектрического характеров.

К причинам электрического характера можно отнести – короткое замыкание, искрение, статическое электричество.

Режим короткого замыкания – появление в результате резкого возрастания силы тока, электрических искр, частиц расплавленного металла, электрической дуги, открытого огня, воспламенение изоляции.

Причинами короткого замыкания могут стать – ошибки при проектировании, старение изоляции, увлажнение изоляции, механические перегрузки.

Пожарная опасность при перегрузках – чрезмерное нагревание отдельных элементов, которое может происходить при ошибках проектирования, в случае длительного прохождения тока, превышающего номинальное значение.

Пожарная опасность переходных сопротивлений – возможность воспламенения изоляции или других близлежащих горючих материалов от тепла, возникающего в месте аварийного сопротивления (в переходных клеммах, коммутационных аппаратах, скрученных проводов и так далее).

К причинам неэлектрического характера относится халатное и неосторожное обращение с огнём (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов).

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

При возникновении во время работы непредвиденных опасных ситуаций из-за неисправности оборудования, надо немедленно прекратить выполнение работ и известить об этом мастера или начальника смены.

При аварийной работе и устранении неисправностей в электрооборудовании, компьютерной и электронной технике, доступ персонала без разрешения руководителей запрещен.

При возникновении аварийной ситуации необходимо оценить опасность и возможные последствия возникшей аварийной ситуации на основании своего опыта и знаний электрического и электронного оборудования, конструкций машин и механизмов, действия вредных факторов на человека, опасностей и рисков.

При несчастных случаях для освобождения пострадавшего от действия электрического тока напряжения должно быть снято без предварительного разрешения.

Рабочий обязан сообщить об аварийной ситуации мастеру, начальнику участка, начальнику смены цеха и принять меры по нераспространению аварии и её ликвидации.

Устранить причину аварии, последствия аварии, которые могут повлечь травму, увечье или гибель людей (выставить ограждения, произвести отключение электропитания, остановку электрических машин, механизмов).

Для устранения причин пожаров разрабатывается система предотвращения пожара — комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара.

Эта система охватывает в себя такие профилактические меры как: оборудование мест для курения; ежедневная уборка помещений от пыли; осмотр и закрытие помещений после окончания работы; проведение инструктажей по пожарной безопасности для работников; ужесточение контроля за соблю-

дением противопожарного режима, особенно за курением; проведение занятий по отработке навыков у работников по ликвидации пожаров в начальной стадии развития, своевременный вызов пожарной охраны, правильность действий по включению стационарных пожарных кранов и огнетушителей; проверка проходов и путей эвакуации.

Для тушения пожара на посту управления находится огнетушитель типа ОУ-2, который проходит проверку массы заряда раз в три месяца. Рядом с постом установлены пожарный кран и ящик с песком.

Каждую вторую пятницу месяца на стане походит день пожарной безопасности.

Действия при ликвидации пожара:

- немедленно сообщить о пожаре по телефону 01 или диспетчеру цеха по прямому телефону, назвать местонахождения объекта, место возникновения пожара, свою фамилию и номер телефона;
- принять меры по эвакуации людей и сохранению материальных ценностей;
- использовать подручные средства пожаротушения, не забыв предварительно обесточить место тушения;
- организовать встречу пожарной охраны, показать кратчайший путь к очагу пожара.

Так же при возникновении аварийных ситуаций необходимо руководствоваться «Планом ликвидации аварий по сортопрокатному цеху». Неквалифицированное обращение с оборудованием, несоблюдение положений и требований инструкций по специальностям, может привести к травме персонала или повреждению оборудования и механизмов [14].

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

К работе в сортопрокатном цехе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, имеющие профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы, прошедшие инструктаж по охране труда и промышленной безопасности, ознакомленные с инструкцией по охране труда по профессии, прошедшие проверку знаний «Правил технической эксплуатации установок» и «Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» в цеховой комиссии.

Вновь принятый рабочий должен пройти первичный инструктаж на рабочем месте, изучить приемы освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи, пройти обучение по охране труда и промышленной безопасности на рабочем месте продолжительностью 10 рабочих смен, по утвержденной начальником СПЦ программе. По окончании обучения проводится проверка знаний по ОТ и ПБ цеховой комиссией. При положительном результате по итогам проверки знаний допуск к самостоятельной работе оформляется распоряжением по цеху.

После допуска к самостоятельной работе персонал должен пройти стажировку продолжительностью от 2 до 12 рабочих смен. Во время стажировки обучаемый может производить настройки, эксплуатацию, ремонт, осмотры и другие работы только с разрешения и под надзором обучающего.

График работы эксплуатирующего и обслуживающего персоналов непрерывный двухсменный четырёхбригадный с продолжительностью смены 12 часов. Первая смена с 20.00 часов до 08.00 часов, вторая смена с 20.00 часов до 08.00 часов. Перерыв питания в смене не регламентирован.

За каждый час работы в ночное время (с 22.00 до 6.00) Работникам производится доплата в размере 40% тарифной ставки присвоенного разряда

(оклада). Для Работников, занятых в многосменном режиме (работа в течение суток организована в две и более смены) доплата за работу в ночную смену в размере 40% производится за все отработанные часы смены.

В случаях, когда по условиям производства продолжительность рабочего времени по графику работы превышает нормальное число рабочих часов по календарю за учетный период, работникам за этот период времени начисляется доплата за переработку графика по нормам оплаты сверхурочной работы. Порядок выплаты определен общим положением об оплате труда работников ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», утвержденным Управляющим директором ЕВРАЗ ЗСМК, с учетом мотивированного мнения выборного органа Профсоюзной организации.

Всем Работникам предоставляются ежегодные основные оплачиваемые отпуска продолжительностью 28 календарных дней.

На данном участке, так же имеется дополнительный оплачиваемый отпуск за работу:

- работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (работа на данном участке относится ко второму льготно-пенсионному списку); 14 дней за полный год работы, начисляется пропорционально отработанному времени.

- работникам с многосменным режимом работы. От 1-го до 4-х дней (1 день за полный год работы, 2 дня – за 2 года и так далее) при отработке 40-ка часов ночных часов с начала года.

Для женщин воспитывающих детей в возрасте до 18-ти лет, предусмотрен один «женский день» в месяц – освобождение от работы с оплатой по среднему.

Продолжительность ежегодных основного и дополнительных оплачиваемых отпусков Работникам исчисляется в календарных днях.

Работникам положена бесплатная выдача молока жирности 3,2% в твердой упаковке или другими равноценными пищевыми продуктами по резуль-

татам аттестации рабочих мест и (или) специальной оценки условий труда при наличии вредных факторов, при работе в которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока или других равноценных продуктов, не менее 50% своего рабочего времени за каждую отработанную смену.

Работник обеспечивается молоком из расчёта 0,25 литра за 4 часа работы.

Производится дотация на питание в специальных местах, столовых, размером 5 рублей за отработанный час.

Нормальная продолжительность рабочего времени рабочих, руководителей, специалистов и служащих не может превышать в соответствии со ст. 91 ТК РФ 40 часов в неделю.

Для работников, не достигших возраста 18 лет (практикантов), установлена сокращенная продолжительность рабочего времени:

- в возрасте от 16 до 18 лет – не более 35 часов в неделю (продолжительность ежедневной работы 7 часов);
- в возрасте до 16 лет – не более 24 часов в неделю (продолжительность ежедневной работы с понедельника по четверг 5 часов, в пятницу 4 часа).

Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, установлена доплата за продолжительность рабочего времени более 36 часов в неделю [18].

6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При организации рабочих мест операторов следует руководствоваться государственным стандартом (ГОСТ 16456-70 «Качество продукции. Эргономические показатели. Номенклатура»). Он предназначен для определения совокупности эргономических показателей качества различных изделий и объектов (рабочих мест; пультов управления и контроля; мнемосхем; приборов и сигнализаторов; циферблатов и указателей приборов; надписей и

бестекстовых обозначений или символики; ручных и ножных органов управления и др.).

При конструировании и размещении рабочих мест следует предусматривать меры, предупреждающие или снижающие преждевременное утомление оператора, предотвращающие возникновение у него психофизиологического стресса, а также появление ошибочных действий.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать быстроту, безопасность, простоту и экономичность технического обслуживания в нормальных и аварийных условиях; полностью отвечать функциональным требованиям и предполагаемым условиям эксплуатации. Она должна быть такой, чтобы эксплуатацию, техническое обслуживание или ремонт оборудования рабочего места мог производить персонал, имеющий минимальную подготовку.

При организации рабочего пространства необходимо учитывать основные антропометрические и биомеханические данные именно того контингента лиц, которым предстоит эксплуатировать рабочее место.

Важнейшими характеристиками рабочего пространства являются зоны досягаемости. Под досягаемой зоной понимается та часть пространства, которая ограничена крайними точками, достигаемыми руками и ногами оператора, сохраняющего свое положение неизменным. Досягаемая зона может быть максимальной, т. е. ограниченной длиной конечностей человека, отклонившегося в пределах сохранения устойчивости. Оптимальная зона — это часть пространства, находящаяся в пределах досягаемости середины ладони или пяты (там, где воображаемая ось нижней конечности выходит из ступни), при основном исходном положении тела оператора.

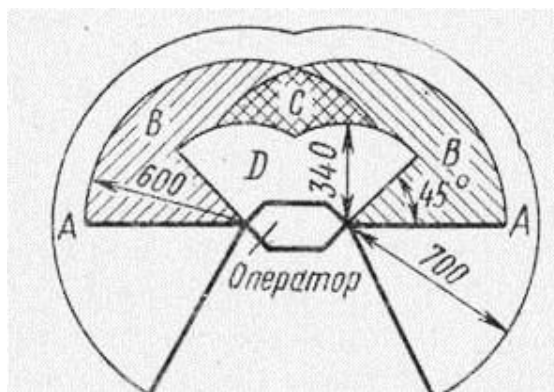


Рисунок – 39 Компонировка управления пульта управления

Зоны досягаемости в горизонтальной плоскости представлены на рисунке 39, где выделены зоны легкой досягаемости (B, C, D) и зона максимальной досягаемости (A). В зонах (B, D) возможны наиболее быстрые, точные, координированные и наименее утомляющие движения. Сектор досягаемости для каждой руки имеет угол 180° . Оптимальному рабочему пространству соответствует зона D.

При работе оператора в положении «сидя» рекомендуются следующие параметры рабочего пространства: ширина — не менее 700 мм; глубина — не менее 400 мм; высота рабочей поверхности стола (столешницы) над полом 700—750 мм. Высота рабочей поверхности зависит от высоты кресла оператора. Рекомендуемое расстояние между высотой рабочей поверхности и кресла оператора 270 — 280 мм.

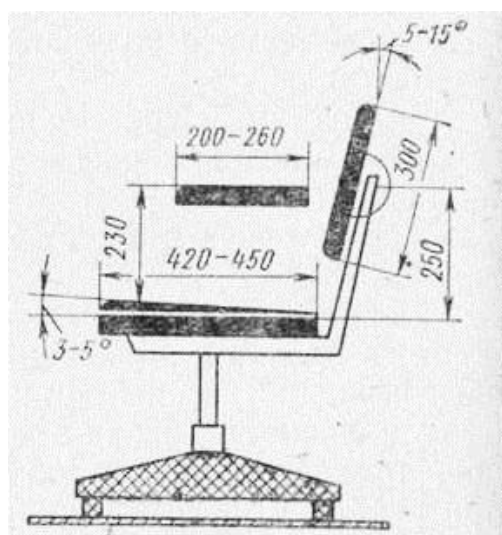


Рисунок – 40 Кресло для оператора пульта управления

Организация рабочего места, в которое включается регулируемое по высоте кресло оператора, позволяет сузить диапазон высот рабочих поверхностей, причем предпочтительнее рабочие поверхности более высокие, так как человеку небольшого роста при регулируемой высоте кресла оператора легче приспособиться к соответствующей высоте рабочей поверхности, сохраняя расстояние между высотой рабочей поверхности и кресла оператора равным 270—280 мм, и в случае необходимости пользоваться подставкой для ног. При выборе размеров рабочего места следует учитывать пороги различения линейных и угловых параметров. При конструировании оборудования рабочего места допустимые отклонения от основных оптимальных линейных и угловых параметров должны быть не более: а) 10 мм для высоты рабочей поверхности, б) 15 мм для высоты рабочего сиденья, в) 2° для наклона рабочей поверхности, г) для наклона сиденья.

Поверхности сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должны быть полумягкими, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений [26].

На рабочем месте пользователей должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата. На работах, производимых сидя и не требующих физического напряжения, температура воздуха должна быть в холодный период года от 22 до 24°C, теплый период года — от 23 до 25 °C. Относительная влажность воздуха на постоянных рабочих местах должна составлять 40–60%, скорость движения воздуха должна быть 0,1 м/с. Для повышения влажности воздуха в помещениях следует применять увлажнители воздуха [26].

Рабочие места оборудованы кондиционерами для поддержания нужного микроклимата, ежегодно проходящие аттестацию специализированной комиссией.

Освещенность на поверхности пульта управления в зоне размещения механизмов управления 300–500 лк. Освещение не должно создавать бликов

на поверхности пульта. Рекомендуемое расстояние подсветки приборов управления от лампы до пульта от 50-70 см. Предпочтительно не более двух светильников, установленных по разные стороны пульта. Лампа должна быть типа спирали накаливания или энергосберегающая с световым потоком теплого свечения до 2700 К. Мощность каждой из ламп должна быть не более 75-ти Ватт.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1-5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования — 10:1.

Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Для исключения бликов отражений на пульту светильников, рекомендовано использовать пульт управления темного-матового цветов.

Характер работы требует постоянного наблюдения за технологическим оборудованием и связан с напряжением внимания и сосредоточенности, при исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, поэтому, рекомендуется организация перерывов на 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы в течении смены. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития позотонического утомления целесообразно выполнять комплексы упражнений [27].

Санитарно-бытовое обслуживание Работников осуществляется путем оборудования мест согласно ст.ст. 212, 223 ТК РФ, а также обеспечения питьевого режима (простая питьевая вода, газированная соленая вода) для Работников, занятых на горячих участках работ и участках с вредными условиями труда, чаем по норме 3 гр. в смену на человека при продолжительности смены более 8 часов. На посту управления установлены кулеры с холодной и горячей водой.

Заключение

За время выполнения ВКР были изучены технологический процесс мелкосортного стана 250-1 и модернизируемого участка. Так же рассмотрены механизмы модернизируемого участка, принцип их действия, алгоритм работы технологического оборудования в автоматическом и ручном режимах.

Рассмотрены использующиеся контроллеры и их история появления на м/с 250-1, произведён и обоснован выбор используемой фирмы производителя. Выбрана конкретная модель промышленного контроллера. Спроектированы структурная схема модернизируемого оборудования с применением PLC и функциональная схема с местоположением, подключением и наименованием используемого и необходимого электронного оборудования.

Разработана электрическая схема подключений устройств - контроллеров, коммутационных аппаратов, приборов, модулей. Написана программа работы оборудования в пакете программы Step7. Разработан человеко-машинный интерфейс для работы на рабочей станции оператором поста управления в пакете WinCC, необходимое отображение значений и настроек работы по технологическому алгоритму.

Разработан раздел «Финансового менеджмента, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Рассчитаны затраты на выполнение и разработку проекта. Определена оценка экономической эффективности проекта – срок окупаемости инвестиций, оценка научно-технического уровня НИР.

Разработан раздел «Социальная ответственность», в котором рассмотрены и раскрыты вопросы - производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

В дальнейшем, разработанный проект подлежит внедрению на производстве, вследствие востребованности и хороших экономических показателей.

Список используемых источников

1. САФУ – Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]. URL: http://narfu.ru/iet/entrant/automation_processes.php (дата обращения 16.01.2016 г.)
2. «Приводная техника»: программируемые логические контроллеры plc и другие средства автоматизации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.privod.ru/products/plc/index.htm> (дата обращения 18.01.2016 г.)
3. Технологическая инструкция м/с 250-1 ТИ 899-СПЦ-07-14
4. Классификация современных контроллеров || Методичка КОНТРоль и АВТомастика [Электронный ресурс]. URL: <http://contravt-metodichka.ru/?id=5866&template=print> (дата обращения 21.01.2016 г.)
5. Simatic S5 – Википедия [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Simatic_S5 (дата обращения 29.01.2016 г.)
6. FANUC – Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/FANUC> (дата обращения 01.02.2016 г.)
7. DC drives – ABB Drives [Электронный ресурс]. URL: <http://new.abb.com/drives/DC> (дата обращения 03.02.2016 г.)
8. Система автоматизации SIMATIC TDC [Электронный ресурс]. URL: http://siemens71.ru/RUS_25320.shtml (дата обращения 11.02.2016 г.)
9. Обучение [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rcpp.ru/education/employee/siemens2/wincc2> (дата обращения 16.02.2016 г.)
10. Программируемые контроллеры SIMATIC S7 – Siemens DF&DP Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: http://dfpd.siemens.ru/products/automation/simatic/SIMATIC_S7/ (дата обращения 17.01.2016 г.)
11. Каталог продуктов Siemens IA/DT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aqad.ru/> (дата обращения 15.05.2016 г.)

12. Промышленные сети и интерфейсы [Электронный ресурс]. URL: http://www.bookasutp.ru/Chapter2_9.aspx (дата обращения 16.05.2016 г.)
13. Влияние автоматизации производственных процессов [Электронный ресурс]. URL: <http://studopedia.org/11-69014.html> (дата обращения 02.05.2016 г.)
14. Инструкция по охране труда для работников сортопрокатного цеха ИОТ-СПЦ-23-2015
15. Технологическая инструкция м/с 250-1 ТИ 899-СПЦ-07-14
16. Промышленная и экологическая безопасность на АО ЕВРАЗ объединённый «Западно-Сибирский Metallургический Комбинат» 07-2015 г.
17. «Положению о бирочной системе в структурных подразделениях ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» в сортопрокатном цехе (ИОТ-СПЦ-69-2015).
18. Коллективный договор АО ЕВРАЗ объединённый «Западно-Сибирский Metallургический Комбинат» 2015 – 2016 год.
19. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
20. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96
21. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997 г. СН 2.2.4/2.1.8566
22. Естественное и искусственное освещение. СП 52.13330.2011
23. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. СН 2.2.4/2.1.8.562-96
24. Социальная ответственность [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scienceforum.ru/2015/808/8342> (дата обращения 02.05.2016 г.)
25. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования. ГОСТ 22614-77.

26. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ.

27. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.032-78.