

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных цистернах на сливной эстакаде

УДК 681.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Финогеев Сергей Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Леонов Сергей Владимирович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Петухов Олег Николаевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭиБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	К.Т.Н.		

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ИКСУ

_____/_____/ Лиепиньш А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т12	Финогееву Сергею Алексеевичу

Тема работы:

Модернизация автоматизированной системы измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных цистернах на сливной эстакаде
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p>Объект исследования: сливная железнодорожная эстакада перевалочной нефтебазы. Режим работы – круглосуточный, круглогодичный. Объекты процесса: вагонные весы, железнодорожные вагоны-цистерны. Повышенные требования к точности измерений.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Проектирование автоматизированной системы измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных вагонах-цистернах. Разработка схем автоматизации. Выбор комплекса аппаратно-технических средств. Разработка схем соединений внешних проводов. Разработка планов расположения оборудования и проводов. Разработка алгоритмов управления. Расчет надежности системы. Разработка экранных форм.</p>
<p>Перечень графического материала</p>	<p>Структурная схема.</p>

<i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Принципиальная технологическая схема. Функциональная схема автоматизации. Схемы соединений внешних проводок. План расположения оборудования и проводок.
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
Социальная ответственность	Назаренко Ольга Брониславовна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	13.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Финогеев Сергей Алексеевич		

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

Уровень образования – дипломированный специалист

Период выполнения – весенний семестр 2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.05.2016
--	------------

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

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИКСУ	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 105 с., 15 рисунков, 20 таблиц, 19 источников, 7 приложений.

Ключевые слова: автоматизированная система, нефтепродукты, перевалочная нефтебаза, бензин, дизельное топливо, комплекс аппаратно-технических средств, масса, функциональная схема автоматизации, структурная схема, принципиальная схема, схема соединений внешних проводок, строительно-монтажные работы, шеф-монтажные работы, пусконаладочные работы, план расположения оборудования и проводок, проектирование, технологический процесс, регулирование, управление, надежность, железнодорожные вагоны-цистерны.

Объектом исследования является сливная железнодорожная эстакада нефтепродуктов перевалочной нефтебазы.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных вагонах-цистернах.

Работа представляет собой проект автоматизации системы измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных вагонах-цистернах на сливной эстакаде перевалочной нефтебазы и выполняется согласно входной информации, полученной от заказчика:

- техническим требованиям на автоматизацию;
- проектной документации на существующие решения по автоматизации;
- нормативно-правовой базе для выполнения проектов автоматизации технологических процессов в Российской Федерации.

При выполнении работы использовались программные продукты, такие как:

- Microsoft Office 2013;
- Autodesk AutoCAD 2015;
- Mathcad.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2013 и представлена на CD (в конверте на обороте обложки).

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	5
Обозначения и сокращения	9
Введение	10
1 Техническое задание	11
1.1 Назначение и цели создания Системы	11
1.2 Характеристика объекта автоматизации	12
1.3 Требования к Системе	13
1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации Системы	13
1.3.2 Требования к режимам функционирования Системы	14
1.4 Требования к функциям (задачам), выполняемым Системой	14
1.5 Требования к видам обеспечения	16
1.5.1 Требования к техническому обеспечению	16
1.5.2 Требования к программному обеспечению	19
1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению	21
2 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта	23
3 Разработка структурной схемы	27
4 Разработка функциональной схемы автоматизации	30
5 Комплекс аппаратно-технических средств	31
5.1 Выбор устройств измерения	31
5.1.1 Весы вагонные ВВЭ-Т	31
5.1.2 Весоизмерительные датчики С16А	33
5.1.3 Терминал М1РС	35
5.2 Выбор прочего оборудования	35
5.3 Нормирование погрешности канала измерения	36
6 Разработка схем внешних проводок	39
7 Разработка планов расположения оборудования и проводок	41
8 Разработка алгоритмов управления	43
8.1 Алгоритм управления электроприводной задвижкой	45
8.2 Разработка программно-алгоритмического обеспечения	50
9 Расчет надежности системы	53
9.1 Общие сведения о системе	53
9.2 Расчет вероятности безотказной работы системы	54
9.3 Расчет среднего времени наработки на отказ и интенсивности отказов системы	55
10 Экранные формы АСИ ЖДЦ	57
11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	61
11.1 Цели и задачи	61
11.2 Организация и планирование комплекса работ	61
11.3 Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений	65
11.4 Расчет затрат на перевооружение	68

11.5	Расчет условно-годовой экономии от автоматизации	69
11.6	Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости капитальных затрат	71
12	Социальная ответственность	76
12.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	76
12.2	Эргономические требования к организации и оборудованию рабочих мест с ЭВМ	78
12.3	Производственная санитария	78
12.3.1	Шум	78
12.3.2	Микроклимат	79
12.3.3	Освещенность	80
12.3.4	Электромагнитное излучение	83
12.4	Электрическая безопасность	84
12.5	Пожарная безопасность	86
12.5	Охрана окружающей среды	88
12.6	Безопасность при чрезвычайных ситуациях	89
	Заключение	92
	Список использованных источников	93
	Приложение А. Схема структурная комплекса аппаратно-технических средств	95
	Приложение Б. Схема принципиальная технологическая резервуарного парка	96
	Приложение В. Функциональная схема автоматизации	97
	Приложение Г. Схема установки весов вагонных	98
	Приложение Д. Схемы соединений внешних проводок	99
	Приложение Е. План расположения оборудования и проводок	106
	Приложение Ж. Календарный план-график выполнения работ	107

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Аббревиатура	Расшифровка
АСИ	Автоматизированная система измерения
НБ (ПНБ)	Нефтебаза (перевалочная нефтебаза)
ПАЗ	Противоаварийная защита
ПЛК	Программируемый логический контроллер
ТП	Технологический процесс
ПП	Переходный процесс
РО	Регулирующий орган
ОУ (ОР)	Объект управления (объект регулирования)
ИМ	Исполнительный механизм
СУ	Согласующее устройство
НО	Нуль орган
САР	Система автоматического регулирования
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
АРМ	Автоматизированное рабочее место
РСУ	Распределенная система управления
КАТС	Комплекс аппаратно-технических средств
АИС ТПС	Автоматизированная информационная система топливопроводящей сети
АСУ	Автоматизированная система управления
ИВ	Исходная величина
СИ	Средство измерения
КМХ	Контроль метрологических характеристик
ТЗ	Техническое задание
НП	Нефтепродукт
НА	Насосный агрегат
НС	Насосная станция
СУНА	Система управления насосными агрегатами
ИС	Информационная сеть
ЖД	Железнодорожный
КС	Компьютерная сеть
НПВ	Наибольший предел взвешивания
НмПВ	Наименьший предел взвешивания
ГПУ	Грузоприемное устройство
СчНВ	Считывание номеров вагонов
ЖДЦ	Железнодорожные вагоны-цистерны
ТВЛ	Телевизионная линия
ВИП (ВИУ)	Весоизмерительный прибор (весоизмерительное устройство)

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация технологических процессов является решающим фактором в повышении производительности труда и улучшении качества выпускаемой продукции. Для нефтегазового комплекса автоматизация имеет особое значение, так как он является одной из ведущих отраслей Российской Федерации и в значительной степени определяет её экономическое развитие.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами являются высшим этапом комплексной автоматизации и призваны обеспечить существенное увеличение производительности труда, улучшения качества выпускаемой продукции и других технико-экономических показателей производства, а также защиту окружающей среды.

Целью данной работы является разработка проекта по модернизации автоматизированной системы измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных вагонах-цистернах на перевалочной нефтебазе. Актуальность данной темы не может подвергаться сомнению, так как использовавшаяся ранее автоматизированная система измерения массы нефтепродуктов не обеспечивала требуемую точность показаний результатов измерений, а также не соответствовала требованиям, выдвинутым к её надежности.

Таким образом, модернизация существующей системы посредством внедрения нового оборудования позволит повысить точность измерений и надежность всей распределенной системы управления нефтебазы в целом, что повлечет за собой положительный экономический эффект.

В настоящее время система внедрена на перевалочной нефтебазе и успешно используется в технологическом процессе.

1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Назначение и цели создания Системы

Основной целью АСИ массы НП в ЖДЦ (Системы) является повышение достоверности измерений массы нефтепродуктов при их сливе из ЖД вагонов-цистерн для дальнейшего использования.

Система предназначена для:

- взвешивания повагонно составов прямым методом статических измерений расцепленных цистерн и движущихся нерасцепленных цистерн и составов из них с возможностью автоматической подстановки значений тары из предыдущих взвешиваний вагона;
- автоматического распознавания локомотива в составе при взвешивании в движении, в результате чего не регистрируется масса локомотива (в том числе спаренные);
- регистрации направления и скорости при взвешивании в движении;
- автоматического распознавания в режиме реального времени бортовых номеров вагонов, взвешиваемых на весах;
- формирования и хранения баз данных о взвешиваемых вагонах с целью их дальнейшего использования через компьютерную сеть предприятия;
- непрерывного тестирования и выполнения автоматического запрета на взвешивание при неисправных датчиках веса, положения (для взвешивания в движении) и/или перегрузке;
- выполнения автоматического выбора предела измерения;
- выполнения автоматического тарирования и обнуления;
- исключения влияния соседнего пути;
- сбора и обработки измерительной информации, передачи данных на дисплей АРМ оператора Системы с возможностью передачи данных в АСУ ТП предприятия, информационную сеть предприятия, АИС ТПС.

1.2 Характеристика объекта автоматизации

Рассматриваемая перевалочная нефтебаза предназначена, главным образом, для перегрузки нефтепродуктов с железнодорожных цистерн в автомобильные цистерны. Кроме того, на перевалочной НБ выполняются следующие производственные операции:

- прием нефтепродуктов, доставляемых железнодорожным транспортом, и хранение их в РВС;
- отпуск нефтепродуктов в железнодорожные и автомобильные цистерны;
- замер и учет нефтепродуктов;
- обезвоживание нефтепродуктов (откачку подтоварной воды).

Оборудование размещено вне помещений (на открытом воздухе) и эксплуатируется при температуре окружающей среды от минус 40 до плюс 40 °С.

Оборудование АСИ ЖДЦ размещено, преимущественно, вне помещений, в связи с чем должна быть предусмотрена возможность транспортировки и хранения оборудования Системы при температурах до минус 40 °С.

Оборудование, размещаемое вне помещений, должно работать при температурах окружающей среды в полном диапазоне указанных температур окружающей среды (от минус 40 до плюс 40 °С).

Таблица 1 – Требования к основным параметрам и характеристикам

Тип ЖД вагонов-цистерн	четырёхосные, восьмиосные
Грузоподъемность цистерн, т	60, 120
Режим работы	круглосуточный, круглогодичный
Количество рабочих дней в году, дней	365

Таблица 2 – Физико-химические свойства измеряемой среды

п/п	Наименование нефтепродукта	Нормативный документ	Температура, °С		Плотность (при 15 °С), кг/м ³	
			min	max	min	max
1	Бензин Регуляр-92	ГОСТ Р 51105-97	- 35	+ 40	725	780
2	Бензин Премиум-95 вид III	ГОСТ Р 1866-2002, ЕН 228-2004	- 35	+ 40	720	775
3	Дизельное топливо ЕВРО класс 2, вид II класс 2, вид III	ГОСТ Р 52368-2005, ЕН 590:2009	- 35	- 5	820	845
4	Дизельное топливо ЕВРО сорт С, вид II сорт С, вид III		- 5	+ 40	800	840

1.3 Требования к Системе

1.3.1 Требования к числу уровней иерархии и степени централизации Системы

Система должна иметь трехуровневую структуру:

– нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя:

- 1) вагонные весы;
- 2) систему считывания номеров вагонов;
- 3) кабельное и дополнительное оборудование;

– средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень – включает в себя интерфейсные линии связи;

– верхний уровень – уровень, включающий автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. Состав АРМ оператора:

- 1) персональный компьютер:
 - a. монитор (не менее 19");
 - b. системный блок (для оператора-весовщика весоизмерительный прибор, для оператора СчНВ – видеосервер);
 - c. клавиатура;
 - d. манипулятор типа "мышь";
 - e. плата интерфейсов 2 COM-порта;
- 2) источник бесперебойного питания (ИБП), мощностью не менее 450 Вт;
- 3) принтер, в комплекте с кабелем USB;
- 4) лицензионное ПО и лицензионное антивирусное ПО (McAfee).

Схема структурная комплекса аппаратно-технических средств представлена в приложении А.

1.3.2 Требования к режимам функционирования Системы

Система должна обеспечивать непрерывную работу объекта автоматизации в круглосуточном, круглогодичном режиме. Число рабочих дней в году – 365 дней.

1.4 Требования к функциям (задачам), выполняемым Системой

Основные функции Системы:

- взвешивание повагонно составов в статике с расцепкой и в движении без расцепки;
- доступ оператора-весовщика по индивидуальному паролю;
- регистрация ФИО оператора-весовщика, производившего взвешивание;
- возможность применять при взвешивании в движении спаренные локомотивы или локомотивы с обеих сторон состава;
- автоматическое распознавание локомотива в составе при взвешивании в движении, в результате чего не регистрируется масса локомотива;
- регистрация направления и скорости при взвешивании в движении;
- отображение и регистрация в базе данных при взвешивании в статике и в движении следующей информации:
 - 1) состав;
 - 2) оператор;
 - 3) порядковый номер вагона в составе;
 - 4) бортовой номер вагона;
 - 5) номер и дата накладной;
 - 6) масса по накладной;
 - 7) принадлежности вагона;
 - 8) грузоотправитель;
 - 9) грузополучатель;

- 10) наименование груза;
 - 11) брутто;
 - 12) тара;
 - 13) тип вагона;
 - 14) паспортное значение массы порожнего вагона;
 - 15) нетто;
 - 16) грузоподъемность вагона;
 - 17) недогруз/перегруз;
 - 18) максимальная нагрузка на ось;
 - 19) разность массы загрузки взвешенного вагона по тележкам;
 - 20) разность массы загрузки взвешенного вагона по сторонам;
 - 21) дата и время взвешивания брутто;
 - 22) дата и время взвешивания тары;
- настройка перечня полей в книге взвешиваний;
 - формирование и распечатка отчетов по книге взвешиваний;
 - настройка перечня полей в отчете по книге взвешиваний;
 - определение массы груза (нетто) с возможностью автоматической подстановки значений тары из предыдущих взвешиваний вагона;
 - передача в режиме реального времени текущего состояния оборудования в АСУ ТП предприятия;
 - передача в режиме реального времени результатов взвешиваний в информационную сеть предприятия;
 - автоматический экспорт в АИС ТПС предприятия информации из книги взвешиваний.

1.5 Требования к видам обеспечения

1.5.1 Требования к техническому обеспечению

1.5.1.1 Требования к весам вагонным

Вагонные весы размещаются в пределах существующего земельного отвода. Весы конструктивно должны состоять из грузоприемного устройства (ГПУ) во взрывозащищенном исполнении (В-Іг) общей длиной, обеспечивающей взвешивание четырехосных и восьмиосных ЖДЦ, терминала (весоизмерительного прибора), кабельного и дополнительного оборудования.

1.5.1.1.1 Требования к грузоприемному устройству

ГПУ должно быть выполнено в виде грузоприемных платформ (ГП) (автоматически включаемых/отключаемых) и оснащено весоизмерительными датчиками с общим наибольшим пределом измерения весов 200 т и наименьшим значением дискретности отсчета и цены деления:

- для режима статического взвешивания – 20 кг;
- для режима динамического взвешивания – 50 кг.

ГП должна иметь антикоррозионную защиту и степень пыле- и влагозащитности IP68 по ГОСТ 14254-96 [11]. Кроме того, ГП должна обеспечивать:

- компенсацию механических напряжений и колебаний при движении и останове состава;
- минимизацию механических напряжений и сохранений метрологических характеристик при эксплуатации ГП в диапазоне заданных температур.

Весоизмерительные датчики должны удовлетворять следующим требованиям:

- являться датчиками веса с цифровым выходом (при аналоговом выходе предусмотреть организацию цифрового канала RS-422 по месту) и с коэффициентом запаса перегрузки не менее 150% и классом защиты IP68 или IP69K [19] по ГОСТ 14254-96 [11];
- иметь автоматическую термокомпенсацию во всем диапазоне рабочих температур;

- компенсировать горизонтальные нагрузки при разгоне и торможении состава;
- иметь самодиагностику;
- иметь герметичное исполнение датчиков и креплений датчиков к кабелям связи без дополнительных разъемов;
- быть работоспособными при относительной влажности 100%;
- иметь встроенную защиту от перенапряжения.

1.5.1.1.2 Требования к терминалу

В качестве терминала применить многоканальный весоизмерительный прибор МРС на базе промышленной ЭВМ. Терминал должен быть оснащен усилителем с цифровым преобразователем (внутренним или внешним), процессором, энергонезависимой электронной памятью, оперативной памятью, программным обеспечением, выполняющим все операции по обработке данных и вывода информации на мониторе и на внешние электронные устройства.

Терминал должен быть оснащен LCD-дисплеем и кнопками навигации, весовым индикатором с установленным программным обеспечением. Хранение протоколов взвешивания 5 лет. Для организации возможности передачи данных от АСИ ЖДЦ в АСУ ТП предприятия, информационную сеть предприятия, АИС ТПС предусмотреть интерфейс Ethernet. Интерфейс USB 2.0 для связи с внешними электронными устройствами. Операционная система не хуже Windows XP. Клавиатура – функциональная и/или алфавитно-цифровая. Должен иметься многоступенчатый фильтр вибраций. Питание 240 VАС. Класс защиты IP54.

1.5.1.2 Требования к подсистеме оптической идентификации

Подсистема должна включать 2 цифровые/аналоговые видеокамеры (цветные или черно-белые) с высоким разрешением (от 500 ТВЛ) во взрывозащищенном корпусе.

Подсистема должна включать оборудование для передачи сигналов от видеокамер на персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением (сервер) для дальнейшей обработки и хранения видеоматериалов.

Программное обеспечение подсистемы должно быть непосредственно связано с программным обеспечением весовой системы, которая в свою очередь должна снабжать систему автоматической регистрации следующей информацией о ходе продвижения состава:

- скорость движения состава;
- направление движения состава;
- признак локомотива.

Все программное обеспечение подсистемы должно быть написано для операционной системы Windows и обладать интегрированным интерфейсом.

Номера распознанных вагонов, а также их количество в составе должны сверяться с номерами и количеством вагонов из акта годности, получаемого с ЖД станции.

Синтаксический контроль бортовых номеров вагонов должен производиться по алгоритму ОАО "РЖД", включая сверку с контрольной суммой в соответствии со стандартом ОАО "РЖД". При этом необходимо учесть то, что могут иметь место ситуации, когда часть цифр, нанесенных на вагоны, выполнена с нарушением требований стандартов ОАО "РЖД".

В случае несоответствия распознанного номера вагона номеру из акта годности, необходимо обеспечить ввод номера оператором вручную после его визуального распознавания стоп-кадров, поступивших от видеокамер.

Изображения от видеокамер должны быть достаточно информативными для распознавания системой, как в автоматическом режиме, так и визуально оператором.

Стоп-кадры от каждой из двух видеокамер должны храниться в виде файлов с расширением *.jpeg на жестком диске персонального компьютера оператора, либо на специально предоставленном для этого серверном пространстве.

1.5.1.3 Требования к составу АРМ оператора

АРМ оператора должен состоять из

- 1) персональный компьютер:

- a. монитор (не менее 19");
 - b. системный блок;
 - c. клавиатура;
 - d. манипулятор типа "мышь";
 - e. плата интерфейсов 2 COM-порта;
- 2) источник бесперебойного питания (ИБП), мощностью не менее 450 Вт;
 - 3) принтер, в комплекте с кабелем USB;
 - 4) лицензионное ПО и лицензионное антивирусное ПО (McAfee).

1.5.2 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) терминала должно быть совместимым с существующими на объектах эксплуатации ПО.

ПО, входящее в состав терминала должно обеспечивать комфортный пользовательский интерфейс на русском языке, обладать лицензионной антивирусной защитой и обеспечивать доступ только для зарегистрированных пользователей, прошедших процедуру аутентификации.

Объем жесткого диска персонального компьютера, либо серверное пространство, выделенное для хранения баз данных должно быть достаточным для размещения на нем информации за 3-х летний период.

Также необходимо предусмотреть:

- звуковое оповещение о начале и окончании прохождения состава;
- вывод на экран видеоизображения проходящего состава в реальном времени;
- просмотр оператором видеоархива;
- возможность просмотра оператором видео ролика прохождения состава или отдельного вагона;
- возможность покадрового просмотра и просмотра в режиме стоп-кадр;

- возможность визуального сравнения оператором инвентарного номера вагона из сформированного (распознанного) списка с номером на видеоизображении борта вагона;
- редактирование оператором в ручном режиме перечня инвентарных номеров вагонов, полученного по результатам автоматического распознавания;
- формирование и печать по команде оператора справки о вагонах состава (дата, время прохождения состава, номер видеокамеры, порядковый номер вагона в составе, инвентарный номер вагона в составе, направление движения, вес вагона (брутто));
- поиск видеоинформации и данных о составе по времени прохождения состава, его бортовому номеру, номеру видеокамеры.

Аппаратура обработки информации должна обеспечить хранение архивов информации:

- протокол событий, тренды – 1 месяц;
- отчеты за два часа, смену, сутки – 3 месяца;
- месячные отчеты – 1 год.

ПО должно иметь резервные архивные копии на компакт-диске.

Аппаратуру обработки информации, обеспечивающую учет нефтепродуктов, необходимо обеспечить источником бесперебойного питания, гарантирующего их работу в течение двух часов. Световую и звуковую сигнализацию о начале питания системы учета от ИБП необходимо вывести на монитор, обеспечить фиксацию времени срабатывания.

Предусмотреть возможность интеграции ПО весов с автоматизированной учетной системой предприятия на базе АИС ТПС.

При работе в автоматическом режиме не должны искажаться первичные данные, поступающие со средств измерений и измерительных систем; при любых способах ввода данных должны быть предусмотрены соответствующие способы контроля, исключающие или выявляющие возможные ошибки.

При применении электронных способов градуировки (юстировки) средств измерений и измерительных каналов весов должна быть предусмотрена

запись в памяти устройства последнего вмешательства; факт вмешательства должен прослеживаться в течение 2-х лет.

1.5.3 Требования к метрологическому обеспечению

В АСИ ЖДЦ должно быть реализовано повагонное взвешивание составов прямым методом статических измерений расцепленных цистерн и движущихся нерасцепленных цистерн и составов из них с возможностью автоматической подстановки значений тары из предыдущих взвешиваний вагона, при этом масса локомотива не должна быть зарегистрирована.

Таблица 3 – Метрологические характеристики весов вагонных

Наибольший предел взвешивания (НПВ), т	100 т для 4-осных 200 т для 8-осных
Наименьший предел взвешивания (НмПВ), т	1
Дискретность отсчета (d) и цена поверочного деления (e), кг: – от НмПВ до 100 т – свыше 100 т до НПВ	20 50
Число поверочных делений (n)	3 000
Предел допускаемой погрешности при статическом взвешивании при первичной поверке (в эксплуатации), кг: – от НмПВ до 30 т – свыше 30 т	$\pm 20 (\pm 40)$ $\pm 40 (\pm 60)$
Скорость движения при взвешивании, км/ч	от 3 до 8
Направление движения при взвешивании	двустороннее
Максимальная транзитная скорость прохождения состава по весам, км/ч	15
Длина ГПУ, мм	от 12 000 до 28 000
Длина секции ГПУ (не более), мм	от 1 500 до 7 000
Максимальное кол-во секций ГПУ, шт.	4

Таблица 4 – Метрологические характеристики системы видеоидентификации

Разрешение, ТВЛ	не менее 500
Вероятность распознавания номеров вагонов, %: – в дневное время – в ночное время (при освещенности 50 люкс)	не менее 95 не менее 90
Допустимый угол отклонения видеокамеры, град: – по горизонтали – по вертикали – одновременно	не менее 200 не менее 300 200/200
Ширина зоны контроля, м	от 5 до 10
Расстояние от оси ЖД пути до видеокамеры, м	не более 6
Время обработки одного кадра (выявление → распознавание → сверка → запись в базу), мс	не более 25
Объем видеoarхива изображений (для жесткого диска объемом 100 Гб) (в зависимости от коэффициента сжатия)	до 10 000 000 изображений

Поставляемая в комплекте кабельная продукция должна иметь действующие сертификаты соответствия, сертификаты пожарной безопасности. Типы кабелей принять с учетом требований раздела 6 ГОСТ 31565-2012 [12].

Срок службы не менее 10 лет. Гарантийный срок не менее 24 месяцев с момента начала эксплуатации. Межповерочный интервал 1 год. Вероятность безотказной работы за 2 000 часов не менее 0,95.

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

Технологический процесс системы приема, выдачи и хранения нефтепродуктов включает в себе следующее:

- слив поступившего в железнодорожных цистернах топлива в приемо-раздаточный резервуар поз. Е-8, $V = 1000 \text{ м}^3$ насосом поз. Н-1/4 КМН 100-125-160;
- отпуск бензина из Е-8 в автоцистерны с помощью автоматизированной системы.

Нефтепродукты поступают на площадку нефтебазы по хранению и перевалке нефти и нефтепродуктов в железнодорожных цистернах по существующим железнодорожным путям.

Хранение Аи-95 осуществляется в резервуаре вертикальном стальном РВС-1000 поз. Е-8, под избыточным парциальным давлением паров нефтепродуктов. Объем емкости по приему, хранению и выдаче Аи-95 определен исходя из планируемых объемов и периодичности поступления, а также выдачи нефтепродуктов.

Предусмотрена возможность освобождения резервуара Е-8 от хранимых продуктов. В случае возникновения аварийных ситуаций нефтепродукты поступают на прием насоса Н-1/2 и по существующей трубопроводной обвязке направляются в резервуар Е-10.

Для удаления подтоварной воды из резервуара Е-8 предусмотрена линия дренирования. Сброс воды осуществляется через сифонный кран КС-50. Подтоварная вода направляется в вакуумную емкость Е-1, из которой поступает в дренажную емкость Е-4.

Выдача нефтепродуктов потребителю осуществляется в автоцистерны.

На территории площадки нефтебазы по хранению и перевалке нефти и нефтепродуктов находится насосная светлых нефтепродуктов, предназначенная для приема нефтепродуктов из железнодорожных цистерн и выдачи их потребителям.

Для перекачки бензина используется насос центробежный, консольный, моноблочный поз.1/4. типа КМН 125-100-160.

Для обеспечения полного слива нефтепродуктов из цистерн используется вакуумная емкость поз. Е-1 $V = 50 \text{ м}^3$ и вакуумные насосы водокольцевые поз. Н-2/1,2, типа ВВН 1-3, ВВН 1-12.

Вакуумная емкость используются так же для заполнения трубопроводов железнодорожной сливной эстакады, при проведении операций слива нефтепродуктов из железнодорожных вагонов-цистерн.

Слив Аи-95 из железнодорожных цистерн производится через нижние сливные устройства, верхними сливными устройствами в случае неисправности или отсутствия нижних сливных устройств котлов вагонов-цистерн (верхний аварийный слив).

Сливная железнодорожная эстакада состоит из:

- двух веток железнодорожного пути (тупик № 5 и тупик № 6);
- двух односторонних сливных эстакад, по одной на каждую железнодорожную ветку.

Подачу цистерн с нефтепродуктами на сливную эстакаду производят при помощи тепловоза, отделенного от поставляемых вагонов-цистерн вагоном прикрытия.

Для освобождения трубопроводов, емкостей, улиток насосов от остатков нефтепродуктов, предусмотрена подземная дренажная емкость Е-4.

Для откачки нефтепродуктов из дренажной емкости поз. Е-4 используется полупогружной насос типа НВ-50/50.

В летнее время для сбора конденсата, образующегося при испарении бензина, находящегося в резервуарах хранения, используется заглубленная ёмкость Е-5 $V = 12,5 \text{ м}^3$. Для откачки конденсата из заглубленной емкости используется полупогруженный насос типа НВ-50/50.

Для налива нефтепродуктов в автоцистерны из резервуаров хранения используется наливная эстакада, на которой находится открытая насосная. Для налива используются комплекс для дозированного налива в автомобильные ци-

стерны в комплекте с наливным стояком Герметичность процесса налива обеспечивается наличием у стояка герметизирующей крышки и газоотводного трубопровода (шланга). В процессе налива вытесняемая паровоздушная смесь отводится по газопроводу до основания стояка. Технологической схемой обеспечивается соединение газоотводного трубопровода с общей системой деаэрации.

Свеча рассеивания предназначена для: выброса в атмосферу паровоздушной фазы от вакуумных насосов, для предремонтных продувок аппаратов и трубопроводов, для гашения вакуума в вакуумных емкостях, для сброса газовых пробок при заполнении насосов и трубопроводов.

Для предотвращения попадания паров нефтепродуктов в атмосферу через свечу рассеивания, предусмотрен гидрозатвор объемом 0,45 м³, заполненный маслом.

Система деаэрации – газовая обвязка представляет собой систему трубопроводов, соединяющих газовые пространства резервуаров, железнодорожных цистерн и системы отвода паров с площадки налива нефтепродуктов.

Газовая обвязка обеспечивает циркуляцию паровоздушной смеси по замкнутому контуру, что предотвращает потери паров топлива в атмосферу, способствует снижению потерь нефтепродуктов при приеме и отпуске (газовая обвязка предназначена для взаимной компенсации вытесняемых и всасываемых объемов газов при перекачках топлива из ж/д цистерн в резервуары и из резервуаров в автоцистерны).

Трубопроводы деаэрации имеют уклон в сторону емкости сбора конденсата Е-5, куда поступают сконденсировавшиеся пары углеводородов и воды. Из Е-5 конденсат откачивается в передвижную автоцистерну.

Для сброса давления в газовой системе выше допустимого на резервуарах предусмотрены дыхательные клапана со встроенными огнепреградителями.

На случай аварийной ситуации на входных и выходных трубопроводах резервуара Е-8, вне обвалования, установлены запорные устройства с электроприводом. На входном и выходном трубопроводах насоса для Н-1/4 установлена отсекающая арматура с электроприводом.

При нормально протекающем технологическом процессе указанные электроздвижки установлены в положение «НО» - нормально открыты. Управление электроздвижками – автоматическое, по месту и с операторной.

Принципиальная технологическая схема сливной эстакады перевалочной нефтебазы приведена в приложении Б.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Структурная схема комплекса аппаратно-технических средств АСИ ЖДЦ сливной эстакады нефтебазы построена по трехуровневому иерархическому принципу в соответствии с п. 1.3.1 настоящего ТЗ.

Нижний (полевой) уровень Системы состоит из первичных средств автоматизации:

- весы вагонные ВВЭ-Т в составе:
 - 1) три секции ГПУ с четырьмя весовыми датчиками С16А каждая;
 - 2) клеммные коробки с встроенными блоками преобразователя сигнала;
 - 3) система защиты от образования наледи в составе подогревателей фундамента ГПУ;
- система считывания номеров вагонов (СчНВ) в составе:
 - 1) видеочамера с модулем питания (2 шт.);
 - 2) прожектор (2 шт.);
 - 3) фотореле (2 шт.);
- индикатор результатов взвешивания по месту в составе светодиодного табло ТС-200;
- кабельная продукция;
- распределительные и клеммные коробки, а также термокожухи.

Нижний уровень выполняет следующие функции:

- измерение параметров технологического процесса и оборудования и преобразования;
- сбор и передачу информации о ходе технологического процесса и состоянии технологического оборудования на верхний уровень посредством оборудования среднего уровня.

Средний уровень АСИ ЖДЦ явно не выражен в Системе и представлен коммуникационными интерфейсами для сбора информации с нижнего (полевого) уровня и передачи этой информации на верхний (информационно-вычислительный) уровень.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень АСИ ЖДЦ в соответствии с требованиями п. 1.3.1 настоящего ТЗ состоит из АРМ оператора СчНВ и АРМ оператора-весовщика.

Состав АРМ оператора СчНВ:

- персональный компьютер в составе:
 - 1) монитор (не менее 19");
 - 2) видеосервер;
 - 3) клавиатура;
 - 4) манипулятор типа "мышь";
 - 5) плата интерфейсов;
- ИБП;
- лицензионное ПО.

Состав АРМ оператора-весовщика:

- персональный компьютер в составе:
 - 1) монитор (не менее 19");
 - 2) весоизмерительный прибор М1РС;
 - 3) клавиатура;
 - 4) манипулятор типа "мышь";
 - 5) плата интерфейсов;
- ИБП;
- принтер, в комплекте с кабелем USB;
- лицензионное ПО.

Верхний уровень Системы выполняет следующие функции:

- прием информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса со среднего уровня системы;
- формирование и оперативное отображение информации в реальном масштабе времени в виде мнемосхем с динамическими элементами, таблиц и графиков отражающими текущее состояние технологического процесса;
- формирование и ведение технологической базы данных;

- выборка информации из базы данных реального времени, выборка и поиск информации в исторической и архивной базе данных;
- формирование и отображение протоколов событий;
- формирование и выдача команд дистанционного управления;
- обмен данными с нижним уровнем Системы посредством оборудования среднего уровня;
- печать отчетной документации, сводок, трендов, протоколов событий, перечней неисправностей и/или отказов;
- бесперебойное питание технических средств верхнего уровня.

Структурная схема комплекса технических средств представлена в приложении А.

4 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов [1].

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирование, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок [1].

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В данной работе функциональная схема автоматизации разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» [13, 14].

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении В.

5 КОМПЛЕКС АППАРАТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСИ ЖДЦ включает в себя устройства измерения и индикации, интерфейсные линии связи, а также систему считывания номеров вагонов.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе и, посредством, коммуникационных интерфейсов осуществляют передачу этой информации на верхний уровень Системы (на АРМ оператора СчНВ и АРМ оператора-весовщика).

5.1 Выбор устройств измерения

АСИ ЖДЦ реализуется на базе весов вагонных, состоящих из трех грузоприемных устройств (ГПУ), включающих в себя по четыре весовых датчика.

5.1.1 Весы вагонные ВВЭ-Т

Весы вагонные ВВЭ-Т (см. рис. 1) (производитель ЗАО "Измерительная техника" г. Пенза) предназначены для измерения массы железнодорожных транспортных средств путем повагонного взвешивания в движении и в режиме статического взвешивания.

Конструктивно весы состоят из модулей.

ГПУ в зависимости от модификации весов может иметь от двух до четырех секций, каждая из которых опирается на четыре весоизмерительных тензорезисторных датчика.

Сигнальные кабели датчиков подключены к электронному весоизмерительному устройству через клеммную и распределительную коробки [5].

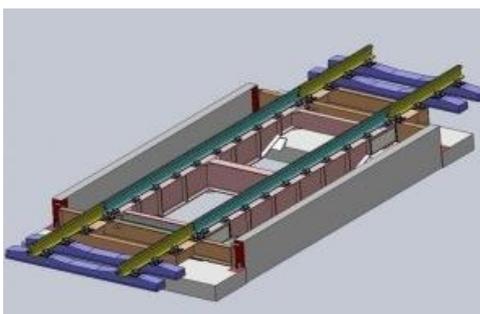


Рисунок 1 – Общий вид секции ГПУ весов вагонных ВВЭ-Т

Принцип действия весов основан на преобразовании деформации упругого элемента весоизмерительного тензорезисторного датчика, возникающей под действием силы тяжести взвешиваемого ЖД транспорта, в цифровой или аналоговый электрический сигнал, пропорционально его массе. Далее этот сигнал обрабатывается и измеренное значение массы выводится на дисплей электронного весоизмерительного устройства.

Весы могут быть оснащены последовательными интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485, Ethernet, или USB 2.0 для связи с периферийными устройствами [5].

Исходя из требований п. 1.5.3 настоящего ТЗ выбраны вагонные весы ВВЭ-Т-200-2-А1.

Основные технические характеристики весов вагонных ВВЭ-Т-200-2-А1 приведены в таблице 5 [5].

Таблица 5 – Технические характеристики весов вагонных

Технические характеристики	Значение
Общие характеристики	
Напряжение питания, VAC	220 ± 10%
Частота, Гц	50 ± 1
Количество секций ГПУ, шт.	3
Длина секции ГПУ, мм	6 120
Длина ГПУ, мм	21 820
Диапазон температур, °С	от минус 50 до плюс 50
Относительная влажность воздуха, %	до 100
Длина кабеля от ГПУ до ВИП, м	400 (по доп. заказу до 9 000)
Межповерочный интервал	1 год
Ср. срок службы весов по госреестру РФ СИ, лет	15
Ежегодное ТО	не требуется
Масса весов, т	28
Метрологические характеристики динамического режима взвешивания	
НПВ, т	200
НмПВ, т	16
Дискретность отсчета, кг	20/50
Направление движения при взвешивании	двустороннее
Скорость движения при взвешивании, км/ч	от 3 до 8
Максимальная транзитная скорость прохождения состава по весам, км/ч	15
Пределы допускаемой погрешности весов при взвешивании в движении вагона в составе без расцепки при первичной поверке (в эксплуатации):	
– в диап. от 16 т до 0,35×НПВ, % от 0,35×НПВ	± 0,3 (± 0,3)
– свыше 0,35×НПВ, % от изм. Массы	± 0,3 (± 0,3)

Продолжение таблицы 5

Технические характеристики	Значение
Метрологические характеристики динамического режима взвешивания	
Пределы допускаемой погрешности весов при взвешивании в движении вагона в составе без расцепки при первичной поверке (в эксплуатации): – в диап. от 16 т до $0,35 \times \text{НПВ}$, % от $0,35 \times \text{НПВ} \times n$ – свыше $0,35 \times \text{НПВ} \times n$, % от изм. Массы	$\pm 0,1 (\pm 0,2)$ $\pm 0,1 (\pm 0,2)$
Метрологические характеристики статического режима взвешивания	
НПВ, т	200
НмПВ, т	0,4
Дискретность отсчета (d) и цена поверочного деления (e), кг: – в диап. от НмПВ до 100 т – в диап. свыше 100 т до НПВ	20 50
Пределы допускаемой погрешности при статическом взвешивании при первичной поверке (а эксплуатации), кг: – в диап. от 0,4 т до 10 т – в диап. св. 10 т до 40 т – в диап. св. 40 т до 100 т – св. 100 т	$\pm 10 (\pm 20)$ $\pm 20 (\pm 40)$ $\pm 30 (\pm 60)$ $\pm 75 (\pm 150)$

Схема установки весов вагонных представлена в приложении Г.

5.1.2 Весоизмерительные датчики С16А

Датчики весоизмерительные тензорезисторные С (см. рис. 2) (производитель "Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH", Германия) предназначены для преобразования силы в измеряемую физическую величину (аналоговый или цифровой измерительный сигнал) и применяются для измерения массы взвешиваемого объекта с учетом влияния силы тяжести и выталкивающей силы воздуха (Архимеда) в месте измерения [7, 8, 9, 10].



Рисунок 2 – Внешний вид весоизмерительного датчика С16А

Конструкция датчиков включает в себя следующие основные части: упругий элемент и наклеенные на него тензорезисторы, соединенные по мостовой схеме (см. рис. 3). Упругий элемент датчиков выполнен из нержавеющей стали. Вид нагрузки, прикладываемой к датчикам – сжатие [7, 8, 9, 10].



Рисунок 3 – Шестипроводная мостовая схема датчика С16А

Принцип действия датчиков основан на изменении электрического сопротивления тензорезисторов, вызванном деформацией под действием прикладываемой нагрузки. Изменение электрического сопротивления вызывает появление в диагонали моста электрического сигнала напряжения, изменяющегося пропорционально нагрузке [7, 8, 9, 10].

На базе данных ВИП строится ГПУ выбранных весов вагонных ВВЭ-Т.

Согласно требованиям п. 1.5.3 настоящего ТЗ и информации, указанной в [7, 8, 9, 10] выбрана модификация датчиков С16АС3200-ЕЕХД-S12-N-N.

Основные технические характеристики тензорезисторного ВИП С16А представлены в таблице 6 [7, 8, 9, 10].

Таблица 6 – Технические характеристики ВИП С16А

Технические характеристики	Значение
Класс точности по OIML R 60:2000 [15]	С3
Максимальное число поверочных делений (n_{max})	3 000
Максимальная нагрузка (E_{max}), т	200
Минимальный поверочный интервал (v_{min})	$E_{max} / 12\ 000$
Минимальная статическая нагрузка (E_{min}), % от E_{max}	0
Предел допустимой нагрузки (E_{lim}), % от E_{max}	150
Входное (выходное) сопротивление, Ом	700 (706)
Выходной сигнал, мВ/В	2

Предельные значения температуры, °С	от минус 50 до плюс 50
-------------------------------------	------------------------

5.1.3 Терминал М1РС

Согласно требованиям п. 1.5.1 настоящего ТЗ, а также информации, указанной в [5, 6], в качестве ВИП верхнего уровня использован терминал М1РС-03 на базе промышленного ПЭВМ (см. рис. 4).



Рисунок 4 – Общий вид терминала М1РС-03 на базе ПЭВМ

Данный терминал используется в качестве АРМ оператора-весовщика. Основные технические характеристики представлены в таблице 7 [5, 6].

Таблица 7 – Технические характеристики терминала М1РС

Технические характеристики	Значение
Ресурс работы, ч	не менее 100 000
Фильтр вибраций	многоступенчатый, цифровая фильтрация, интеллектуальный алгоритм обработки
Наличие интерфейсов	RS-232, RS-422, Ethernet
Степень защиты	IP40
Диапазон рабочих температур, °С	от 0 до плюс 40
Относительная влажность, %	95
Наличие молниезащиты	внутренняя молниезащита
Погрешность, %	0,01
Технические и программные средства калибровки весов из помещения весовой и/или пункта управления	весы не требуют балансировки датчиков с помощью резисторов; применена автокалибровка с частотой взвешивания
Дополнительные функции	– диагностика (неисправность датчиков, сбои программы, нестабильность весов, перегруз); – ведение протокола работы программы

5.2 Выбор прочего оборудования

Согласно информации производителя, остальное оборудование, включающее в себя кабельную продукцию, устройства видеонаблюдения и индикации, а также защитные термокожухи для них, и клеммные и распределительные

коробки с преобразователями интерфейса поставляются комплектно с АСИ ЖДЦ.

Однако, для прокладки кабелей по площадкам и помещениям требуется дополнительное оборудование в виде газоводопроводных труб (обыкновенных и толстостенных по ГОСТ 3262-75), цанговых адаптеров (АТР 15/15), герметичных металлорукавов (в ПВХ оболочке пониженной горючести, IP67 Герда-МГ-16-нг-ХЛ ТУ 4833-011-76960731-2008), заземляющих проводников (П-750 ТУ 36-1276-85) и заземляющих устройств (стальные полосы по ГОСТ 103-2006), а также кабельных каналов (Legrand 0 104 19).

5.3 Нормирование погрешности канала измерения

Нормирование погрешности канала измерения выполняется в соответствии с РМГ 62-2003 «Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации» [16].

Так как в ходе технологического процесса осуществляется фактически измерение единственной величины (веса), то, в связи с этим, осуществим нормирование погрешности канала измерений веса.

Требование к погрешности канала измерения согласно п. 1.5.3 настоящего ТЗ не более 0,0003 % (вычислено по табл. 3).

Расчет допустимой погрешности измерений расходомера производится по формуле (5.1):

$$\delta_1 \leq \sqrt{\delta^2 - (\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2)}, \quad (5.1)$$

где $\delta = 0,0003 \%$ - требуемая суммарная погрешность измерения канала измерений при доверительной вероятности 0,95;

δ_2 – погрешность передачи по каналу измерений;

δ_3 – погрешность, вносимая преобразователем сигнала;

$\delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7$ – дополнительные погрешности, вносимые напряжением питания датчика, температурой окружающего воздуха, вибрациями и продолжительностью эксплуатации соответственно.

Погрешность передачи по каналу измерений в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_2 = \frac{0,0003 \cdot 38}{100} = 0,000114 \text{ \%}.$$

Погрешность, вносимая преобразователем сигнала в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_3 = \frac{0,0003 \cdot 16}{100} = 0,000048 \text{ \%}.$$

При расчете также учитываются дополнительные погрешности, вызываемые влиянием:

- напряжения питания;
- температуры окружающего воздуха;
- вибрации;
- продолжительности эксплуатации.

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием напряжения питания, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_4 = \frac{0,0003 \cdot 5}{100} = 0,000015 \text{ \%}.$$

Дополнительная погрешность, вносимая влиянием температуры окружающего воздуха, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_5 = \frac{0,0003 \cdot 9}{100} = 0,000027 \text{ \%}.$$

Дополнительная погрешность, вносимая вибрацией, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_6 = \frac{0,0003 \cdot 5}{100} = 0,000015 \text{ \%}.$$

Дополнительная погрешность, вносимая продолжительностью эксплуатации, в соответствии с рекомендациями [16]:

$$\delta_7 = \frac{0,0003 \cdot 26}{100} = 0,000078 \%$$

Таким образом, подставив в формулу (5.1) полученные значения, считаем допустимую основную погрешность расходомера:

$$\delta_1 = 0,00026\%$$

В итоге видно, что основная погрешность выбранного весоизмерительного устройства не превышает допустимой расчетной погрешности. Следовательно, прибор пригоден для использования.

6 РАЗРАБОТКА СХЕМ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

Схемы соединений и подключений внешних проводок разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013 [14]. Схемы разработаны для следующего КАТС:

- весы вагонные ВВЭ-Т в составе:
 - 1) три секции ГПУ с четырьмя весовыми датчиками С16А каждая;
 - 2) клеммные коробки с встроенными блоками преобразователя сигнала;
 - 3) система защиты от образования наледи в составе подогревателей фундамента ГПУ;
- система считывания номеров вагонов (СчНВ) в составе:
 - 1) видеокамера с модулем питания (2 шт.);
 - 2) прожектор (2 шт.);
 - 3) фотореле (2 шт.);
- индикатор результатов взвешивания по месту в составе светодиодного табло ТС-200;
- кабельная продукция;
- распределительные и клеммные коробки, а также термокожухи.

Весоизмерительные датчики имеют выходным сигналом унифицированный токовый сигнал 4-20 мА, который посредством блока преобразователей сигнала, встроенного в клеммную коробку, трансформируется в сигнал промышленного интерфейса RS-422. Напряжение питания датчиков – 24 VDC. Все устройства на схемах внешних проводок расключены в соответствии с их схемами.

Светодиодное табло связывается с весоизмерительным терминалом посредством промышленного интерфейса RS-232. Для подключения видеокамер используется специальный видеокабель.

Вся кабельная продукция входит в комплект поставки весов вагонных.

Для прокладки кабельной продукции по площадке сливной эстакады перевалочной нефтебазы используются следующие материалы:

- адаптер цанговый "труба-рукав" АТР 15/15 мм;
- труба водогазопроводная черная Ду15х2,8 ГОСТ 3262-75;
- труба водогазопроводная черная Ду32х2,8 ГОСТ 3262-75;
- труба водогазопроводная черная Ду80х4,0 ГОСТ 3262-75;
- труба водогазопроводная черная Ду100х4,5 ГОСТ 3262-75;
- металлорукав герметичный в ПВХ оболочке пониженной горючести, IP67 ГЕРДА-МГ-16-нг-ХЛ ТУ 4833-011-76960731-2008;
- проводник заземляющий П-750 ТУ 36-1276-85;
- полоса стальная 4х25 мм ГОСТ 103-2006.

Схемы соединений и подключений внешних проводок приведены в приложении Д.

7 РАЗРАБОТКА ПЛАНОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОВОДОК

Разработка планов расположения оборудования и проводок, в первую очередь, преследует цель отображения линий соединения и взаимодействия нижнего, среднего и верхнего уровней.

Также, при создании подобных схем ставится задача наиболее рационально и компактно расположить проектируемое оборудование в помещении.

На данном этапе проектирования осуществляются следующие проектные решения:

- определяется расположение проектируемого оборудования;
- определяется расположение кабельных трасс;
- определяются методы прокладки кабельных трасс:
 - 1) в чем прокладывать кабельные линии;
 - 2) способы осуществления спусков/подъемов кабельных линий;
 - 3) какие кабельные вводы использовать;
 - 4) способы прокладки слаботочных кабельных линий и силовых цепей и т.д.

Таким образом, при разработке планов расположения оборудования и проводок были приняты следующие решения:

- За относительную отметку 0,000 принят уровень пола операторной сливной эстакады.
- Прокладку кабелей внутри блока выполнить вдоль стены в кабель-каналах.
- Спуски/подъемы кабельных линий выполнить в кабель-каналах.
- Кабельные линии силовых цепей проложить отдельно от слаботочных кабельных линий (в разных кабель-каналах).
- При монтаже руководствоваться требованиями СНиП 3.05.07-85, СТО 11233753-001-2006, ПУЭ и инструкциями завода-изготовителя по монтажу на соответствующее оборудование.

– Для прохода внешней кабельной продукции через стену здания операторной слива используется существующий кабельный ввод.

– В соответствии с требованиями Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ, СНиП 3.05.06-85 проходы кабельных линий через кабельный ввод выполнить в гильзах (отрезках труб). Зазоры между кабелями и трубой, трубами и строительной конструкцией заделать легко удаляемой массой из негорючего материала, предел огнестойкости которого не ниже предела огнестойкости строительной конструкции.

План расположения оборудования и проводок в операторной сливной эстакады представлен в приложении Е.

8 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Операции слива нефтепродуктов из ЖД цистерн через нижний слив на рассматриваемой ПНБ осуществляются самотеком из цистерны при подключении ее к трубопроводу, открытии оператором крана на цистерне и, затем, автоматизированном открытии электрозадвижки на трубопроводе. Управление электрозадвижками осуществляется посредством контроллерного оборудования Siemens SIMATIC S7-300 (оборудование существующее). Таким образом, в данной ВКР описана разработка алгоритмов управления существующими электроприводами задвижек.

Алгоритмы разрабатываются для существующей системы управления электроприводных задвижек, построенной на базе ПЛК Siemens, применяемых на рассматриваемой НБ.

Разработка алгоритмов управления преследует следующие цели:

- повышение уровня информированности персонала и достоверности данных по состоянию технологического оборудования;
- повышение качества ведения технологического режима и его безопасности;
- повышение оперативности действий персонала;
- улучшение экологической обстановки на объекте;
- повышение надежности управления объектом.

Функционирование алгоритмов позволяет обрабатывать входные сигналы, и команды оператора, поступающие с АРМ оператора НС, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору.

Входной информацией для алгоритмов является:

- конфигурационные данные ПЛК;
- значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК с датчиков и преобразователей;
- данные поступающие по интерфейсу;

- данные, формируемые при управлении технологическим оборудованием с АРМ оператора.

Кроме этого отдельные алгоритмы используют данные, полученные в результате функционирования других алгоритмов.

При разработке алгоритмов функционирования электроприводов были приняты следующие допущения:

- существуют локальные автоматические системы контроля и управления;

- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;

- информационная сеть является распределенной;

- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;

- система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня.

Принятая модель построения системы соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах:

- автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров;

- включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления;

- текущая работа системы в режимах:

- 1) местном (ручном);

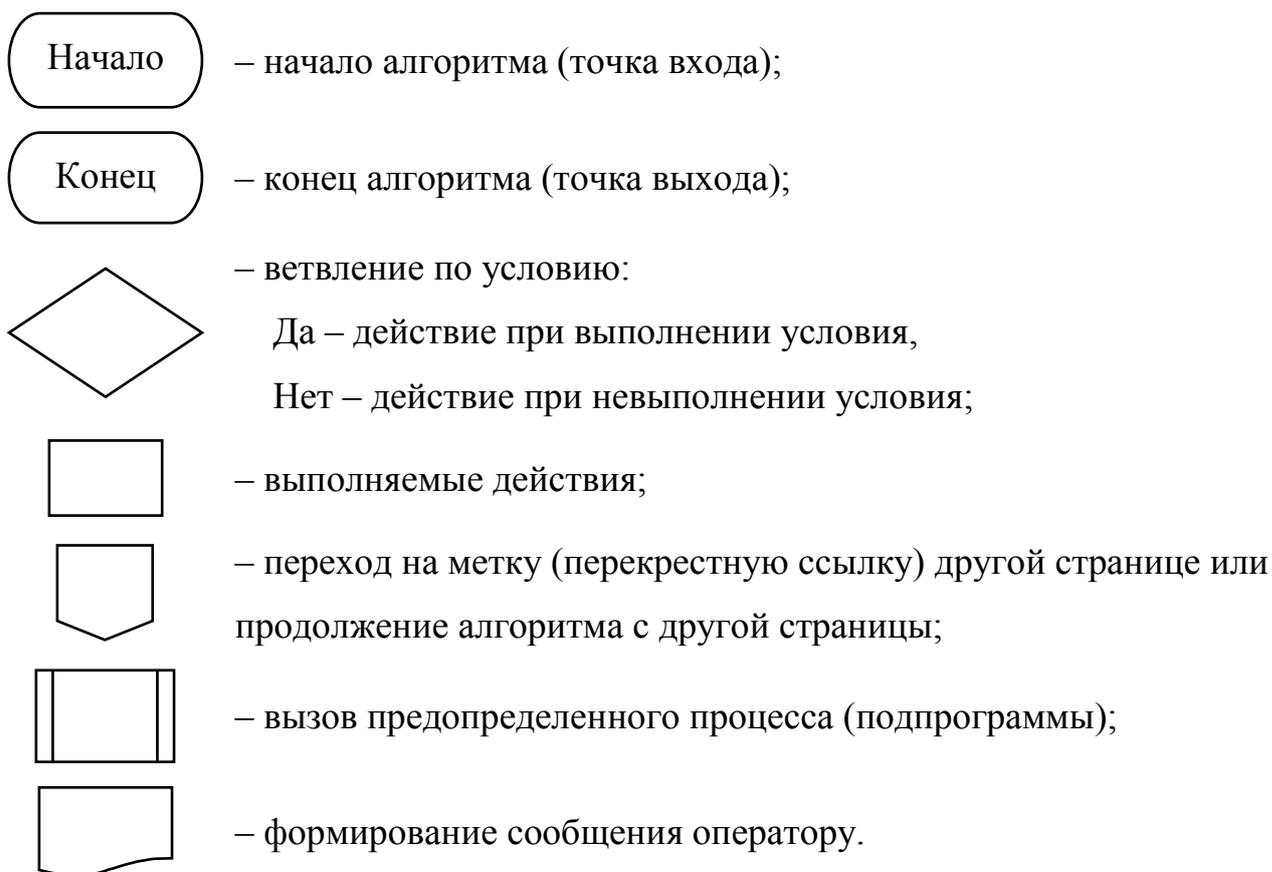
- 2) дистанционном;

- 3) автоматическом;

- 4) настройки;

- восстановление работы системы.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы (согласно ГОСТ 19.701-90 [17]):



8.1 Алгоритм управления электроприводной задвижкой

Алгоритм предназначен для управления электрозадвижкой.

Входными сигналами состояния являются сигналы "Открыта", "Закрыта", "Отказ".

Выходными сигналами являются сигналы "Открыть", "Закрыть", "Стоп", "Местное управление", "Дистанционное управление".

Если сигналы "Открыта" и "Закрыта" активны одновременно, формируется сигнализация "Ошибка состояния электрозадвижки".

Если активен сигнал "Отказ", формируется сигнализация "Отказ привода электрозадвижки".

Если сигналы "Открыта" и "Закрыта" неактивны одновременно, задвижка находится в положении "Промежуточное".

По команде "Открыть" выходной сигнал "Открыть" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону открытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Открыта" становится активным. Если за заданное время сигнал "Открыта" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Отказ открытия электрозадвижки". Команда "Открыть" разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда "Заккрыть", нет активных сигнализаций "Ошибка состояния электрозадвижки", "Отказ привода электрозадвижки".

По команде "Заккрыть" выходной сигнал "Заккрыть" устанавливается в активное состояние на заданное время. При этом задвижка начинает двигаться в сторону закрытия. Команда считается выполненной, когда состояние сигнала "Заккрыта" становится активным. Если за заданное время сигнал "Заккрыта" не переходит в активное состояние, формируется сигнализация "Отказ закрытия электрозадвижки". Команда "Заккрыть" разрешена, если установлен дистанционный режим, не выполняется команда "Открыть", нет активных сигнализаций "Ошибка состояния электрозадвижки", "Отказ привода электрозадвижки".

По команде "Стоп" значение выходного сигнала "Стоп" устанавливается в активное состояние на время, достаточное для разрыва цепи пускателя и снятия самоподхвата. Команда "Стоп" разрешена, если установлен дистанционный режим.

Управление положением задвижки осуществляется в местном и дистанционном режимах. Управление задвижкой в дистанционном режиме предусматривает либо открытие, закрытие и останов открытия или закрытия по командам оператора с панели управления задвижкой или по условию, либо автоматическое управление задвижкой (для задвижек с автоматическим управлением). В местном режиме дистанционное управление задвижкой блокируется, и управление осуществляется по месту.

Установка дистанционного режима осуществляется командой "Дистанционный". В результате выполнения команды сигнал "Дистанционное управление" устанавливается в активное состояние, сигнал "Местное управление"

устанавливается в неактивное состояние. Дистанционный режим является основным.

Установка местного режима осуществляется командой "Местный". В результате выполнения команды сигнал "Местное управление" устанавливается в активное состояние, сигнал "Дистанционное управление" устанавливается в неактивное состояние. В местном режиме дистанционное управление задвижкой блокируется.

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 8.

Таблица 8 – Входы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_on	bool	Состояние электрозадвижки «Открыта»
vlv_off	bool	Состояние электрозадвижки «Закрыта»
vlv_fail	bool	Состояние электрозадвижки «Отказ»
vlv_rem_cmd	bool	Нажата кнопка «Дистанционный» с АРМ оператора
vlv_loc_cmd	bool	Нажата кнопка «Местный» с АРМ оператора
vlv_open_cmd	bool	Нажата кнопка «ОТКРЫТЬ» с АРМ оператора
vlv_close_cmd	bool	Нажата кнопка «ЗАКРЫТЬ» с АРМ оператора
vlv_stop_cmd	bool	Нажата кнопка «СТОП» с АРМ оператора
vlv_mask	bool	Режим электрозадвижки «Маскирование» включен
t_o_pusk	bool	Пуск сторожевого таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reach	bool	Срабатывание таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reset	bool	Сброс сторожевого таймера на открытие электрозадвижки
t_c_pusk	bool	Пуск сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reach	bool	Срабатывание таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reset	bool	Сброс сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки

Выходами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 9, а также сигнализации и сообщения оператору.

Таблица 9 – Выходы алгоритма

Обозначение	Тип данных	Описание
vlv_open	bool	Управляющий сигнал задвижки «Открыть»
vlv_close	bool	Управляющий сигнал задвижки «Закрыть»
vlv_stop	bool	Управляющий сигнал задвижки «Стоп»
vlv_loc	bool	Управляющий сигнал задвижки «Местное управление»
vlv_rem	bool	Управляющий сигнал задвижки «Дистанционное управление»

На рисунке 5 представлена блок-схема алгоритма обработки состояния электрозадвижки.

На рисунке 6 представлена блок-схема алгоритма останова электрозадвижки (подпрограмма «Останов электрозадвижки»).

На рисунке 7 представлена блок-схема алгоритма открытия электрозадвижки (подпрограмма «Открытие электрозадвижки»).

На рисунке 8 представлена блок-схема алгоритма закрытия электрозадвижки (подпрограмма «Закрытие электрозадвижки»).

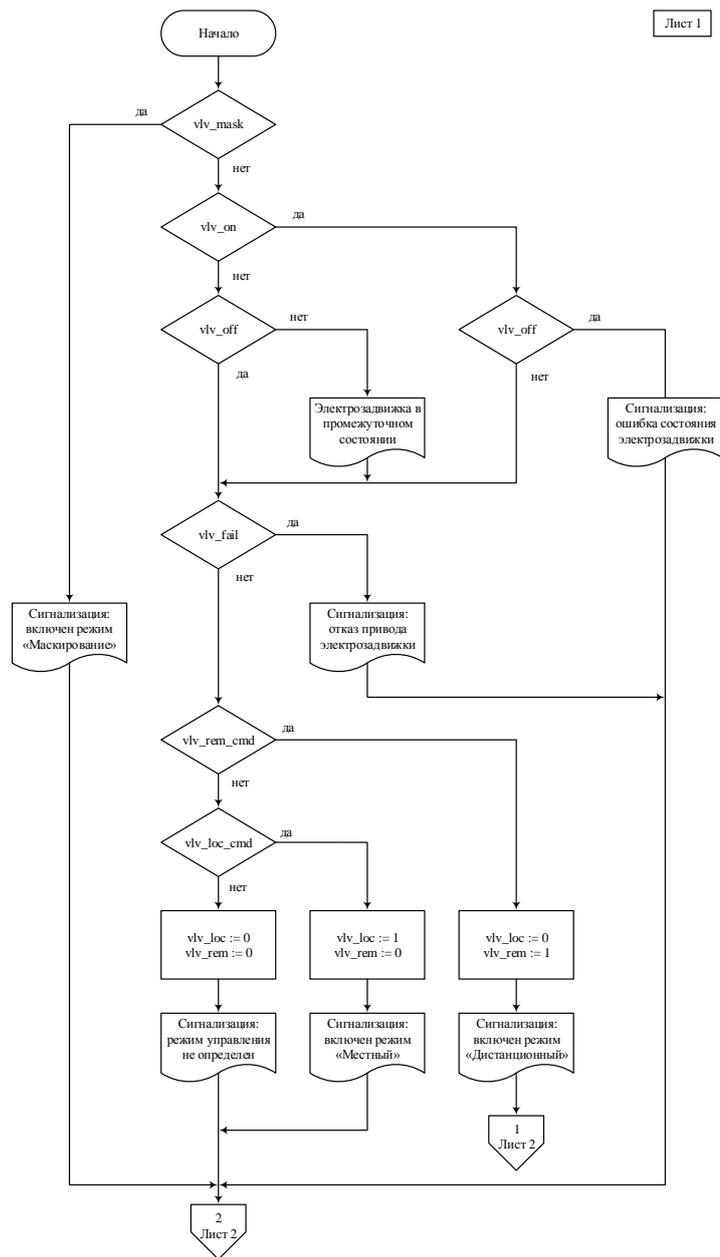


Рисунок 5 – Блок-схема алгоритма обработки состояния электрозадвижки (лист 1 из 2)

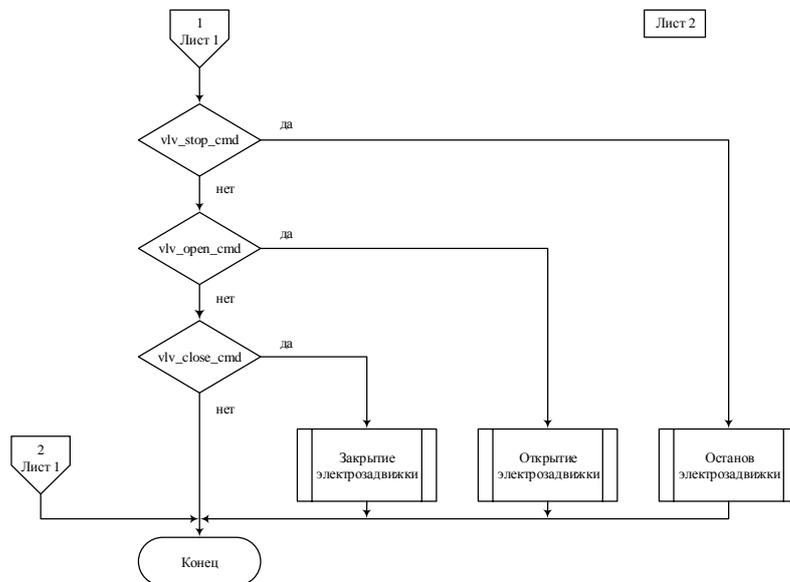


Рисунок 5 – Блок-схема обработки состояния электрозадвижки (лист 2 из 2)

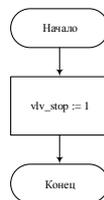


Рисунок 6 – Блок-схема алгоритма останова электрозадвижки (подпрограмма «Останов электрозадвижки»)

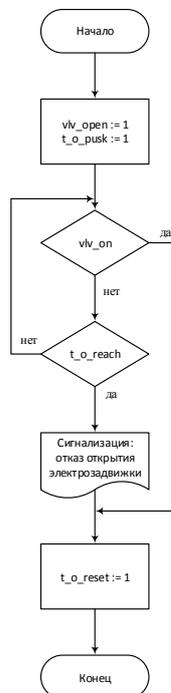


Рисунок 7 – Блок-схема алгоритма открытия электрозадвижки (подпрограмма «Открытие электрозадвижки»)

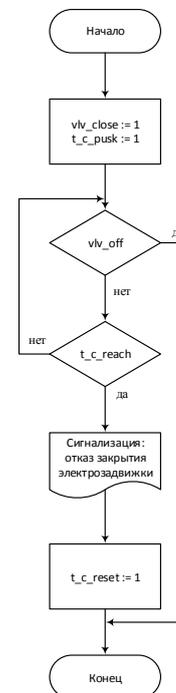


Рисунок 8 – Блок-схема алгоритма закрытия электрозадвижки (подпрограмма «Закрытие электрозадвижки»)

8.2 Разработка программно-алгоритмического обеспечения

В качестве среды разработки используется программный продукт Simatic Process Control System 7 (PCS 7 v8) компании Siemens, являющийся распределенной системой управления, которая интегрирует среду программирования контроллеров линейки Simatic S7 3xx и 4xx Simatic Step 7, SCADA-систему Simatic WinCC, а также конфигуратор станций, предназначенный для интеграции двух вышеописанных программных средств, - Station Configurator. Работу с проектом в целом обеспечивает главная утилита Step 7 — Simatic Manager.

Simatic PCS 7 является однородной, функционально полной интегрированной системой. Она гарантирует безусловное выполнение всех типовых требований к системам управления на всех этапах ее существования от проектирования до практической эксплуатации:

- простое и безопасное управление процессами;
- удобство оперативного управления и визуализации;
- эффективное, быстрое и однородное проектирование;
- гибкое использование сетей полевого уровня;
- возможность использования гибкого пакетного управления;
- открытость, возможность использования оборудования других производителей;
- широкое использование IT-технологий, непосредственное включение в среду ERP.

Step 7 поддерживает следующие языки программирования, базирующиеся на языках стандарта IEC 61131-3:

- LAD – графический язык ладдерных диаграмм, или иначе – язык релейно-контактной логики;
- FBD – графический язык функциональных блоков;
- STL – низкоуровневый ассемблероподобный язык инструкций на базе IL (Instruction List) IEC 61131-3;

- SCL – структурированный паскалеподобный язык программирования на базе языка ST IEC 61131-3;
- SFC – графический высокоуровневый язык последовательностных функциональных диаграмм состояния на базе математического аппарата сетей Петри (описывает последовательности состояний и условий переходов);
- GRAPH – графический высокоуровневый язык на основе графов состояний системы.

Помимо стандартных языков IEC 61131-3, пакет Step 7 включает в себя возможность программирования на языке CFC (Continuous Function Chart) – язык непрерывных функциональных чартов. Данный язык является некоей графической высокоуровневой комбинацией языков FBD и GRAPH, позволяющей программировать (в сущности, объединять в чартовые диаграммы) взаимосвязи между функциональными блоками, написанными на прочих вышеописанных языках.

Более того, среда Simatic Step 7 позволяет без труда конвертировать самонаписные функции и библиотеки между языками FBD, LAD и SCL.

Данный проект выполнялся с использованием, в основном, языка LAD.

Программная реализация алгоритмов управления приведена на рисунке 9.

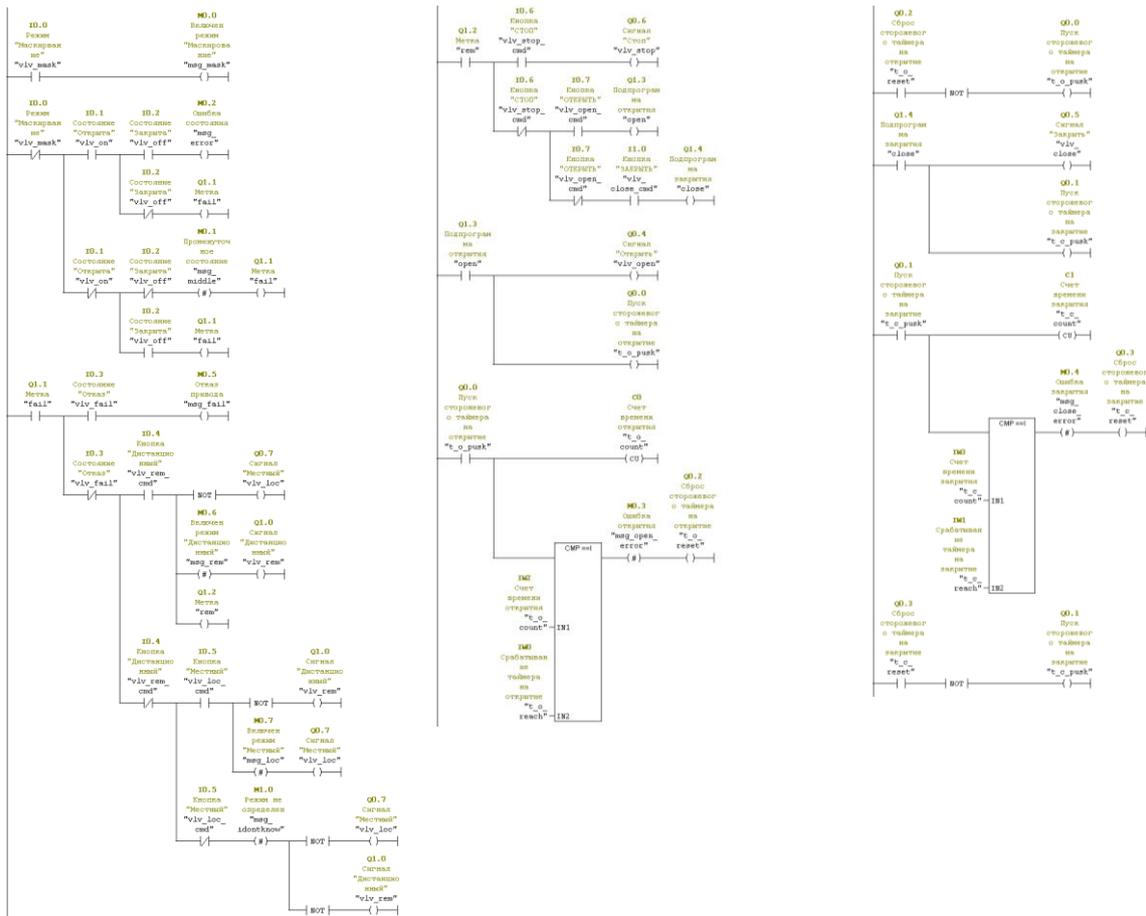


Рисунок 9 – Программная реализация алгоритма управления электроприводной задвижкой

9 РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ

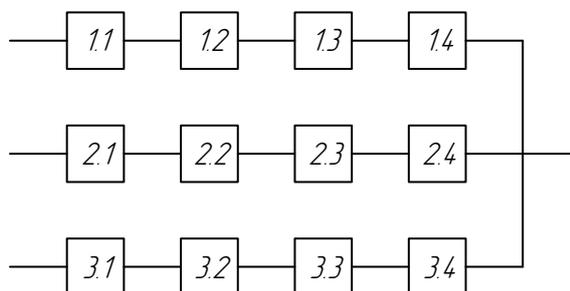
Расчет надежности – это процедура определения значений показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности элементов объекта, данным о надежности объектов аналогов, данным о свойствах материалов и другой информации, имеющейся к моменту расчета.

Расчеты в данном пункте ВКР выполнены с учетом указаний и рекомендаций источников [3, 18].

9.1 Общие сведения о системе

Согласно структурной схеме КАТС (см. приложение А) отказ одного из весоизмерительных датчиков С16А, установленных в каждом ГПУ может привести к отказу этого самого ГПУ, но не всех весов вагонных в целом.

Таким образом, структурная схема приобретет нижеследующий вид (см. рис. 10).



1.1 ... 1.4, 2.1 ... 2.4, 3.1 ... 3.4 – весоизмерительные датчики С16А

Рисунок 10 – Структурная схема надежности

Используемые ВИП согласно источников [7, 8, 9, 10] характеризуются средним временем наработки на отказ – 20 000 ч.

Таким образом, интенсивность отказа каждого устройства согласно формуле (9.1) составит:

$$\lambda = 1/T, \quad (9.1)$$

где T – среднее время наработки на отказ, ч.

$$\lambda = 1/20\,000 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ (ч}^{-1}\text{)},$$

где λ – интенсивность отказа одного весоизмерительного датчика С16А.

9.2 Расчет вероятности безотказной работы системы

Вероятность безотказной работы – это вероятность того, что в пределах заданной наработки или заданном интервале времени отказ объекта не возникнет.

Расчет вероятности безотказной работы системы проводится для интервала времени, равного одному году ($t = 8760$ ч).

Вероятность безотказной работы в течение времени t каждого устройства рассчитывается по формуле (9.2):

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot T}, \quad (9.1)$$

где λ – интенсивность отказов устройства, ч⁻¹;

T – среднее время наработки на отказ, ч.

Таким образом, вероятность безотказной работы каждого устройства в течение указанного интервала времени согласно формуле (9.2) составляет:

$$R(t) = e^{-5 \cdot 10^{-5} \cdot 8760} = 0,64533,$$

где $R(t)$ – вероятность безотказной работы одного весоизмерительного датчика С16А.

Вероятности безотказной работы последовательно и параллельно соединенных элементов рассчитываются по формулам (9.3) и (9.4) соответственно:

$$R(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t), \quad (9.3)$$

$$R(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - R_i(t)], \quad (9.4)$$

где $R_i(t)$ – вероятность безотказной работы i -го элемента в системе;

n – количество элементов в системе.

Таким образом, согласно структурной схеме надежности (см. рис. 10) и формуле (9.3) вероятность безотказной работы измерительной системы одного ГПУ составляет:

$$R_{\text{ГПУ}}(t) = R^4(t) = 0,645326^4 = 0,17343.$$

Тогда, согласно структурной схеме надежности (см. рис. 10) и формуле (9.4) вероятность безотказной работы весов вагонных электронных составит:

$$R_{\text{ВВЭ}}(t) = 1 - [1 - R_{\text{ГПУ}}(t)]^7 = 1 - (1 - 0,17343)^7 = 0,4353.$$

Как видно, вероятность безотказной работы проектируемых вагонных весов в течение одного года достаточна.

9.3 Расчет среднего времени наработки на отказ и интенсивности отказов системы

Зная вероятность безотказной работы системы, полученную в п. 9.2 настоящей работы, определим ее среднее время наработки на отказ с помощью формулы (9.5):

$$T_{\text{ВВЭ}} = \int_0^{\infty} R_{\text{ВВЭ}}(t) dt. \quad (9.5)$$

Из формулы (9.5) получаем, что среднее время наработки на отказ весов вагонных составляет: $T_{\text{ВВЭ}} = 9176$ ч.

Интенсивность отказов легко вычислить по формуле (9.6):

$$\lambda_{\text{ВВЭ}}(t) = \frac{a_{\text{ВВЭ}}(t)}{R_{\text{ВВЭ}}(t)}, \quad (9.6)$$

где $a(t)$ – частота отказов системы, которая вычисляется по формуле (9.7):

$$a_{\text{ВВЭ}}(t) = -\frac{d}{dt} R_{\text{ВВЭ}}(t). \quad (9.7)$$

Таким образом, из формул (9.6) и (9.7) получаем:

$$a(t) = 7,109352 \cdot 10^{-5} \text{ (ч}^{-1}\text{)},$$

$$\lambda(t) = 1,633336 \cdot 10^{-4} \text{ (ч}^{-1}\text{)}.$$

График зависимости частоты отказов системы $a(t)$ от времени представлен на рисунке 11.

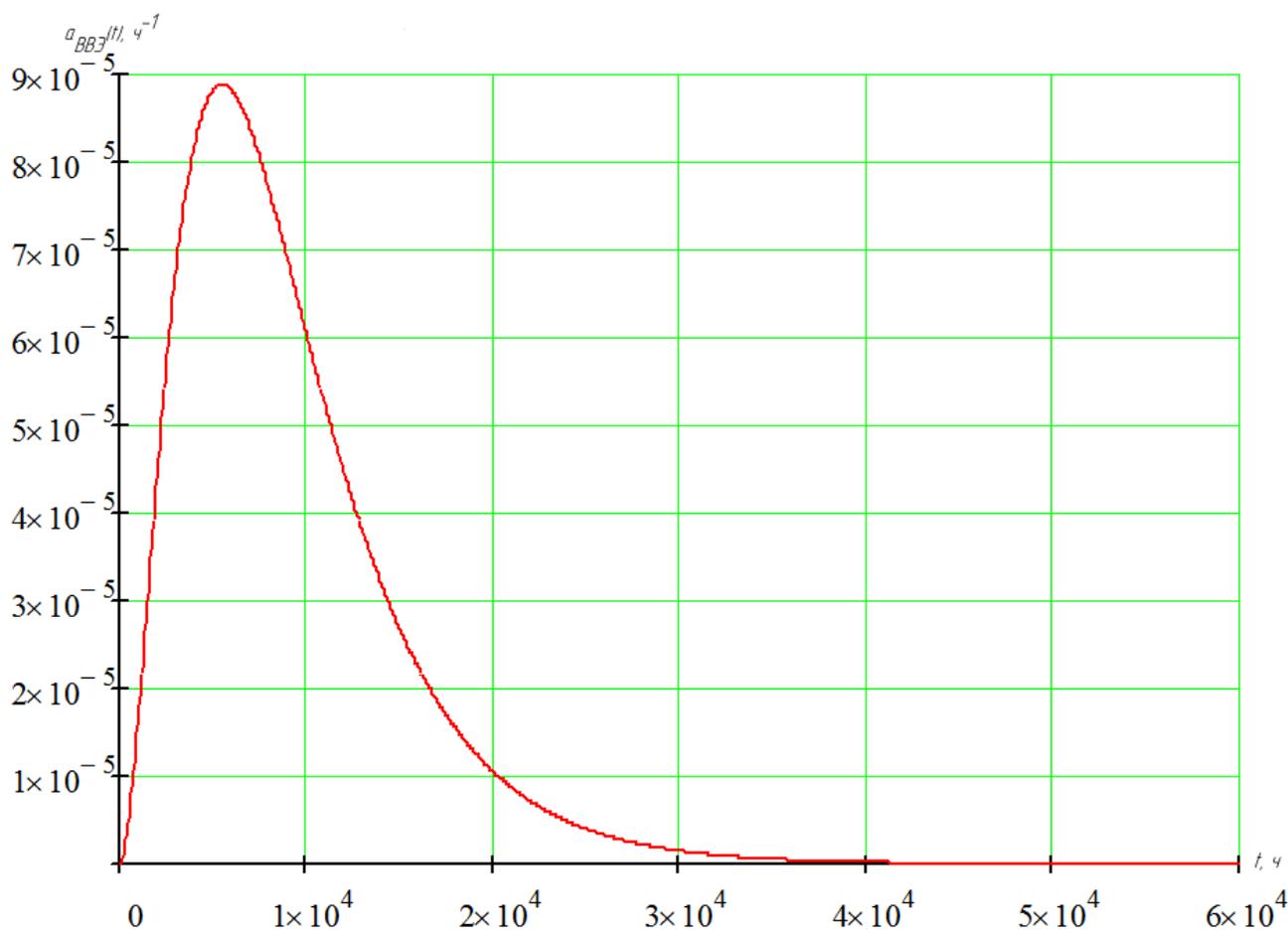


Рисунок 11 – График зависимости частоты отказов системы от времени

9.4 Расчет времени безотказной работы системы

Время безотказной работы – величина, определяющая время работы элемента до отказа.

Принимая вероятность безотказной работы системы равной 0,9, определим время безотказной работы системы.

Воспользуемся пакетом *Mathcad* для решения уравнения $R_{BBЭ}(t) = 0,9$ относительно переменной t . В результате выполненных расчетов было определено, что время безотказно работы электронных вагонных весов составляет 3 120 ч, что позволяет сделать вывод о том, что весы вагонные способны непрерывно и безотказно проработать практически 4,5 месяца.

10 ЭКРАННЫЕ ФОРМЫ АСИ ЖДЦ

Согласно требованиям настоящего ТЗ на ОРМ оператора-весовщика и оператора СчНВ необходимо предусмотреть специализированное ПО визуализации взвешиваемых вагонов.

Для выполнения соответствующих требований применен ряд комплектного ПО:

- система оптического считывания номеров вагонов (СчНВ);
- система контроля позиционирования вагона (КПВ);
- система видеонаблюдения (ВНВ).

Каждая из данных систем может поставляться как отдельно, так и в комплексе, и предназначена для использования совместно с вагонными весами производителя ЗАО "Измерительная техника" (г. Пермь).

Синтез вышеуказанных систем в комплектации с соответствующим ПО образует удовлетворяющую требованиям настоящего ТЗ информационную систему, главное окно которой представлено на рисунках 12 и 13.

The screenshot displays the ARМ operator interface. On the left, there is a table with columns for wagon number, current mass, previous mass, net mass, speed, and axle count. The table contains 22 rows of data. On the right, there is a video feed from two cameras, showing a green freight wagon with the number 573 65553. The interface also includes a menu bar at the top and a filter section above the table.

№	Номер	Масса с весов (текущее взвешивание), кг	Масса с весов (предыдущее взвешивание) в кг	Масса нетто в кг	Скорость, км/ч	Количество осей
1	51041051	86 440	25 640	60 800	5,87	4
2	54772173	88 620	26 660	61 960	5,53	4
3	54048616	87 160	26 060	61 100	4,99	4
4	50868090	87 140	26 040	61 100	4,48	4
5	50868199	87 600	26 220	61 380	4,00	4
6	57308272	88 020	26 220	61 800	3,78	4
7	58638859	87 460	26 380	61 080	3,75	4
8	53861084	76 040	24 620	51 420	3,68	4
9	57038747	87 740	26 140	61 600	3,62	4
10	55691307	88 000	26 140	61 860	3,58	4
11	57244204	87 100	26 160	60 940	3,53	4
12	54682505	88 260	26 780	61 480	3,59	4
13	50352038	88 040	26 500	61 540	3,70	4
14	50352483	88 220	26 600	61 620	3,82	4
15	50180397	87 340	25 200	62 140	3,98	4
16	50912484	88 260	27 100	61 160	4,11	4
17	52025517	86 800	26 180	60 620	4,24	4
18	57365553	87 400	26 300	61 100	4,41	4
19	52025202	87 660	26 560	61 100	4,55	4
20	57631996	88 160	26 440	61 720	4,56	4
21	53863064	76 920	24 520	52 400	4,49	4
22	58638438	87 480	26 660	60 820	4,45	4

Рисунок 12 – Главное информационное окно АРМ оператора (вид 1)

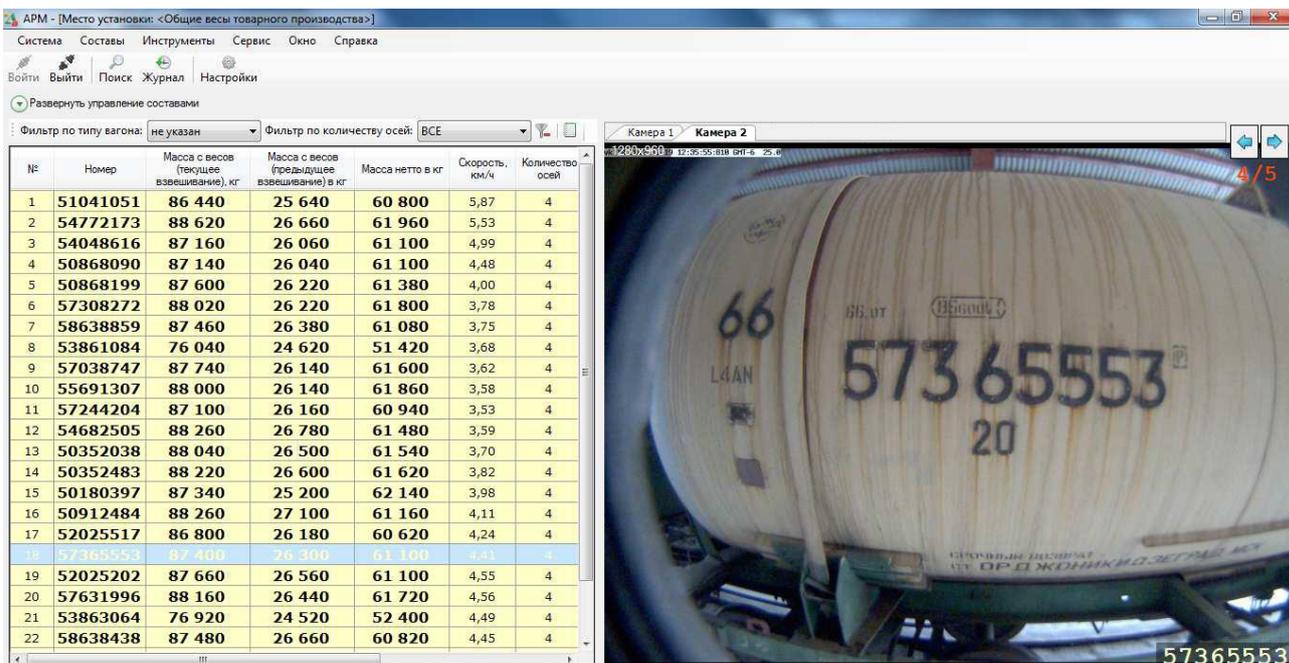


Рисунок 13 – Главное информационное окно АРМ оператора (вид 2)

Здесь представлена основная информация о взвешиваемом вагоне:

- порядковый номер вагона в составе;
- бортовой номер вагона;
- дата;
- масса заполненного вагона (текущее взвешивание);
- масса пустого вагона (предыдущее взвешивание);
- масса нетто (как разность масс текущего и предыдущего взвешиваний);
- скорость движения вагона;
- тип вагона (количество осей).

Кроме того, данное ПО АРМ оператора позволяет посмотреть дополнительную информацию:

- номер и дату накладной;
- массу по накладной;
- принадлежность вагона;
- информацию о грузоотправителе;
- информацию о грузополучателе;

- наименование груза;
- паспортное значение массы порожнего вагона;
- грузоподъемность вагона;
- недогруз/перегруз (согласно результатов текущих взвешиваний);
- максимальную нагрузку на ось.

Помимо всего прочего, оператору предоставлены возможности просмотра отчетов о завершенных, текущих и предстоящих событиях в режиме реального времени.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т12	Финогеев Сергей Алексеевич

Институт	электронного образования	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в НГО)

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Общая стоимость ресурсов научного исследования: 19,5 млн. руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Приобретение оборудования. Расходы на демонтаж, монтаж и наладку оборудования. Организационные расходы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	В данном разделе этот пункт не рассматривается

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Организация и планирование комплекса работ</i>	Рассмотрение основных этапов процесса разработки с указанием исполнителей работ. Составление линейного план-графика. Диаграмма Ганта.
2. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала ИР</i>	Расчет по технологии QuaD. Получение средневзвешанного значения показателя качества и перспективности НИ.
3. <i>Расчет затрат на перевооружение</i>	Расчет сметной стоимости КАТС и капитальных вложений на перевооружение АС.
4. <i>Расчет условно-годовой экономии от автоматизации</i>	Расчет среднегодовой выручки и экономических потерь.
5. <i>Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и срока окупаемости</i>	Оценка эффективности и экономической целесообразности капитальных вложений.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. *Линейный график работ по реализации проекта*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Петухов Олег Николаевич	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Финогеев Сергей Алексеевич		

11 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

11.1 Цели и задачи

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка АСИ ЖДЦ в соответствии с техническим перевооружением перевалочной нефтебазы. Перевооружение проводится для достижения целей, поставленных в п. 1.1 настоящего ТЗ, а именно, повышение достоверности измерений массы нефтепродуктов при их сливе из ЖД цистерн.

Таким образом, реализация поставленных целей позволит достичь положительного экономического эффекта посредством того, что достоверность измерений будет выше, что, в свою очередь, повлечет за собой снижение различного рода утечек, недоливов и/или переливов нефтепродуктов на перевалочной нефтебазе.

К задачам раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» можно отнести следующее:

- оценка коммерческого и инновационного потенциала;
- обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения инженерного решения;
- анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению;
- расчет технико-экономического эффекта.

11.2 Организация и планирование комплекса работ

Для построения линейного графика, разбиваем всю работу на этапы, количество и содержание которых определяется спецификой темы. Объективный экономический расчет позволяет равномерно распределить время работы и нагрузку на исполнителей, а также увеличить эффективность работ.

Система планирования основана на графическом представлении комплекса работ, необходимых для достижения поставленных задач: определение исполнителей каждой работы, установление продолжительности работ в рабочих днях.

Процесс разработки делится на три этапа:

- подготовительный;
- основной;
- заключительный.

Исполнителями работ являются:

- инженер-проектировщик – бакалавр (далее Инженер);
- научный руководитель – мастер (далее Руководитель).

Перечень основных этапов ВКР приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень основных этапов ВКР

Этап проведения ВКР	Вид работы	Исполнители
1 Подготовительный	1 Получение и анализ ТЗ	Руководитель, Инженер
	2 Подбор и изучение требований нормативной документации	Руководитель, Инженер
	3 Обзор, изучение и анализ литературы	Инженер
2 Основной	1 Анализ технологического процесса	Инженер
	2 Анализ существующих разработок	Руководитель, Инженер
	3 Разработка структурной схемы	Инженер
	4 Разработка схем автоматизации	Инженер
	5 Выбор КАТС	Руководитель, Инженер
	6 Разработка монтажных схем для КАТС	Инженер
	7 Разработка схем соединений внешних проводок	Инженер
	8 Разработка планов расположения оборудования и проводок	Инженер
	9 Разработка алгоритмов управления	Руководитель, Инженер
	10 Расчет надежности системы	Инженер
	11 Технико-экономическое обоснование ВКР	Инженер
	12 Оценка безопасности и экологичности проекта	Инженер
3 Заключительный	1 Подведение итогов работы	Руководитель, Инженер
	2 Написание пояснительной записки	Инженер
	3 Оформление графического материала	Инженер

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости этапов и видов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях, и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых

факторов, поэтому ожидаемое значение трудоемкости рассчитывается по формуле (11.1):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (11.1)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работ, чел.-дн.;

t_{min} – минимально возможная трудоемкость выполнения работ (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{max} – максимально возможная трудоемкость выполнения работ (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Сроки t_{min} и t_{max} устанавливаются методом экспертных оценок.

В связи с тем, что при выполнении работ существует вероятность того, что исполнители не уложатся в указанный срок, для каждой работы по формуле (11.2) оценивается дисперсия ($\sigma(t)$), то есть среднее значение квадрата отклонения продолжительности работы от ее ожидаемого значения:

$$\sigma^2 = 0,04 \cdot (t_{max} - t_{min})^2. \quad (11.2)$$

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях ($T_{РД}$), а затем перевести полученное количество рабочих дней в календарные дни ($T_{КД}$). Длительность этапов в рабочих днях ($T_{РД}$) рассчитывается по формуле (11.3):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{c \cdot p \cdot K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (11.3)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел.-дн.;

c – число работников, занятых в выполнении данной работы, $c = 2$;

p – количество смен в сутки, $p = 1$;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения нормы, $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на консультации и согласование работ, $K_{Д} = 1,2$.

Длительность этапов работ в календарных днях ($T_{КД}$) рассчитывается по формуле (11.4):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{К}, \quad (11.4)$$

где $T_{КД}$ – длительность этапов работ в календарных днях;

$K_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности ($K_{К}$) рассчитывается по формуле (11.5):

$$K_{К} = \frac{T_{К}}{T_{К} - T_{ВПД}}, \quad (11.5)$$

где $T_{К}$ – календарные дни, $T_{К} = 366$ дн.;

$T_{ВПД}$ – выходные и праздничные дни, $T_{ВПД} = 119$ дн.

Подставив значения календарных, выходных и праздничных дней в формулу (11.5), получим значение коэффициента календарности ($K_{К}$):

$$K_{К} = \frac{366}{366 - 119} \approx 1,5.$$

Остальные результаты расчетов с использованием формул (11.1) – (11.4) приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Трудозатраты на проведение ВКР

Содержание этапа	Трудоёмкость работ, чел.-дн.			Дисперсия σ^2	Длительность работ, дн.	
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		$T_{РД}$	$T_{КД}$
Подготовительный этап						
Получение и анализ ТЗ	1	2	1,4	0,04	0,8	1,2
Разработка и утверждение ТЗ	5	8	6,2	0,36	3,7	5,5
Анализ предметной области	4	6	4,8	0,16	2,9	4,3
Обзор источников	4	5	4,4	0,04	2,6	3,9
Основной этап						
Анализ ТП	3	4	3,4	0,04	2,0	3,0
Анализ существующих разработок	3	4	3,4	0,04	2,0	3,0
Разработка структурной схемы	2	4	2,8	0,16	1,7	2,5
Разработка схемы автоматизации	5	8	6,2	0,36	3,7	5,5
Выбор КАТС	10	11	10,4	0,04	6,2	9,2
Разработка схем соединений внешних проводок	6	8	6,8	0,16	4,1	6,0
Разработка планов расположения оборудования и проводок	3	4	3,4	0,04	2,0	3,0
Разработка алгоритмов управления	8	10	4,2	0,36	2,5	3,7
Расчет надежности системы	5	8	6,2	0,36	3,7	5,5
Технико-экономическое обоснова-	5	6	5,4	0,04	3,2	4,8

ние НИР						
Оценка безопасности и экологичности проекта	5	6	5,4	0,04	3,2	4,8

Продолжение таблицы 11

Содержание этапа	Трудоемкость работ, чел.-дн.			Дисперсия σ^2	Длительность работ, дн.	
	t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		$T_{РД}$	$T_{КД}$
Заключительный этап						
Подведение итогов	2	3	2,4	0,04	1,4	2,1
Написание пояснительной записки	15	17	15,8	0,16	9,5	14,0
Оформление графического материала	8	12	9,6	0,64	5,8	8,5
Итого:	94	126	106,8	-	64,1	95,0

Линейный график работ по реализации проекта приведен в приложении Ж.

11.3 Оценка коммерческого и инновационного потенциала инженерных решений

Для оценки экономического потенциала перевооружения автоматизированной системы измерения массы в резервуарах вертикальных стальных на нефтебазе используем технологию QuaD.

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в инженерный проект.

Оценка проекта по технологии QuaD приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Оценочная карта по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1 Энергоэффективность	0,07	85	100	0,85	0,06
2 Надежность	0,1	90	100	0,90	0,09
3 Унифицированность	0,1	95	100	0,95	0,10
4 Уровень материалоемкости разработки	0,06	70	100	0,70	0,04

5 Безопасность	0,1	90	100	0,90	0,09
6 Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	90	100	0,90	0,07
7 Простота эксплуатации	0,07	80	100	0,80	0,06

Продолжение таблицы 12

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Макс. балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
8 Качество интеллектуального интерфейса	0,08	85	100	0,85	0,07
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1 Перспективность проекта	0,08	70	100	0,70	0,06
2 Цена	0,06	60	100	0,60	0,04
3 Послепродажное обслуживание	0,05	60	100	0,60	0,03
4 Финансовая эффективность научной разработки	0,07	75	100	0,75	0,05
Итого:	1	-	-	-	-

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле (11.6):

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (11.6)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес i -го показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Таким образом, подставив значения из таблицы 12 в формулу (11.6) имеем:

$$P_{cp} = 62,2.$$

Полученное значение P_{cp} позволяет говорить о том, что перспективность разработки выше среднего. В свою очередь, перспективность и экономическая эффективность данного проекта состоит в увеличении безопасности,

снижении количества аварийных ситуаций и излишних остановок технологического процесса.

11.4 Расчет затрат на перевооружение

Единовременные затраты на перевооружение АСИ ЖДЦ (K) определяются по формуле (11.7):

$$K = K_{\text{п}} + K_{\text{к}}, \quad (11.7)$$

где $K_{\text{п}}$ – предпроизводственные затраты, руб.;

$K_{\text{к}}$ – капитальные затраты, руб.

На создание/закупку необходимого программного обеспечения потребуется 100 тысяч рублей. Эта сумма отнесена к итогу по предпроизводственным затратам. Таким образом, $K_{\text{п}} = 100$ тыс. руб.

Величина капитальных затрат ($K_{\text{к}}$) определяется по формуле (11.8):

$$K_{\text{к}} = K_{\text{КАТС}} + K_{\text{М}} - K_{\text{В}} + K_{\text{Т}} + K_{\text{З}} + K_{\text{ДМ}}, \quad (11.8)$$

где $K_{\text{КАТС}}$ – затраты на приобретение КАТС, руб.;

$K_{\text{М}}$ – затраты на установку, монтаж и запуск приборов и автоматики, руб.;

$K_{\text{В}}$ – сметная стоимость технических средств, высвобожденных в результате внедрения АС, руб.;

$K_{\text{Т}}$ – транспортные расходы, руб.;

$K_{\text{З}}$ – затраты на приобретение ЗИП, руб.;

$K_{\text{ДМ}}$ – затраты на демонтаж высвобожденных технических средств, руб.

Сметная стоимость КАТС приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Сметная стоимость КАТС

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цена (за ед.), руб.	Общая стоимость, руб.
Основное оборудование			
Весы вагонные ВВЭ-Т-200-2-А1 в том числе: – специальное покрытие; – ВИП М1РС на базе ПЭВМ со встроенным цифровым преобразователем; – ГПУ весов с весоизмерительными датчиками	1	9 050 000	9 050 000
Система оптического считывания номеров вагонов в движении и статике СчНВ-2.2	1	1 980 000	1 980 000
Светодиодное табло ТС-200	1	85 000	85 000
Система защиты от образования наледи в прямке во взрывозащищенном исполнении	1	990 000	990 000
Система защиты от разлива груза	1	470 000	470 000
Материалы и прочее оборудование			
Адаптер цанговый "труба-рукав" АТР 15/15 мм	3	105	415

Труба водогазопроводная (Ду15х2,8)	12 (м)	61 (за 1 м)	732
------------------------------------	--------	-------------	-----

Продолжение таблицы 13

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цена (за ед.), руб.	Общая стоимость, руб.
Материалы и прочее оборудование			
Труба водогазопроводная (Ду32х2,8)	18 (м)	90 (за 1 м)	1 620
Труба водогазопроводная (Ду80х4,0)	575 (м)	354 (за 1 м)	203 550
Труба водогазопроводная (Ду100х4,5)	5 (м)	502 (за 1 м)	2 510
Металлорукав герметичный в ПВХ оболочке пониженной горючести, IP67	3 (м)	123 (за 1 м)	369
Проводник (L = 750 мм)	18	59	1 062
Полоса стальная	12 (м)	346	4 152
Кабель-канал с гибкой крышкой. Габариты – 80х50х2000 мм (ШхВхД)	23		
Итого:	-	-	12 789 410

Расчет основных статей расхода капитальных затрат приведен в таблице 19. Расчет осуществлен по формуле (11.8).

Таблица 19 – Расчет капитальных затрат на перевооружение цеха НПЗ

Статья расхода	Величина расхода, руб.
Затраты на приобретение КАТС ($K_{КАТС}$)	12 789 410
Затраты на установку, монтаж и запуск КИПиА (K_M)	390 000
Стоимость высвобожденных технических средств (K_B)	4 286 080
Транспортные расходы (K_T)	500 000
Стоимость ЗИП (K_3)	1 278 940
Затраты на демонтаж высвобожденного оборудования (K_{DM})	128 580
Сумма капитальных затрат (K_K)	19 373 010

Таким образом, капитальные вложения на перевооружение Системы (K_K) составят 19 373 010 руб.

Следовательно, единовременные затраты на перевооружение АС согласно формуле (11.7) составят:

$$K = 100\,000 + 19\,373\,010 = 19\,473\,010 \text{ руб.}$$

11.5 Расчет условно-годовой экономии от автоматизации

Условно-годовая экономия представляет собой прирост прибыли, который может быть получен в основном производстве за счёт сокращения текущих затрат на изготовление/реализацию продукции после автоматизации.

Для рассматриваемого сливной эстакады перевалочной нефтебазы условно-годовая экономия выражается в повышении точности показаний изме-

рений, то есть на данный момент автоматика сливной эстакады является устаревшей и неточной (не соответствует метрологическим требованиям настоящего ТЗ). Таким образом, на данный момент точное взвешивание нефтепродуктов не представляется возможным в результате чего происходит недоучет сливаемого нефтепродукта, что может повлечь, например, развитие событий по следующему сценарию:

- масса (объем, литраж и др. параметры) прибывшего на нефтебазу нефтепродукта по ЖД путям учтены неверно (показания меньше фактических характеристик);
- оператор на основе некорректных данных принимает решение использовать резервуар, объема в котором заведомо недостаточно для вмещения всего нефтепродукта;
- вследствие переполнения резервуара (при условии, что его система защиты не сработала) возникает розлив нефтепродукта в резервуарном парке нефтебазы;
- возможное возникновение пожара, взрыва и/или другой техногенной катастрофы с загрязнением окружающей среды.

Таким образом, внедрение более оборудования позволит не только упростить и ускорить протекание технологического процесса, но и повысит надежность системы в целом, а также позволит увеличить производительность сливной эстакады нефтепродуктов (и всей нефтебазы в целом), и, как следствие, приведет к положительному экономическому эффекту.

В настоящее время среднегодовая производительность сливной эстакады нефтепродуктов рассматриваемой перевалочной нефтебазы составляет, приблизительно, 30 тыс. тонн бензинов в год [4]. С учетом стоимости продукции в диапазоне 30 ... 40 тыс. руб. за тонну среднегодовая выручка составляет около 20 млн. руб.

По факту же, в силу высокой неточности измерений существующей системы, конкретно, неточности измерений количества сливаемых бензинов происходит их недоучет, иными словами их утечка, потеря. Также, низкая точность

измерений не позволяет наиболее полным образом заполнять каждый резервуар, т.к. возникает опасность пролива нефтепродукта, что может привести к возникновению пожара на НБ и другим чрезвычайным ситуациям.

Таким образом, реально через рассматриваемую ПНБ реализуется не более 25 тыс. тонн бензинов в год, что уже сокращает среднегодовую прибыль на 15 %, по сравнению с ожидаемой цифрой.

Внедряемая же АСИ ЖДЦ позволит повысить надежность и точность измерений, что несомненно приведет к положительному экономическому эффекту, ведь именно посредством достижения поставленных в настоящем ТЗ целей возможно увеличить среднегодовой оборот продукции через перевалочную нефтебазу, приблизительно, до 40 тыс. тонн в год.

Таким образом, среднегодовая выручка составит в этом случае порядка 30 млн. руб. в год. Следовательно, среднегодовые экономические потери составляют, приблизительно, 10 млн. руб.

11.6 Расчет экономического эффекта, коэффициента эффективности и сока окупаемости капитальных затрат

Годовой экономический эффект от автоматизации ($\mathcal{E}_{\text{год}}$) определяется по формуле (11.9):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta\Pi - E_{\text{н}} \cdot K, \quad (11.9)$$

где $\Delta\Pi$ – прирост прибыли, вызванный внедрением средств автоматизации (в данном случае равен условно-годовой экономии), руб.;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (для средств вычислительной техники принят равным 0,5) (см. таблицу 20);

K – единовременные затраты на перевооружение Системы, руб.

Таблица 20 – Максимальные сроки окупаемости капитальных вложений на мероприятия по автоматизации

Мероприятия	Т _{ок(норм)} , год	Е _н
Механизация и автоматизация отдельных процессов и операций, модернизация и частичная замена оборудования и средств автоматизации	2 ... 3	0,5 ... 0,35

Подставив соответствующие значения в формулу (11.9) получим годовой экономический эффект от автоматизации:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 10\,000\,000 - 0,5 \cdot 19\,473\,010 = 2\,210\,796 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат на автоматизацию ($T_{\text{ок}}$), показывающий время, в течение которого капитальные вложения окупят себя за счет дополнительной прибыли или экономии, определяется по формуле (11.10):

$$T_{\text{ок}} = K/\Delta\Pi. \quad (11.10)$$

Подставив в формулу (11.10) соответствующие значения получим срок окупаемости затрат на автоматизацию:

$$T_{\text{ок}} = 19\,473\,010 \frac{10\,000\,000}{10} \approx 1,95 \text{ лет} \approx 2 \text{ года.}$$

Коэффициент экономической эффективности ($K_{\text{эф}}$), показывающий экономию после автоматизации на каждый рубль капитальных вложений на автоматизацию, рассчитывается по формуле (11.11):

$$K_{\text{эф}} = \Delta\Pi/K_{\text{к}}. \quad (11.11)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (11.11) рассчитаем коэффициент экономической эффективности:

$$K_{\text{эф}} = 10\,000\,000/19\,473\,010 \approx 0,5.$$

Сравним полученные значения срока окупаемости и коэффициента экономической эффективности с нормативными значениями, проверим систему условий (11.12):

$$\begin{cases} T_{\text{ок(расч)}} \leq T_{\text{ок(норм)}}, \\ K_{\text{эф}} \geq E_{\text{н}}. \end{cases} \quad (11.12)$$

Результаты проведенного анализа эффективности проекта приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Результаты анализа эффективности проекта

Показатель	Ед. изм.	Значение
1 Капитальные вложения	руб.	19 373 010
2 Единовременные затраты	руб.	19 473 010
3 Годовой экономический эффект	руб.	2 210 796
4 Срок окупаемости затрат на автоматизацию	год, месяц	2 года
5 Коэффициент экономической эффективности	-	0,5

Таким образом, в результате проведенного анализа на основе расчетов проект может быть признан эффективным и экономически целесообразным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 3-8Т12	ФИО Финогеев Сергей Алексеевич
-------------------------	--

Институт	кибернетики	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в НГО)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i> – <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i> – <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i> – <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i> 	<p><i>Инженер-проектировщик использует в работе ЭВМ, многофункциональное устройство, бумажные документы.</i></p> <p><i>Вредные факторы: повышенный уровень ионизирующих и электромагнитных излучений от работы монитора, повышенный уровень шума оборудования, недостаточная освещенность рабочего места, некомфортный для работы микроклимат, монотонность работы, умственное напряжение, эмоциональные перегрузки.</i></p> <p><i>Опасные факторы: опасность поражения электрическим током.</i></p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, НРБ-99, ГОСТ 12.1.006-84, СанПиН 2.2.4.1191-03, СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-83, СНиП П-12-77, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03,</i></p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p><i>Анализ выявленных вредных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>воздействие опасных и вредных факторов на организм человека;</i> – <i>определение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>определение средств индивидуальной защиты, если их применение необходимо</i>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>механические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>термические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</i> – <i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i> 	<p><i>Анализ выявленных опасных факторов</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>электробезопасность (статическое электричество – источники, средства защиты);</i> – <i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i>
<p>3. <i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>защита селитебной зоны</i> 	<p><i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>снижение потребления электроэнергии</i>

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> гии; – утилизация производственных отходов; Ссылки на НТД по охране окружающей среды.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – План расположения светильников в помещении; – План эвакуации людей при пожаре;

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭиБЖ	Назаренко Ольга Брониславовна	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т12	Финогеев Сергей Алексеевич		

12 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Охрана труда и безопасность жизнедеятельность являются одними из самых важных вопросов при проектировании, а также при создании нормальных условий труда.

Данный раздел ВКР посвящен обнаружению и изучению опасных и вредных производственных факторов при работе с ПЭВМ, отрицательно влияющих на здоровье человека; оценке условий труда, микроклимата рабочей среды; ослаблению действия этих факторов до безопасных пределов или исключению их, если это возможно. Также, рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Объектом исследования является процесс разработки дипломного проекта инженером-проектировщиком.

12.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению работоспособности, то его считают вредным (ГОСТ 12.0.002-80).

Рабочее место инженера-проектировщика функционирует в условиях, определяемых окружающей средой. По ГОСТ 12.0.003. - 74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» эту среду называют рабочей, понимая под ней совокупность следующих факторов, воздействующих на проектировщика: физических, химических, биологических, психофизиологических.

В помещении на инженера-проектировщика могут негативно действовать следующие физические факторы:

– повышенная и пониженная температура, а также повышенная и пониженная влажность воздуха, что в особо неблагоприятных ситуациях может привести к перегреву или переохлаждению организма, и в свою очередь вызывает снижение работоспособности человека;

- недостаточная освещенность рабочего места, которая приводит к усталости глаз и снижению мозговой активности, а в дальнейшем способствует развитию различных заболеваний глаз человека, ведущих за собой ухудшение зрения;
- превышающий допустимые нормы шум, что значительно ослабляет внимание работающего, замедляет скорость психологической реакции, снижает производительность труда и ухудшает качество работы;
- повышенный уровень ионизирующего излучения, электромагнитных полей, статического электричества, оказывающий отрицательное влияние на здоровье человека;
- опасность поражения электрическим током, которая ведет к возникновению электротравм и профессиональных заболеваний;
- возможность возникновения пожара.

К психофизиологическим вредным факторам, воздействующим на инженера-проектировщика в течение его рабочей смены, можно отнести следующие:

- нервно-эмоциональные перегрузки;
- умственное напряжение;
- перенапряжение зрительного анализатора;
- монотонность труда.

Биологические и химические вредные производственные факторы в данном помещении отсутствуют.

Таким образом, обеспечение условий высокопроизводительного и безопасного труда заключается в организации рабочего места и создании нормальных условий труда. При этом должны быть предусмотрены меры по предупреждению или снижению утомляемости работника. Основными параметрами, характеризующими условия труда, являются микроклимат, освещенность, шум, излучения ВДТ и ПЭВМ, электричество.

12.2 Эргономические требования к организации и оборудованию рабочих мест с ЭВМ

Правильная организация и оборудование рабочего места является важной составляющей комплекса мероприятий по устранению опасных и вредных факторов, действующих на инженера-проектировщика в процессе его работы.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы» к рабочему месту оператора ЭВМ предъявляются нижеследующие требования.

Высота помещения (от пола до потолка), в котором располагается рабочее место, должна быть не менее 3,0 м. По отношению к световым проемам рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. Схемы размещения рабочих мест с ЭВМ должны быть выполнены с учетом расстояния между рабочими столами с мониторами, расстояние между тыльной поверхностью одного монитора до экрана другого должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м. Площадь на одно рабочее место с ЭВМ должна составлять не менее 4,5 м², а объем не менее 20,0 м³.

12.3 Производственная санитария

12.3.1 Шум

Требования к уровню шума регламентируются СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Согласно требований, уровень шума для помещения, в котором работает инженер-проектировщик, должен не превышать 50 дБА.

Источниками постоянного шума в рассматриваемом помещении являются:

- люминесцентные лампы (шум дросселей);
- кондиционер;
- компьютеры (шум дисководов, винчестеров, вентиляторов).

Уровень шума, производимого данными источниками, в совокупности составляет около 40 ... 45 дБА, и, таким образом, не превышает установленного предела в 50 дБА. Следовательно, никаких мер защиты от шума в анализируемом помещении не предусматривается.

12.3.2 Микроклимат

Требования к микроклимату регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Состояние воздушной среды помещений определяется следующими параметрами:

- температура воздуха в помещении;
- температура поверхностей оборудования, материалов;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- уровень загазованности или запыленности воздуха.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течении восьмичасового рабочего дня, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Работа инженера-проектировщика по интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 139 ккал/ч, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата на рабочем месте для категории Ia приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Характеристики микроклимата

Сезон года	Кат. тяжести работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Факт. зн.	Доп. зн.	Факт. зн.	Доп. зн.	Факт. зн.	Доп. зн.
Холодный	Ia	21 ... 25	20 ... 25	40 ... 60	15 ... 75	0,1	0,1
Теплый	Ia	22 ... 27	21 ... 28	40 ... 60	15 ... 75	0,1	0,2

Из таблицы 21 видно, что в рабочем помещении соблюдаются допустимые микроклиматические условия. Стоит также заметить, что при использовании в помещении установленного кондиционера скорость движения воздуха увеличивается на 0,1 м/с.

Микроклимат помещения поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального управления, а также естественной и искусственной вентиляцией.

Объем рабочего помещения, где располагается рабочее место инженера-проектировщика, составляет, приблизительно, 165 м³ (ДхШхВ 10,2х5,4х3 м). В помещении одновременно могут производить работы от одного до пяти инженеров-проектировщиков. Таким образом, на одного сотрудника, по меньшей мере, приходится, приблизительно, 33 м³ объема помещения и 11 м² площади, что соответствует требованиям нормативного документа.

12.3.3 Освещенность

Требования к освещению регламентируются СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

Самые лучшие условия для полного зрительного восприятия создает солнечный свет (естественное освещение). Такое освещение бывает боковым, верхним и комбинированным. В помещении реализовано одностороннее естественное боковое освещение через один световой проем. Однако, с помощью только одного естественного освещения помещение освещается крайне неравномерно и только в светлое время суток. Поэтому в остальное время необходимо использовать общее искусственное освещение. В помещении реализовано общее равномерное освещение.

Таким образом, согласно требований нормативного документа СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 освещенность помещения должна быть не менее 200 лк.

В соответствии со СНиП 23-05-95 «Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение» характеристика выполняемой работы следующая:

- разряд IV (зрительная работа средней точности 0,5 ... 1);
- подразряд в (контраст – средний, фон - средний).

Источниками искусственного света в помещении являются 10 люминесцентных светильников ЛВПО 01-4x24-001. Световой поток одной лампы $F = 1750$ лм. Размер одного светильника 600x600 мм.

Рассчитаем необходимый световой поток одной лампы искусственного освещения рабочего помещения методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и стен. И сравним полученное значение с реальным световым потоком лампы.

Необходимый световой поток люминесцентной лампы определяется по формуле (12.1):

$$\Phi = \frac{E_{min} \cdot S \cdot k \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (12.1)$$

где Φ – необходимый световой поток, лм;

E_{min} – минимальная нормированная освещенность, лк (200 лк);

k – коэффициент запаса, принимается равным 1,2;

S – освещаемая площадь, м² (165 м²);

Z – коэффициент минимальной освещенности (коэффициент неравномерности освещения), принимается равным 1,1;

N – число светильников (10 шт.);

n – число ламп в светильнике (4 шт.);

η – коэффициент использования светового потока в долях единицы.

Для определения коэффициента использования светового потока (η) необходимо найти индекс помещения (i) и предполагаемые коэффициенты отражения поверхностей помещения:

- потолка (r_n);
- стен (r_c);

– пола (r_p).

Для рассматриваемого светлого административно-конторского помещения коэффициенты отражения поверхностей соответственно равны 70 %, 50 % и 30 %.

Индекс помещения определяется по формуле (12.2):

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (12.2)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью h рассчитывается по формуле (11.3):

$$h = H - h_{\text{св}} - h_p, \quad (12.3)$$

где H – геометрическая высота помещения, м;

$h_{\text{св}}$ – свес светильника, м;

h_p – высота рабочей поверхности, м.

В рассматриваемом помещении данные показатели соответственно равны $H = 3$ м, $h_{\text{св}} = 0,2$ м и $h_p = 0,8$ м.

Таким образом, подставив численные значения в формулу (12.3) получим:

$$h = 3 - 0,2 - 0,8 = 2 \text{ м.}$$

Следовательно, подставив полученное значение высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью $h = 2$ м в формулу (12.2) найдем индекс помещения:

$$i = \frac{10,2 \cdot 5,4}{2 \cdot (10,2 + 5,4)} \approx 1,77.$$

Таким образом, для полученных индекса помещения и коэффициентов отражения поверхностей помещения примем коэффициент использования светового потока равным $\eta = 60$ %.

Имея все необходимые значения, рассчитаем необходимый световой поток люминесцентной лампы по формуле (12.1):

$$\Phi = \frac{500 \cdot 165 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{10 \cdot 4 \cdot 0,6} = 1811 \text{ лм.}$$

Проверим условие (11.4):

$$-10 \% \leq \frac{F - \Phi}{F} \leq +20 \%, \quad (12.4)$$

где F – номинальный световой поток одной лампы светильника (1750 лм);

Φ – необходимый световой поток одной лампы светильника (1811 лм).

Таким образом, подставив числовые значения в (12.4) имеем:

$$-10 \% \leq -3,5 \% \leq +20 \%.$$

Следовательно, примененные в помещении лампы достаточны для обеспечения необходимого уровня освещенности.

Схема расположения светильников в помещении приведена на рисунке 14.

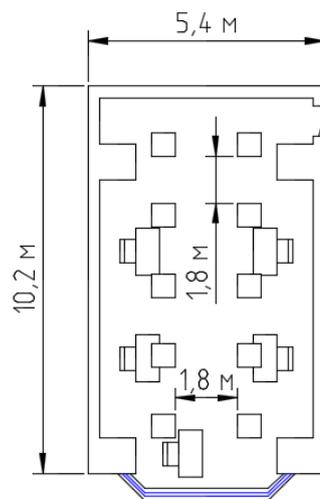


Рисунок 14 – Схема расположения светильников в помещении

11.3.4 Электромагнитное излучение

Источниками электромагнитного излучения являются электрические сигналы цепей при работе ЭВМ и оборудования АСУ ТП. Нарушения в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения

нервной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

ЖК-дисплеи формируют изображение методом, принципиально отличающимся от ЭЛТ-мониторов. Поэтому проблем рентгеновского излучения и статического заряда на поверхности экрана у них просто не существует.

Неионизирующие излучения, применительно к дисплеям, можно разделить на следующие классы:

- электростатические поля (только ЭЛТ);
- переменные электрические поля (5 Гц – 400 кГц);
- переменные магнитные поля (5 Гц – 400 кГц).

Последние достижения науки, в области производства LCD-дисплеев, позволяют значительно снизить уровень излучений и электромагнитных полей. Используемые дисплеи соответствуют стандарту ТСО'03, гарантируя диапазоны напряженность электромагнитного поля $< 2,5$ В/м, что удовлетворяет нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

11.4 Электрическая безопасность

Электронасыщенность современных рабочих мест формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструмент, вычислительная и организационная техника, работающая на электричестве.

Согласно «Правилам устройства электроустановок» все производственные помещения по опасности поражения электрическим током разделяются на три категории: помещения с повышенной опасностью, особо опасные помещения и помещения без повышенной опасности.

Рассматриваемое помещение, в котором трудится инженер-проектировщик, по опасности электропоражения относится к помещениям без повышенной опасности, поскольку она характеризуется следующими признаками:

- температура воздуха нормальная;

- влажность нормальная;
- сырость отсутствует;
- химически активная среда отсутствует;
- токопроводящая пыль отсутствует;
- токопроводящие полы отсутствуют.

Инженер-проектировщик работает с незначительным количеством электроприборов:

- монитор;
- системный блок;
- клавиатура;
- манипулятор типа «мышь»;
- МФУ.

При работе с вышеперечисленными электроприборами возникает опасность электропоражения при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ). Кроме того, имеется опасность короткого замыкания в блоке питания.

В целях исключения возможность поражения электрическим током следует соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением ПЭВМ в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить ПЭВМ от электрической сети и устранить неисправность;
- запрещается при включенной ПЭВМ одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся:

- изоляция;
- ограждение;
- блокировка;

- пониженные напряжения;
- электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание, как самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током);
- защитное зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

11.5 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранение материальных ценностей. Основными системами пожарной безопасности являются системы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, включая организационно-технические мероприятия.

Пожар представляет большую опасность и наносит огромный ущерб, поскольку грозит уничтожением приборов, компьютеров, инструментов и комплектов документов, представляющих значительную ценность. Кроме того, пожар характеризуется опасностью для жизни человека. Возникновение пожара в комнате может быть обусловлено тем, что в современных ЭВМ очень высокая плотность размещения электронных схем. При протекании по ним электриче-

ского тока выделяется значительное количество тепла, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до плюс 100°C. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений помещений по степени пожароопасности в соответствии с Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», анализируемое помещение по функциональной пожарной опасности относится к классу Ф4.3.

В соответствии с НПБ 166-97 средствами пожаротушения для данного помещения могут служить порошковые, углекислотные и аэрозольные огнетушители, так как основным источником возгорания может быть ПЭВМ. В качестве средства пожаротушения в рассматриваемом помещении был установлен аэрозольный огнетушитель, так как в процессе пожаротушения он не оказывает воздействия на защищаемые материалы и оборудование, что позволяет использовать данные огнетушители при тушении пожаров электронного оборудования.

Среди организационных и технических мероприятий, осуществляемых для устранения возможности пожара, выделяют следующие меры:

- использование только исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

В случаях возникновения пожара необходимо вызвать пожарную охрану. Кроме того, необходимо своевременно организовать эвакуацию людей. План эвакуации представлен на рисунке 15.

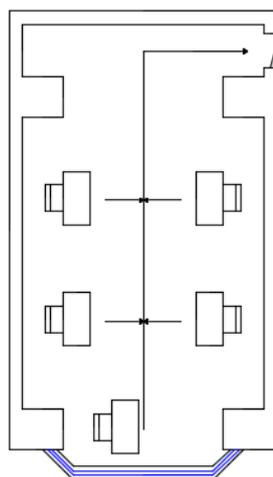


Рисунок 15 – План эвакуации

11.5 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов. Технический прогресс постоянно увеличивает возможности воздействия на окружающую среду и создает предпосылки для возникновения экологических кризисов. Поэтому в настоящее время вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеют первостепенное значение.

Многие предприятия сейчас внедряют новейшие технологии в процесс эксплуатации, очистки и утилизации отходов производства. Так, внедрение электрооборудования, ПЭВМ, различных средств вычислительной техники значительно упрощают процесс проектирования, эксплуатации, а также утилизации и защиты природы от вредных воздействий человечества. Например, инженер, метролог, контролер и др. теперь используют электронные пакеты обработки и носители информации, что значительно сокращает применение бумаги, а значит и вырубку лесов. Но, с другой стороны, все большее внедрение и при-

менение ПЭВМ приводит к увеличению затрат электроэнергии, количества электростанций и их мощностей. Соответственно, рост энергопотребления может привести к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, авариям в ядерных реакторах, изменению ландшафта Земли. Целесообразным является разработка и внедрение систем с малым потреблением энергии.

Потребление электроэнергии является одной из наиболее серьезных проблем охраны окружающей среды. С увеличением компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, увеличивается и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то, и другое не обходится без нарушения экологической обстановки.

Рост энергопотребления влечет за собой такие экологические нарушения, как:

- изменение климата – накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект);
- загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами;
- загрязнение водного бассейна Земли;
- опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов;
- изменение ландшафта Земли.

В ходе написания работы потреблялась электроэнергия, производимая на электростанции, следовательно, работа вносит вклад в увеличение риска аварии на электростанции.

11.6 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.02–94, чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного

природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Исходя из требований закона, определены обязанности и действия руководителя ГО – руководителя объекта по организации оповещения персонала и населения об угрозе опасностей военных действий и ЧС:

- В режиме повседневной деятельности создать объектовую систему оповещения персонала объекта.

- В случае угрозы опасностей ведения военных действий, угрозы возникновения или при возникновении ЧС на объекте – незамедлительно организовать оповещение персонала, населения прилегающих территорий через объектовую (локальную) систему оповещения. Одновременно об этом информировать органы ГОЧС, органы местного самоуправления. В дальнейшем информировать персонал, население, органы власти о всех изменениях обстановки.

В аварийных ситуациях необходимо:

- при повреждении оборудования, кабелей, проводов, неисправности заземления, появления запаха гари, возникновении необычного шума и других неисправностей немедленно отключить электропитание оборудования от сети и сообщить о случившемся непосредственному руководителю и лицу, осуществляющему техническое обслуживание оборудования;

- в случае сбоя в работе оборудования ПК или программного обеспечения вызвать специалиста по технологическому обслуживанию для устранения неполадок;

- при возгорании электропроводки, оборудования немедленно отключить электропитание и принять меры по тушению пожара с помощью имеющихся первичных средств пожаротушения (углекислотные огнетушители), сообщить о происшедшем непосредственному руководителю. Применение воды и

пенных огнетушителей находящегося под напряжением электрооборудования недопустимо;

– в случае внезапного ухудшения здоровья (усилия сердцебиения, появления головной боли, рези в глазах, тошноты, появления боли в пальцах и кистях рук и др.) прекратить работу, выключить оборудование, сообщить руководителю и при необходимости обратиться к врачу.

Оценив условия труда анализируемого помещения, в том числе, освещение и определение соответствия эргономическим требованиям рабочего места, и определив меры пожарной безопасности, можно сделать следующие выводы по производственной и экологической безопасности человека, а также работе, выполняемой им:

– по занимаемой площади и объему помещение удовлетворяет нормативным требованиям;

– микроклиматические условия соответствуют допустимым;

– шумовая обстановка на рабочем месте соответствует норме;

– система освещения в помещении соответствует норме и создает нормальные условия для работы;

– монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при непрерывной работе более 4 часов;

– рабочее место сотрудника удовлетворяет требованиям;

– по состоянию пожаробезопасности помещение соответствует нормам.

При рассмотрении вопроса об охране окружающей среды можно сказать, что деятельность помещения не является экологически опасной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана автоматизированная система измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных вагонах цистернах сливной эстакады перевалочной нефтебазы, удовлетворяющая требованиям технического задания.

В ходе выполнения работы были изучены особенности технологического процесса, протекающего на перевалочной нефтебазе, разработаны принципиальная технологическая и структурная схемы, а также функциональная схема автоматизации и схемы соединений внешних проводок. Также, был разработан план расположения оборудования и проводок в помещении операторной. Кроме того, был осуществлен выбор комплекса аппаратно-технических средств. Помимо этого, были разработаны и программно реализованы алгоритмы управления отдельными процессами технологического процесса. Также, был выполнен расчет надежности внедряемой системы.

И, наконец, было выполнено технико-экономическое обоснование проекта, и рассмотрены вопросы экологической безопасности, производственной санитарии и других условий труда Автора работы.

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы была обеспечена модернизация автоматизированной системы измерения массы нефтепродуктов в железнодорожных вагонах-цистернах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
- 2 Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А. С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
- 3 Шкляр В. Н. Надежность систем управления: учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – 126 с.
- 4 Технологический регламент ТР 09-70-2012. – Томск, 2012. – 89 с.
- 5 Описание типа средств измерений. Весы вагонные ВВЭ-Т. Приложение к свидетельству № 54668 об утверждении типа средств измерений.
- 6 Описание типа средств измерений. Весы вагонные ВВЭ-С. Приложение к свидетельству № 45844 об утверждении типа средств измерений.
- 7 Описание типа средств измерений. Датчики весоизмерительные тензорезисторные С. Регистрационный № 20784-04.
- 8 Описание типа средств измерений. Датчики весоизмерительные тензорезисторные С. Регистрационный № 20784-09.
- 9 Описание типа средств измерений. Датчики весоизмерительные тензорезисторные С. Приложение к свидетельству № 58560 об утверждении типа средств измерений.
- 10 Самоустанавливающийся датчик веса С16А. Техническая спецификация
- 11 ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP). – М.: Стандартинформ, 2007.
- 12 ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. – М.: Стандартинформ, 2014.

13 ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Стандартинформ, 2015.

14 ГОСТ 21.408 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014.

15 ГОСТ 8.631-2013 (OIML R 60:2000) Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики весоизмерительные. Общие технические требования. Методы испытаний (Metrological regulation for load cells). – М.: Стандартинформ, 2014.

16 РМГ 62-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешностей измерений при ограниченной исходной информации. – М.: Стандартинформ, 2008.

17 ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Стандартинформ, 2010.

18 ГОСТ Р МЭК 61508-6-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3. – М.: Стандартинформ, 2014.

19 IP (степень защиты оболочки) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/IP_\(степень_защиты_оболочки\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/IP_(степень_защиты_оболочки)), свободный.

Приложение А.

Схема структурная комплекса аппаратно-технических средств

Приложение Б.

Схема принципиальная технологическая резервуарного парка

Приложение В.
Функциональная схема автоматизации

Приложение Г.
Схема установки весов вагонных

Приложение Д.
Схемы соединений внешних проводок

Приложение Е.
План расположения оборудования и проводок

Приложение Ж.
Календарный план-график выполнения работ