

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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



Институт электронного обучения
 Специальность 220301 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:

| |
|------------------|
| Дипломной работы |
|------------------|

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

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|------------------------|
| 3-8201 | Фомин Евгений Петрович |

Тема работы:

| | |
|---|------------------------|
| Разработка взрывозащищенного источника питания для системы стабилизации давления газа на вакуум-насосной станции | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | № 3319/с от 04.05.2016 |

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 10.06.2016 |
|--|------------|

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 – вакуум-насосная станция; режим работы непрерывный. Техническое задание на разработку источника питания; условия эксплуатации – горные выработки рудников и шахт, опасных по газу и пыли.</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>Технология разработки радиоэлектронной аппаратуры. Классификация зон по взрывоопасности. Методы обеспечения взрывозащиты электрооборудования. Технология программирования микроконтроллеров. Технология ведения НИОКР, с дальнейшей сертификацией.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Функциональная схема автоматизации, - Схема соединения внешних проводок, - Структурная схема источника питания, - Принципиальная электрическая схема входной цепи источника питания, - Принципиальная электрическая схема блока RS-485 источника питания, - Принципиальная электрическая схема SEPIC преобразователя источника питания, - Принципиальная электрическая схема дискретных входов/выходов источника питания. |
|--|---|

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|---|------------------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения | Петухов Олег Николаевич |
| Социальная ответственность | Извеков Владимир Николаевич |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| Нет | |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 26.02.2016 |
|---|------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Подпись | Дата |
|---|-------------------------|---------|------|
| Заместитель генерального директора по науке ООО"НПП" Шахтпожсервис" | Флоря Наталья Фёдоровна | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-8201 | Фомин Евгений Петрович | | |

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



Институт электронного обучения
 Специальность 220301 Автоматизация технологических процессов и производств
 (в нефтегазовой отрасли)
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления
 Уровень образования – дипломированный специалист
 Период выполнения – весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

| |
|------------------|
| Дипломная работа |
|------------------|

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

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 10.06.2016 |
|--|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 31.05.2016 | Основная часть | 60 |
| 25.05.2016 | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 20 |
| 27.05.2016 | Социальная ответственность | 20 |

Составил руководитель:

| Должность | ФИО | Подпись | Дата |
|---|-------------------------|---------|------|
| Заместитель генерального директора по науке ООО"НПП" Шахтпожсервис" | Флоря Наталья Фёдоровна | | |

СОГЛАСОВАНО:

| Зав. кафедрой | ФИО | Учёная степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|------------------------|---------|------|
| ИКСУ | Лиепиньш А. В. | к.т.н. | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 113 страницах, содержит 11 рисунков, 24 таблицы, 14 графиков, 25 источников литературы, 9 приложений.

Ключевые слова: ВАКУУМ-НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, МЕТАНО-ВОЗДУШНАЯ СМЕСЬ, SCADA, ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ, НИОКР, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, УДЕЛЕННЫЙ МОДУЛЬ ВВОДА/ВЫВОДА, ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ РАЗВЯЗКА (ИЗОЛЯЦИЯ), ИСКРОБЕЗОПАСНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ, ВЗРЫВОНЕПОНИЦАЕМАЯ ОБОЛОЧКА.

Цель выполнения выпускной квалификационной работы: разработка взрывозащищенного источника гарантированного искробезопасного электропитания для средств шахтной автоматики с функцией ПЛК. Оформление конструкторской и эксплуатационной документации. Получение сертификата безопасности ТрТС.

Входное напряжение 27...250В. Выходное напряжение 12,5В. Выходной ток 1,5А. Встроенный интерфейс RS-485 с повторителем сигнала. Два дискретных входа с контролем целостности линии. Два дискретных выхода. Индикация состояния устройства на лицевой панели. Все линии источника питания имеют искробезопасные цепи. Маркировка взрывозащиты РВ Ex d s [ia] I X/ PO Ex ia s I X.

Определения, обозначения и сокращения

В работе используются следующие термины с соответствующими определениями:

| Термин | Определение |
|--|---|
| АС | Автоматизированная система это - комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации |
| Интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN) | Интерфейс – это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой |
| Мнемосхема | Мнемосхема – это представление технологической схемы в упрощенном графическом виде на экране АРМ |
| Мнемознак (мнемосимвол) | Мнемознак – это представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ. |
| Интерфейс оператора | Интерфейс оператора – это совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой |
| Протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet) | Протокол – это набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами |
| Техническое задание (ТЗ) | Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки |
| Технологический процесс (ТП) | Технологический процесс – последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов) |
| Архитектура АС | Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС |
| SCADA (диспетчерское управление и сбор данных) | Под термином SCADA понимают инструментальную программу для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных |

| | |
|--|--|
| ОРС-сервер | ОРС-сервер – это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС |
| Объект управления | Объект управления – обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления |
| Программируемый логический контроллер (ПЛК) | Программируемый логический контроллер или программируемый контроллер – специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени. |
| Диспетчерский пункт (ДП) | Диспетчерский пункт – центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства |
| Автоматизированное рабочее место (АРМ) | Автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA-системы |
| ТЕГ | ТЕГ – метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры |
| Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор | Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения. |

Обозначения и сокращения

| Аббревиатура | Краткая характеристика |
|-------------------------------|---|
| АСУ ТП | Автоматизированная система управления технологическим процессом |
| ИМ | Исполнительный механизм |
| ПК | Персональный компьютер |
| ПО | Программное обеспечение |
| БД | База данных |
| IP (International Protection) | Степень защиты |
| ПСК | Предохранительный сбросной клапан |
| ПЗ | Поворотный затвор |
| БОК | Быстродействующий отсечной клапан |
| Д | Измерительная диафрагма |
| О | Огнепреградитель |
| В | Водоотделитель |
| ВНС | Вакуум-насосная станция |
| ВВН | Водокольцевой вакуумный насос |
| МВС | Метано-воздушная смесь |
| ДП | Диспетчерский пункт |
| ГПТЭС | Газо-поршневая тепловая электрическая станция |
| АЦП | Аналого-цифровой преобразователь |
| ЦАП | Цифро-аналоговый преобразователь |
| КИПиА | Контрольно-измерительные приборы и автоматика |
| САР | Система автоматического регулирования |
| ПАЗ | Противоаварийная автоматическая защита |
| ПО | Программное обеспечение |
| УСО | Устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода |
| АГЗ | Аэрогазовая защита |
| АГК | Аэрогазовый контроль |
| ПФ | Передающая функция |
| НИОКР | Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа |
| ООО | Общество с ограниченной ответственностью |
| НПП | Научно-производственное предприятие |
| МК | Микроконтроллер |
| ИП | Источник питания |
| АКБ | Аккумуляторная батарея |
| ВАХ | Вольт-амперные характеристики |

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 12 |
| 1 Описание работы ВНС..... | 13 |
| 1.1 Описание технологического процесса..... | 13 |
| 1.2 Описание архитектуры АС..... | 15 |
| 1.3 Описание АСУ контроля уровня загазованности..... | 17 |
| 1.4 Алгоритм управления системой стабилизации давления газа..... | 19 |
| 1.5 Итоги внедрения "Системы стабилизации давления газа..... | 25 |
| 2 Разработка источника питания..... | 26 |
| 2.1 Техническое задание..... | 26 |
| 2.2 Разработка структуры источника питания..... | 29 |
| 2.2.1 Описание электронной схемы..... | 29 |
| 2.2.2 Обеспечение взрывозащиты..... | 32 |
| 2.2.3 Конструкция..... | 34 |
| 2.2.4 Технические характеристики..... | 37 |
| 2.3 Программное обеспечение для разработки..... | 41 |
| 2.3.1 САПР Altium Designer..... | 41 |
| 2.3.2 Среда разработки ПО IAR Embedded Workbench..... | 45 |
| 2.3.3 САПР Компас 3D..... | 46 |
| 2.4 Методика испытаний тестового образца..... | 47 |
| 2.5 Результаты испытаний тестового образца..... | 53 |
| 2.6 Оформление технической документации..... | 60 |
| 2.7 Процесс сертификации источника питания..... | 63 |
| 3 Финансовый менеджмент..... | 65 |
| 3.1 Текущая маркетинговая ситуация..... | 67 |
| 3.2 Разработка плана маркетинга..... | 72 |
| 3.3 Производственный процесс..... | 75 |
| 3.4 Потребность в оборудовании..... | 76 |
| 3.5 План производства и реализации продукции..... | 76 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.6 | План затрат на производство и реализацию продукции..... | 78 |
| 3.7 | Расчет себестоимости продукции..... | 79 |
| 3.8 | Инвестиционный план..... | 80 |
| 3.9 | Финансовый план..... | 81 |
| 3.10 | Оценка эффективности..... | 84 |
| 4 | Социальная ответственность..... | 89 |
| | Введение..... | 89 |
| 4.1 | Производственная безопасность..... | 90 |
| 4.1.1 | Анализ вредных и опасных производственных факторов..... | 90 |
| 4.1.2 | Производственная санитария..... | 91 |
| 4.1.2.1 | Микроклимат рабочей среды..... | 91 |
| 4.1.2.2 | Электромагнитное поле..... | 91 |
| 4.1.2.3 | Шум..... | 93 |
| 4.1.2.4 | Недостаточная освещенность..... | 94 |
| 4.1.2.5 | Статические нагрузки и монотонность труда..... | 95 |
| 4.1.3 | Обоснование мероприятий по защите разработчиков от действия опасных и вредных факторов..... | 96 |
| 4.1.3.1 | Микроклимат..... | 96 |
| 4.1.3.2 | Снижение уровня шума..... | 97 |
| 4.1.3.3 | Электробезопасность..... | 98 |
| 4.1.3.4 | Расчет освещенности..... | 99 |
| 4.2 | Охрана окружающей среды..... | 103 |
| 4.2.1 | Анализ влияния разрабатываемого источника питания на окружающую среду..... | 103 |
| 4.2.2 | Обоснование мероприятий по защите окружающей среды..... | 103 |
| 4.3 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 104 |
| 4.3.1 | Анализ возникновения чрезвычайных ситуаций..... | 104 |
| 4.3.2 | Мероприятия по устранению и предупреждению ЧС..... | 105 |
| 4.4 | Правовые и организационные вопросы обеспечения Безопасности..... | 107 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.1 Специальные правовые нормы трудового Законодательства..... | 107 |
| 4.4.2 Требования эргономики и технической эстетики к рабочему месту..... | 108 |
| Заключение..... | 111 |
| Список используемых источников..... | 112 |
| Приложение А | 114 |
| Приложение Б | 115 |
| Приложение В | 116 |
| Приложение Г | 117 |
| Приложение Д | 118 |
| Приложение Е | 119 |
| Приложение Ж | 120 |
| Приложение З | 121 |
| Приложение И | 122 |

Введение

Отработка угольных пластов на шахтах ведётся с применением дегазации. Концентрация метана в метановоздушной смеси откачиваемой из шахт составляет до 60 % об. Это даёт возможность использовать газ метан для выработки электрической и тепловой энергии на ГПТЭС.

Однако, существующее в настоящее время техническое оснащение вакуум-насосной станции № 1 шахты «Северная», не позволяет обеспечить отсутствие взаимовлияния при совместной работе системы дегазации и системы утилизации метановоздушной смеси (выработка электрической энергии). Резкие изменения требуемого расхода метановоздушной смеси на утилизацию, связанные с изменениями электрической мощности потребителей, приводят к скачкам давления газа на выпуске из ВНС.

Во время разработки и реализации проекта по обеспечению безаварийной совместной работы системы дегазации и системы утилизации метановоздушной смеси (выработки электрической энергии) столкнулись с проблемой – крайне ограничен выбор средств автоматизации, имеющих разрешение на применение в шахтах, а так же ограниченные функциональные возможности, по сравнению со средствами автоматизации в общепромышленном исполнении.

Таким образом, появилась идея интегрировать в источники питания модули ввода/вывода и канал передачи данных. Это сократит расходы горнодобывающих предприятий на установку средств безопасности, а значит, у изготовителя появится конкурентное преимущество.

1 Описание работы ВНС

1.1 Описание технологического процесса

Вакуум-насосная станция состоит из двух машинных залов. В машинном зале №1 установлено 6 вакуумных насосов ВВН2-50. В машинном зале №2 установлено 5 вакуумных насосов ВВН2-50. Газ из обоих машинных залов собирается в общий коллектор Ду-300. По коллектору поступает на второй этаж ВНС для подготовки к утилизации. В данном случае под подготовкой понимается очистка МВС от влаги и механических примесей. На рисунке 1.1 представлен вид ВВН2-50.



Рисунок 1.1 ВВН2-50

Принцип работы вакуумных водокольцевых насосов.

Насосы ВВН предназначены для откачки парогазовых смесей и газов, которые не имеют химически агрессивных свойств.

Работа ВВН основана на том, что при вращении колеса в корпусе образуется центробежное водяное кольцо. Рабочее колесо спроектировано относительно обечайки корпуса эксцентрично, поэтому лопасти его то погружаются в водяное кольцо, то почти выходят из него. В результате такой вращательной работы механизма между лопастями образуется свободное от воды пространство. При выходе лопастей из водяного кольца в камере между лопастями всасывается газ через отверстие в дисках. Затем при вращении рабочего колеса, находящийся внутри газ сжимается водяным кольцом, приближающимся к ступице и при совмещении с нагнетательным отверстием в диске, вытесняется из него.

За счет выделившегося тепла при сжатия газа и жидкостном трении, повышается температура вращающегося водяного кольца. Для охлаждения в насос непрерывно вводится холодная вода из водопроводной сети, которая вливается в водяное кольцо, вытесняя нагретую воду в нагнетательное отверстие вместе со сжатым газом. Ввод воды в насос осуществляется через систему трубопроводов насоса. Из насоса смесь газа с водой поступает в водоотделитель, где основная часть воды отделяется от газа и сливается в систему охлаждения воды.

Уплотнение вала насоса осуществляется сальниковой набивкой, между кольцами которой находится фонарное кольцо. Через отверстие в фонарном кольце подводится вода для герметизации и охлаждения сальникового уплотнителя. Сальники расположены в центральных расточках лобовин. Сальником служит мягкая хлопчатобумажная просаленная набивка, уплотнение которой производится периодически поджатием буксы. Под нагнетательными окнами насосов расположен ряд круглых отверстий, которые со стороны нагнетательной полости закрыты плоскими лепестковыми клапанами, крепящимися к дискам. Через эти отверстия при работе насоса

автоматически выпускается газ в нагнетательную полость, как только давление в рабочем пространстве превышает давление в нагнетательной полости. Таким образом, исключается пережатие газа и расходование на это энергии.

1.2 Описание архитектуры АС

АС подразумевает в себе автоматизированную систему управления и стабилизации давления газа в газопроводе. В газопроводе осуществляется замер давления газа возле регулирующего органа, а так же две замерные станции, включающие в себя измерение температуры, абсолютного давления, дифференциального давления, концентрации МВС. Исполнительными устройствами являются регулирующий затвор и быстродействующий отсечной клапан с электроприводом.

Структура каждой АС определяется исходя из конкретных требований и условий, а так же применением того или иного оборудования, но основа структуры остается неизменной.

Полевой (нижний) уровень взаимодействует с объектом управления и состоит из первичных датчиков (три датчика давления, два датчика перепада давления, три датчика концентрации метана, два датчика температуры) и исполнительных устройств (клапан и затвор с электроприводом).

Контроллерный (средний) уровень взаимодействует с полевым уровнем и состоит из локального контроллера.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из компьютеров и сервера, объединенных локальной сетью Ethernet. На компьютерах диспетчера и операторов установлена операционная система Windows 7 и программное обеспечение ASIX.

Информация с полевого уровня поступает на средний уровень локальному контроллеру (ПЛК). Он выполняет следующие функции:

- сбор, первичную обработку и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- обмен информацией с пунктами управления.

Информация с локального контроллера направляется в сеть диспетчерского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который реализует следующие функции:

- сбор данных с локальных контроллеров;
- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

ДП включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также здесь установлен сервер базы данных. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллер взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

Связь автоматизированных рабочих мест оперативного персонала между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется посредством сети Ethernet.

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой клиент-сервер. Для решения задач взаимодействия клиента с сервером используются стандарты

OPC. Суть OPC сводится к следующему: предоставить разработчикам промышленных программ универсальный интерфейс (набор функций обмена данными с любыми устройствами АС). На рисунке 1.2 приведена структура OPC-взаимодействий SCADA.

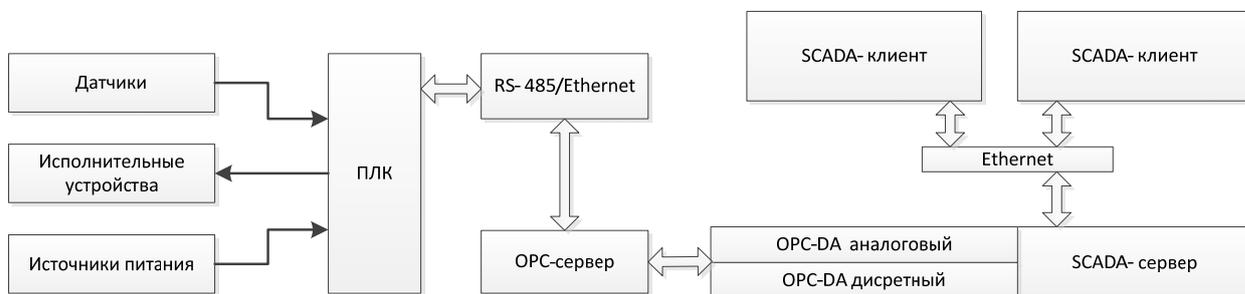


Рис. 1.2 Структура OPC-взаимодействий SCADA

Взаимодействие ПЛК со SCADA осуществляется посредством OPC-сервера. Датчики связаны со SCADA посредством унифицированного аналогового сигнала 0,4...2В. Исполнительные устройства связаны со SCADA дискретным сигналом. Для передачи данных во взрывобезопасную зону используются линии связи RS-485. Во взрывобезопасной зоне стоят преобразователи интерфейсов, после которых используется обще шахтная сеть TCP/IP.

1.3 Описание АСУ контроля уровня загазованности

Для обеспечения безопасной эксплуатации используется непрерывный контроль уровня загазованности в зоне работы технологического оборудования. Системы контроля загазованности комплектуются первичными газоаналитическими преобразователями, настраиваемыми (калибруемыми) под определенный тип газовой смеси.

Контроль параметров атмосферы в помещении предусматривается при помощи датчиков метана ДМС 01, серийно выпускающимися ООО «Ингортех» г. Екатеринбург.

Датчик метана ДМС 01 имеет следующие основные технические характеристики:



- диапазон измерения – 0...2,5 об.;
- метод измерения – термокаталитический;
- пределы основной погрешности – 0,1 % об.;
- аналоговый выход – 0,4...2 В DC;
- питание – 7...15 В DC;
- максимальный ток – 25 мА;
- маркировка взрывозащиты – PO ExiaI X;
- степень защиты оболочкой – IP54;

Рис. 1.3 Датчик метана ДМС 01

Назначение - непрерывный автоматический контроль концентрации горючих газов (метано-воздушной смеси) в рабочей зоне на угольных предприятиях, в том числе шахтах, опасных по газу и пыли и внезапным выбросам.

Область применения – взрывоопасные зоны помещений и наружных установок согласно маркировке взрывозащиты, а также подземные горные выработки угольных шахт и рудников, опасных по газу (метану) или пыли.

Датчики могут использоваться в составе системы газоаналитической шахтной многофункциональной «Микон 1Р», «Микон III», в других измерительных и информационно-управляющих системах, а также как самостоятельные измерительные приборы.

ДМС 01 является средством измерения (Сертификат утверждения типа средств измерений RU.C.31.076.A № 26782 от 27.02.2007 г., № 33877-07 в Государственном реестре средств измерений). ДМС01 включены в измерительные каналы систем типа «Микон».

Датчик ведет непрерывный контроль загазованности помещения, с одновременной передачей информации в "КУШ-ПЛК" по аналоговой линии связи 0,4...2В. В свою очередь ПЛК непрерывно анализирует получаемую

информацию от датчика метана, сравнивая её с заранее запрограммированными значениями уставок. При повышении концентрации метана в помещении до уровня порога 1 (10% НКПВ, 0.44 об.доли) вычислительный блок осуществляет световую и звуковую сигнализацию и включает исполнительное устройство (включение аварийной вентиляции). При концентрации уровня порог 2 (20% НКПВ, 0.88 об.доли) производится останов работы линии газопровода, путем перевода быстродействующего отсечного клапана в положение "Закрыто", а поворотного затвора "На свечу" в положение "Открыто".

Таким образом, помещение с газопроводом оснащено автоматической защитой от загазованности, срабатывающей при повышении концентрации горючих газов сверх установленных норм с выдачей световых и звуковых сигналов, включением аварийной вентиляции и переводом газопровода в режим вентиляции.

Схема электрических соединений приведена в приложениях Б,В.

1.4 Алгоритм управления системой стабилизации давления газа

Предусмотрены следующие режимы управления оборудованием вакуум-насосной станции:

- режим автоматического управления – управление оборудованием ВНС осуществляет контроллер "КУШ-ПЛК" по заложенной в него программе;

- режим дистанционного управления – управление оборудованием ВНС выполняет оператор с автоматизированного рабочего места или со шкафов управления, на передних панелях, на которых имеются соответствующие органы управления;

- режим местного управления – управление оборудованием ВНС выполняет оператор непосредственно в машинных залах, где для этой цели

проектом предусматривается сохранение существующих кнопочных постов и показывающих приборов.

Переключением между режимами управления предусмотрено при помощи переключателя на передних панелях шкафов управления.

В полной мере обеспечивается бесперебойная и безопасная работа вакуум-насосной станции в части подачи метановоздушной смеси потребителям. Предотвращение и быстрая ликвидация аварий предусматривается с использованием автоматизированной системы управления технологическими процессами. Данная автоматизированная система управления технологическими процессами обеспечивает реализацию следующих функций:

- контроль и управление дополнительным оборудованием вакуум-насосной станции;

- автоматизированный сбор, обработка, представление и регистрация информации о контролируемых параметрах объектов вакуум-насосной станции, в соответствии с п. 155 «Положения об аэрогазовом контроле в угольных шахтах» данные подлежат обязательному хранению в течении года.

В процессе транспортировки МВС на утилизацию необходимо поддерживать давление газа на утилизацию в заданных пределах. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление газа в газопроводе на выходе из ВНС. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

На рисунке 1.4 представлена блок-схема алгоритма регулирования давления газа.

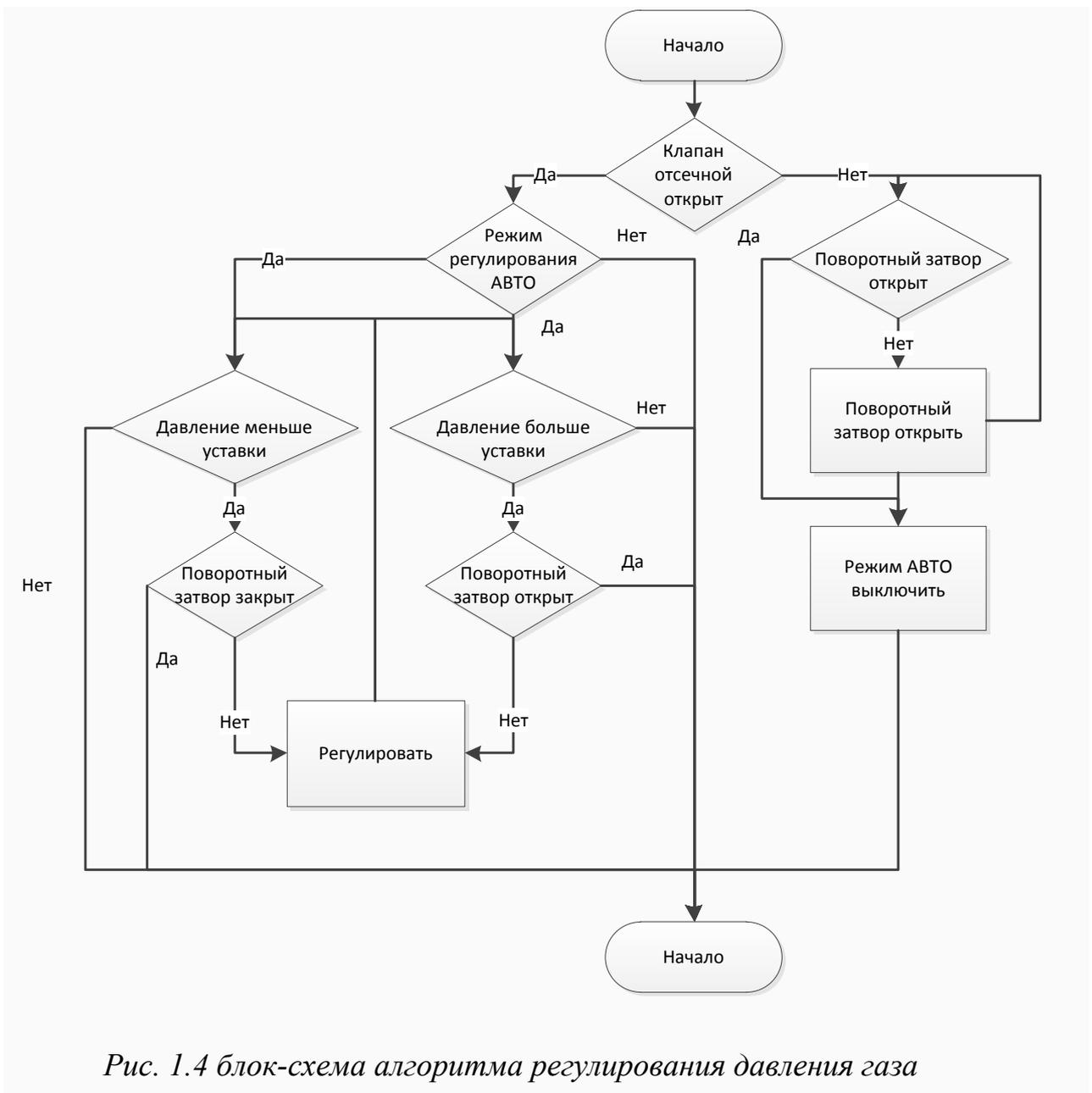


Рис. 1.4 блок-схема алгоритма регулирования давления газа

Объектом управления является участок трубопровода между точкой измерения давления и регулирующим органом. Длина этого участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов и составляет 0,5 метра. Динамика объекта управления $W(s)$, выраженная как отношение «расход вещества через клапан» (объемный расход жидкости после клапана) к «расходу вещества через расходомер» (измеряемый объемный расход жидкости) приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Воспользовавшись типовой передаточной функцией трубопровода, передаточная функция участка регулируемого объемного расхода вещества трубопровода будет:

$$W(s) = \frac{P(s)}{Q(s)} = \frac{k}{Ts + 1} \cdot e^{-\tau_0 s}$$

Где:

$$T = \frac{V}{cf} \sqrt{\frac{\mu}{2RT_a}}, \quad \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, \quad f = \frac{\pi d^2}{4}, \quad k = \frac{1}{cf} \sqrt{\frac{RT_a}{2\mu}},$$

Здесь:

$P(s)$ — давление в трубе;

$Q(s)$ — объемный расход газа (60 м³/мин);

ρ — плотность газа (0,717 кг/м³);

L — длина газопровода между точками измерения и регулирования (0,5 м);

d — диаметр трубы (0,3 м);

f — площадь сечения трубы;

Δp — перепад давления в газопроводе (25 кПа);

μ — молярная масса газа (16 г/моль);

T_a — температура МВС (40°С);

R — универсальная газовая постоянная (8,314 Дж/(моль·К));

c — коэффициент расхода

τ_0 — запаздывание;

T — постоянная времени.

Таким образом, имея начальные данные, произведем расчет ПФ ОУ:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = 0,07 \text{ м}^2$$

$$c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} = 0,107$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q} = 0,018$$

$$T = \frac{V}{cf} \sqrt{\frac{\mu}{2RT_a}} = 0,066$$

$$k = \frac{1}{cf} \sqrt{\frac{RT_a}{2\mu}} = 2,831$$

Таким образом, ПФ ОУ примет вид:

$$W(s) = \frac{2,831}{0,066 \cdot s + 1} \cdot e^{-0,018 \cdot s}$$

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление на выходе равное 25 кПа.

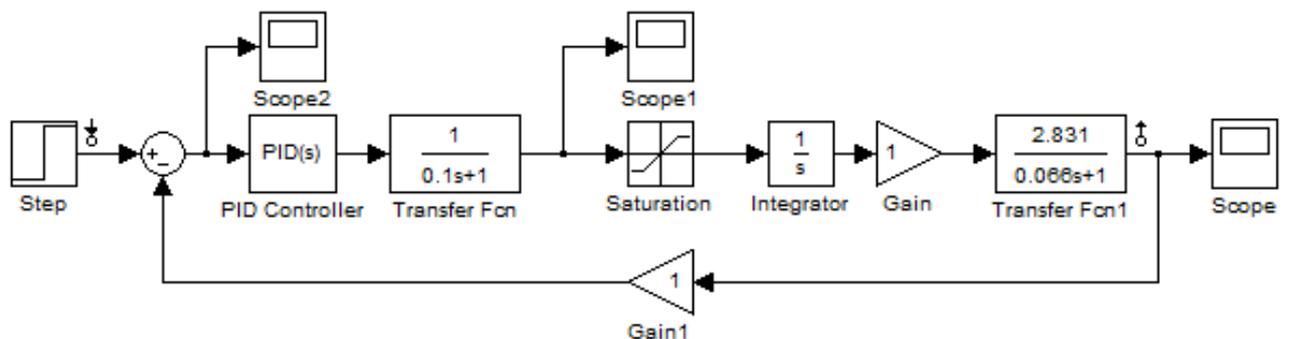


Рис. 1.5 Модель системы в программе MatLab

ПФ ПИД-регулятора имеет вид: $WPID(s) = kP + kI/s + kDs$. Значения коэффициентов ПИД-регулятора были получены путем автоматической его настройки.

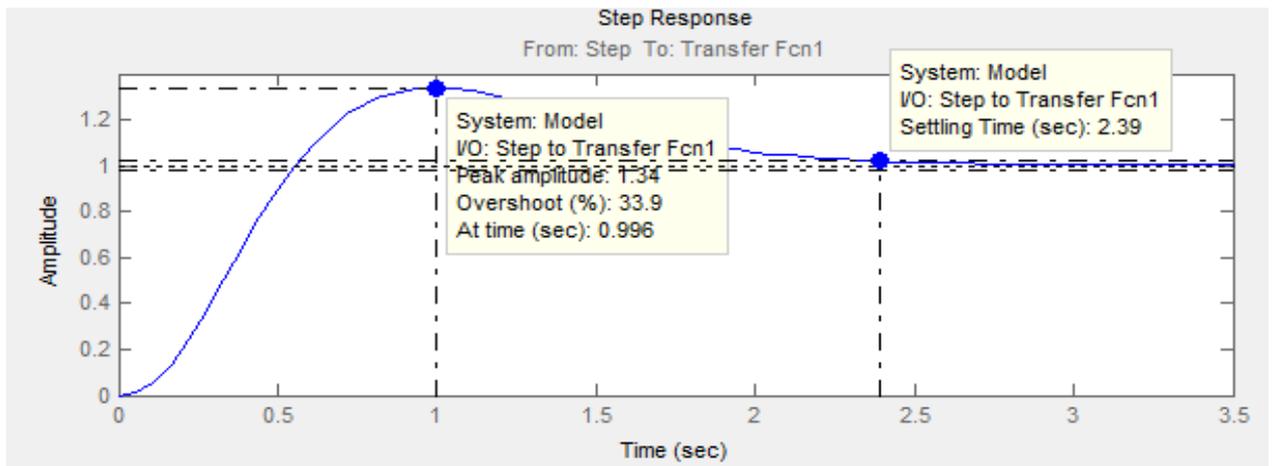


График. 1.1 График переходного процесса до настройки ПИД-регулятора.

Регулирующий орган описывается с помощью двух звеньев: аperiodического и интегрального, так как регулирование давление осуществляется изменением угла перемещения задвижки.

Процесс регулирования давления осуществляется следующим образом. На объект управления в процессе его функционирования оказывают воздействия различные факторы, поэтому выход объекта управления должен суммироваться с возмущающим воздействием. Итоговое давление на выходе объекта управления измеряется датчиком давления. Результат вычисления ошибки поступает на ПИД-регулятор, который в зависимости от значения ошибки формирует управляющее воздействие на объект управления. Управляющее воздействие регулятора подается на регулирующий орган, а регулирующий орган в свою очередь, в зависимости от управляющего воздействия, оказывает воздействие на объект управления с целью уменьшения ошибки.

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на графике 1.2.

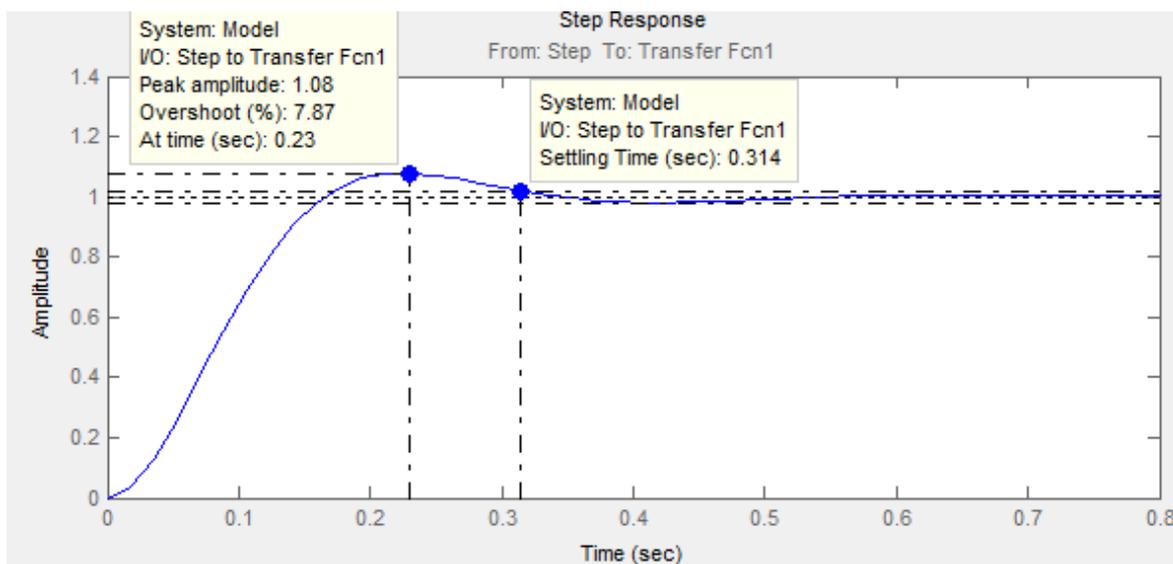


График. 1.2 График переходного процесса после настройки ПИД-регулятора.

Из графика 1.2 видно, что время переходного процесса составляет порядка 0,3с. Незначительное перерегулирование положительно влияет на износ исполнительных механизмов.

1.5 Итоги внедрения "Системы стабилизации давления газа"

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления и стабилизацией давления газа (МВС). Данная система была смонтирована на двух вакуум-насосных станциях шахты "Северная" ОАО "Воркутауголь" и была принята в эксплуатацию в августе 2014 года. Система автоматизации, диспетчерского контроля и управления была спроектированы на базе полевых устройств фирмы Ингортех, промышленного контроллера КУШ-ПЛК в рудничном исполнении и программного SCADA-пакета ASIX. Для поддержания давления газа на выходе из вакуум-насосной станции на утилизацию, был разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор).

Однако в ходе проектирования, монтажа и пуско-наладочных работ было выявлено ряд недостатков в области автоматизации горнодобывающей отрасли:

- главным недостатком является практически полное отсутствие на рынке средств автоматизации данной отрасли конкуренции, то есть существует три отечественных производителя специализированного рудничного оборудования для систем шахтной автоматики;

- функциональные возможности предлагаемого оборудования крайне ограничены;

- неоправданно завышенная стоимость на предлагаемое оборудование за счет олигополии в данном сегменте рынка;

- для управления одним устройством вне взрывоопасной зоны ВНС, рядом с местом установки источника питания для КУШ-ПЛК, пришлось прокладывать дополнительно несколько километров контрольного кабеля.

Исходя из описанных недостатков, принято решение освоить новое для предприятия направление, и создать производство источников питания с функциями удаленного модуля дискретного ввода/вывода.

2 Разработка источника питания

2.1 Техническое задание

1. Наименование и шифр.

1.1 Наименование разработки – опытный образец и конструкторская документация искробезопасного источника питания (далее ИП).

1.2 Шифр конструкторской документации устанавливается в процессе разработки.

2. Цель выполнения разработки, назначение изделия.

2.1 Цель – создание конкурентоспособного изделия и постановка его на производство.

2.2 ИП предназначен для обеспечения искробезопасным напряжением питания постоянного тока элементов шахтных измерительных, управляющих и информационных систем, систем шахтной автоматизации, сигнализации и связи, размещаемых в подземных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по газу, пыли, внезапным выбросам.

3. Основные технические требования.

3.1 ИП должен обеспечивать:

- питание потребителей искробезопасным стабилизированным напряжением постоянного тока от сетевого входного напряжения;

- питание потребителей искробезопасным стабилизированным напряжением постоянного тока с аккумуляторной поддержкой;

- заряд аккумуляторной блока (модуля) при наличии сетевого напряжения питания;

- местную и телесигнализацию о наличии/отсутствии сетевого напряжения (основного, резервного), о питании от аккумуляторного блока (модуля);

- возможность питания от основного и резервного источников сетевого напряжения;

- автоматическое переключение с основного напряжения питания на резервное (автоматический ввод резерва);

- возможность подключения к первичным источникам сетевого напряжения из ряда 36, 127, 220 В переменного;

- нормальную работу при отклонениях от минус 15 до плюс 10 % от номинального напряжения питания и частоты (50 ± 1) Гц.

3.2 ИП должен иметь блочно-модульную конструкцию.

3.3 ИП должен иметь 2 канала для ввода сетевого напряжения.

3.4 ИП должен иметь 3 канала на выходе, с возможностью параллельной работы.

3.5 ИП должен обеспечивать выходное стабилизированное напряжение, в том числе от аккумуляторного блока (модуля), $12,5 \text{ В-DC}\pm 5\%$.

3.6 ИП должен обеспечивать выходной суммарный ток, в том числе от аккумуляторного блока (модуля), не более 1,5 А.

3.7 Должна быть обеспечена работа от аккумуляторного блока (модуля) не менее 16 часов при максимальной нагрузке.

3.8 Входная и выходная емкость и индуктивность определяются в процессе разработки.

3.9 Тип аккумуляторных батарей определить в процессе разработки.

3.10 Блок (модуль) контроля и управления должен иметь как минимум 2 дискретных входа и 2 дискретных выхода (300 мА).

3.11 Должна быть обеспечена индикация состояния ИП и его модулей светодиодными индикаторами (сеть 1, сеть 2, работа RS-485, дискретные входы, дискретные выходы).

3.12 Блок (модуль) контроля и управления должен иметь возможность измерять напряжения питающей сети и аккумуляторной батареи, ток ее заряда или разряда, выходные напряжение и ток и передавать эти данные по интерфейсу RS-485 с протоколом MODBUS RTU.

3.13 Время прогрева ИП и выхода в рабочий режим должен быть не более 10 минут.

3.14 ИП должен иметь малые габаритные размеры и небольшой вес (максимальная комплектация не более 20 кг).

3.15 ИП должен иметь маркировку взрывозащиты "PB Ex d s [ia] I X / PO Ex s ia I X " в соответствии со стандартами на взрывозащищенное электрооборудование: ГОСТ 30852.0-2002, ГОСТ 30852.1-2002, ГОСТ 30852.10-2002, ГОСТ 22782.3-77.

3.16 Возможные взрывоопасные зоны применения ИП соответствуют категории I согласно ГОСТ 30852.9-2002, ГОСТ 30852.11-2002.

3.17 Степень защиты оболочкой ИП – IP 65 по ГОСТ 14254-96.

3.18 По устойчивости к электромагнитным помехам ИП должен соответствовать ГОСТ Р 51317.6.2-99.

3.19 По уровню излучаемых помех ИП должен соответствовать ГОСТ Р 51317.6.3-99 и ГОСТ Р 51317.6.4-99.

3.20 Класс оборудования по способу защиты человека от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75: I.

3.21 ИП должен эксплуатироваться при следующих климатических условиях:

- температура окружающей среды, °С: от плюс 5 до плюс 35;
- относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, %: 98±2 (с конденсацией влаги).

3.22 ИП должен в упаковке для транспортирования выдерживать без повреждения транспортную тряску с ускорением 30 м/с² при частоте от 10 до 120 ударов в минуту.

3.23 ИП в упаковке должен выдерживать транспортирование при температуре окружающего воздуха от минус 30°С до 55°С и относительной влажности воздуха до 100% при 25°С.

3.24 Срок службы не менее, лет:

- ИП вместе с блоком (модулем) контроля и управления: 10;
- аккумуляторного блока: 5.

2.2 Разработка структуры источника питания

Разработка такого сложного устройства, как взрывозащищенный источник питания, да ещё и с цифровым промышленным интерфейсом и несколькими каналами ввода/вывода процесс довольно сложный. Поэтому требуется разделить всю работу по созданию источника питания по специфике выполнения определённых задач.

Начальным этапом будет разработка электронной схемы устройства, которая в свою очередь будет разрабатываться поблочно. Вторым этапом будет написание программного кода для микроконтроллера, который будет проходить практически параллельно разработке электронной схеме. Третьим этапом будет разработка конструкции корпуса и установочных элементов. По окончании этих этапов будет оформляться техническая документация на источник питания, проводится испытания, подготовка к сертификации.

После детальной проработки требований технического задания и поиска путей реализации поставленных задач разработку электронной схемы решено было разделить на следующие блоки:

- блок входного сетевого напряжения;
- основной и микроконтроллерный блок;
- блок поддержки АКБ;
- блок обеспечения выходного напряжения;
- блок поддержки интерфейса RS-485;
- блок дискретных входов/выходов;
- элементы обеспечения искробезопасной электрической цепи.

2.2.1 Описание электронной схемы

Входное напряжение питания подаётся на блок «Входная цепь». В нём каждая линия подаётся на трансформаторы (TV1 и TV2) (приложение E), для измерения эффективного напряжения сети. Также линии входного напряжения подаются на электромеханическое реле (K1) (приложение E), которое

переключает канал входного напряжения. После реле напряжение питания проходит через варистор (RU1) (приложение Е) и самовосстанавливающийся предохранитель (TH1) (приложение Е). После предохранителя установлен фильтр высокочастотных помех (C1, C4, L1) (приложение Е), для исключения помех в сеть. После фильтра стоит реле плавного пуска (K2), которое в момент коммутации (выбора рабочего ввода входного напряжения) разомкнуто и ток бежит через параллельно подключенный резистор (R9) (приложение Е), ограничивая ток заряда конденсаторов (C9-C14) (приложение Е) после диодного выпрямителя (VD6-VD13) (приложение Е). Реле удвоителя напряжения (K4) (приложение Е) служит для выбора режима выпрямления тока диодным выпрямителем (VD6-VD13) (приложение Е), если реле (K4) замкнуто, то напряжение на выходе диодного моста будет равно удвоенному значению амплитудного значения входного напряжения, если разомкнуто, то схема работает как обычный диодный мост. Полярные конденсаторы (C9-C14) (приложение Е) запасают в себе напряжение и играют роль второго плеча полумоста инвертора напряжения. Биполярные транзисторы (VT1-VT4) обеспечивают усиление сигналов управления с микроконтроллера для реле управления режимами. Выходные цепи после измерительных трансформаторов (TV1 и TV2) (приложение Е) выпрямляют трансформированное напряжение и заряжают до пикового значения конденсаторы (C2, C3) (приложение Е).

Далее по схеме стоит инвертор, он работает при разрешающем сигнале от микроконтроллера (через транзистор VT5), Инвертор гальванически изолируется от микроконтроллера через оптопару (DV3). Здесь же стоит источник питания собственных нужд (DA3), который питается от шины 5В и выдаёт гальванически развязанное питание для драйвера полумоста (DA4) со встроенным генератором частоты. Драйвер управляет плечом полумоста (VT6, VT7 инвертора).

Напряжение с инвертора и средней точки конденсаторов подаётся на высокочастотный трансформатор (TV3) (приложение Д), коэффициент

трансформации которого меняется с помощью перекидного реле (K5). Реле переключает количество витков используемых в первичной обмотке трансформатора.

После трансформатора стоит высокочастотный выпрямитель (приложение Г) и фильтр. После выпрямителя стоят два стабилизатора напряжения 14,5В.

Первый стабилизатор напряжения питает общую шину 14,5В от которой питаются стабилизаторы напряжения собственных нужд 5В и стабилизатор выходного напряжения 12,5В, выполненный по схеме преобразователя SEPIC (приложение З). Данный тип преобразователя обеспечивает стабильное выходное напряжение при изменяющемся входном напряжении от 9 до 30В с ограничением тока на выходе. Кроме того, SEPIC имеет управляющий входной сигнал (вкл/выкл) от микроконтроллера для аварийного отключения. АКБ подключена к шине питания 14,5В через диод (VD44-VD47) (приложение Д) так, чтобы поддержать напряжение на общей шине в случае пропадания входного сетевого напряжения. Такая схема позволяет обеспечить моментальное переключение на аккумуляторную поддержку и защиту от провала напряжения на шине.

Второй выполняет роль зарядного устройства для АКБ и имеет управляющий входной сигнал (вкл/выкл) от микроконтроллера. После второго стабилизатора выходное стабилизированное напряжение 14,5В подаётся на АКБ с ограничением тока на уровне 2А (микросхема DA1) (приложение Д).

В цепи АКБ имеется датчик тока (R59) (приложение Д) и датчик напряжения (R62, R63) (приложение Д), также имеется датчик тока (R91) (приложение Д) и напряжения (R89, R90) (приложение Д) выхода 12,5В. Сигналы с датчиков тока подаются на операционный усилитель (DA5) (приложение Д), который усиливает сигнал до нужного уровня и передаёт на АЦП микроконтроллера.

Дискретные выходы реализованы на электромеханических реле (K6, K7) (приложение И). Дискретные входы реализованы на оптопарах (DA10,

DA11) (приложение И) с операционными усилителями (DA12) (приложение Г), по схеме с возможностью измерения сопротивления выходной цепи.

Блок RS485 организован на стандартной микросхеме ADM2587 (DA7) (приложение Ж), с дополнительными стабилитронами (VD31-VD36) (приложение Ж) для обеспечения искробезопасной электрической цепи на выходе, плюс источник питания (DA6) (приложение Ж) для питания микросхемы обеспечивает гальваническую развязку от выхода микросхемы.

Линейный стабилизатор напряжения (DA2) (приложение Д) служит для стабилизации напряжения для питания микроконтроллера на уровне 3,3В. Схема тумблера (вкл/выкл) источника питания сделана на полевых транзисторах по схеме, обеспечивающей искробезопасный выход на управляющий тумблер с ограничением тока не более 0,1мА.

2.2.2 Обеспечение взрывозащиты

Источник питания имеет двойную маркировку взрывозащиты PB Ex d s [ia] I X / PO Ex s ia I X, которая означает:

PB – уровень взрывозащиты (рудничное взрывобезопасное электрооборудование);

Ex – специальный знак, указывающий что оборудование относится взрывозащищённому электрооборудованию;

d – вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка";

s – специальный вид взрывозащиты (заполнение всей оболочки компаундом);

[ia] – требование к присоединяемому электрооборудованию (должны подключаться только искробезопасные электрические цепи);

I – обозначение группы электрооборудования;

X – требование соблюдения специальных условий для обеспечения безопасности;

PO – уровень взрывозащиты (рудничное особо взрывобезопасное электрооборудование);

Ex – специальный знак, указывающий что оборудование относится взрывозащищённому электрооборудованию;

s – специальный вид взрывозащиты (заполнение всей оболочки компаундом);

ia – вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь";

I – обозначение группы электрооборудования;

X – требование соблюдения специальных условий для обеспечения безопасности.

При работе от сетевого напряжения уровень взрывозащиты РВ, при работе только от АКБ (при обесточивании всего электрооборудования на опасном участке шахты) уровень взрывозащиты PO.

Взрывозащита источника питания реализуется за счет следующих конструктивных и схемотехнических решений:

- размещением электронной платы и аккумуляторной батареи в металлической оболочке со степенью защиты от внешних воздействий не хуже IP54 по ГОСТ 14254-96 с высокой механической прочностью по ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998);

- заполнением аппаратного отделения, в котором размещаются электронная плата и аккумуляторная батарея, затвердевающим кремнийорганическим компаундом по ГОСТ 22782.3-77, рабочий диапазон температур которого от -60 до +250С;

- использованием взрывонепроницаемой оболочки по ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1:1999) для ввода сетевого кабеля, а Ex-кабельные вводы выполняют требования ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998);

- использованием для ввода кабелей искробезопасных цепей кабельных вводов со степенью защиты от внешних воздействий IP66;

- соблюдением путей утечек и электрических зазоров в соответствии с требованиями ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999);

– гальваническим разделением силовых цепей от искробезопасных с помощью элементов, соответствующих ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999);

– использованием для ограничения тока и напряжения вторичной обмотки трансформатора до безопасных значений трех независимых шунтирующих каскадов, а в цепях индикации, датчиков, контроля, управления и переключения режимов работы ИП – неповреждаемых токоограничительных резисторов и оптронов с электрической прочностью не менее 1500В, что соответствует ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999);

– токоограничение выходной цепи 12В выполнено на внутренних параметрах силового транзистора с максимальным выходным током до 2А, дросселя и резистивного датчика тока. Кроме того, после выходного фильтра стоит дополнительный резистивный датчик тока, для отключения источника тока при токе нагрузки выше 1,6А. Выходное напряжение трехкратно зашунтировано супрессором (VD37-VD39) (приложение 3) с пиковой мощностью каждого до 1,5кВт и ограничением по напряжению 15В;

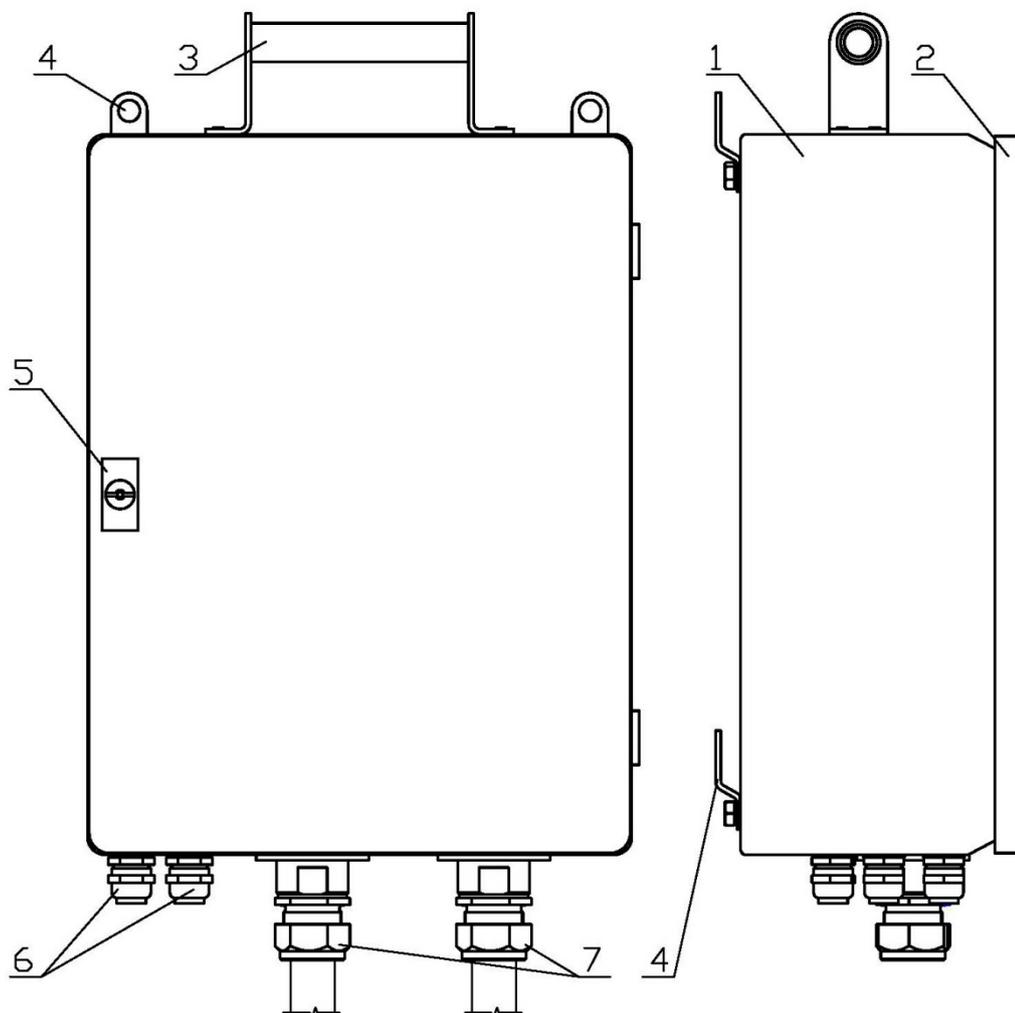
– входные цепи дискретных входов имеют сопротивление порядка 35кОм, и гальваническую развязку от цепей электропитания 2000В;

– выходные цепи дискретных выходов имеют токоограничительные резисторы и электромеханические реле, рассчитанные на ток 1А с гальванической развязкой 1500В от цепей электропитания.

2.2.3 Конструкция

ИВП выполнен в виде настенного металлического корпуса настенном исполнении. Дверь оборудована замком, открываемым специальным ключом. Корпус обеспечивает степень защиты от внешних воздействий IP65. В корпусе расположены взрывонепроницаемые оболочки вводов для подключения питающего напряжения, имеющие отдельные крышки. Клеммы ИВП для подключения сетевого напряжения питания переменного тока

выполнены в виде шпилек с необходимым набором шайб и гаек. На внешней стороне и внутри взрывонепроницаемой оболочки ИВП расположены шпильки заземления диаметром 6 мм. Общий вид ИВП приведен на рисунке 2.1.

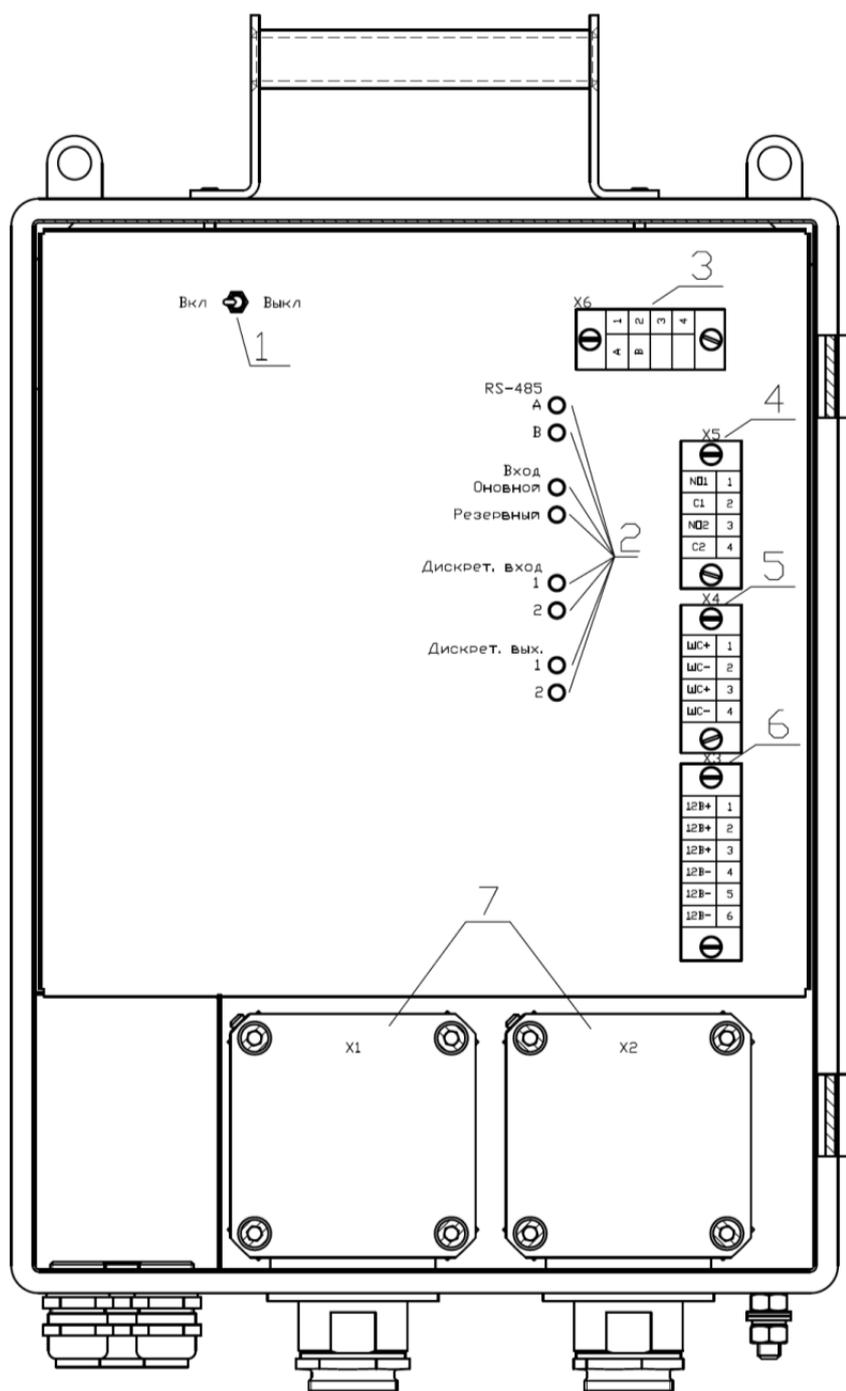


1 – корпус ИВП; 2 – дверь; 3 – ручка; 4 – кронштейны крепления; 5 – замок; 6 – кабельные вводы искробезопасных цепей; 7 – кабельные вводы питания.

Рисунок 2.1 – Общий вид ИВП-12

Клеммные колодки искробезопасных цепей и модуль индикации установлены внутри корпуса под передней дверью ИВП. Все электронные элементы залиты электротехническим компаундом и образуют единую неразборную компаундированную конструкцию.

Вид ИВП-12 с открытой дверью приведен на рисунке 2.1.



1 – тумблер включения/выключения; 2 – светодиодные индикаторы работы ИВП; 3 – клеммы интерфейса RS-485; 4 – клеммы дискретных выходов; 5 – клеммы дискретных входов; 6 – клеммы искробезопасного напряжения 12 В; 7 – оболочки вводов сетевого напряжения.

Рисунок 2.1 – Вид ИВП с открытой дверью.

На крышке взрывонепроницаемой оболочки ИВП расположена надпись "ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ". Открывание крышки

взрывонепроницаемой оболочки кабельного ввода возможно только с помощью специального инструмента.

2.2.4 Технические характеристики

Источник питания ИВП предназначен для обеспечения питания потребителей искробезопасным стабилизированным напряжением $12,5\text{В}\pm 0,1\text{В}$ постоянного тока от сетевого входного напряжения переменного тока или от аккумуляторного блока с выходным суммарным током не более 1,5 А (в том числе от аккумуляторного блока).

Область применения ИВП – наземные помещения и подземные выработки шахт и рудников, в том числе опасных по газу, пыли и внезапным выбросам в соответствии с "Правилами безопасности в угольных шахтах".

При отключении сетевого питания ИВП обеспечивает резервное питание не менее 16 часов от аккумуляторного блока (модуля) при максимальной нагрузке.

ИВП подключается к первичным источникам сетевого напряжения из ряда 36, 127, 220 В переменного тока, питание от основного и резервного источников сетевого напряжения и автоматическое переключение между ними (автоматический ввод резерва). Обеспечивает нормальную работу при отклонениях от -15 до $+10$ % от номинального напряжения питания с частотой 50 ± 1 Гц и заряд аккумуляторного блока при наличии сетевого напряжения питания. ИВП планируется выпускать в двух модификациях – «Источник питания взрывозащищенный ИВП-1Х» где:

1 – серия; Х – модель :

-1 – с одним вводом напряжения и увеличенной ёмкостью АКБ;

- 2 – с двумя вводами напряжения и стандартной ёмкостью АКБ.

Основные технические характеристики источника питания ИВП указаны в табл.2.1.

Таблица 2.1 – Основные технические характеристики источника питания

| Наименование параметра | Модель | |
|---|--|--------|
| | ИВП-11 | ИВП-12 |
| Номинальное напряжение переменного тока питающей сети, В | 36, 127, 220 | |
| Допустимые отклонения питающей сети, % | -15 +10 | |
| Потребляемая мощность от питающей сети, Вт не более | 100 | |
| Количество входов питающей сети | 1 | 2 |
| Номинальное выходное напряжение постоянного тока, В | 12,5 | |
| Нестабильность выходного напряжения, В | 0,1 | |
| Коэффициент пульсаций выходного напряжения, % | 2 | |
| Номинальный выходной ток, А | 1,5 | |
| Параметры выходной искробезопасной цепи питания: - максимальное выходное напряжение U_o , В - максимальный выходной ток I_o , А - максимальная внешняя емкость C_o , мкФ - максимальная внешняя индуктивность L_o , мГн | 12,8 1,8 22 300 | |
| Параметры искробезопасной цепи дискретных входов: - количество входов - максимальное выходное напряжение U_o , В - максимальный выходной ток I_o , мА - максимальная внешняя емкость C_o , мкФ - максимальная внешняя индуктивность L_o , мГн | 2 5,5 8 100 3 | |
| Параметры искробезопасной цепи релейных выходов: - количество выходов - максимальное входное напряжение U_i , В - максимальный входной ток I_i , мА - максимальная внутренняя емкость C_i , мкФ - максимальная внутренняя индуктивность L_i , мГн - сопротивление в замкнутом состоянии, Ом - сопротивление в разомкнутом состоянии, МОм | 2 15 600 0 0 1 10 | |
| Параметры канала передачи данных RS-485: - количество каналов - скорость передачи данных, бит/сек - максимальное входное напряжение U_i , В - максимальный входной ток I_i , мА - максимальная внутренняя емкость C_i , мкФ - максимальная внутренняя индуктивность L_i , мГн - максимальное выходное напряжение U_o , В - максимальный выходной ток I_o , мА - максимальная внешняя емкость C_o , мкФ - максимальная внешняя индуктивность L_o , мГн | 1 1200... 115200 13,5 250 1,1 0 5,6 150 300 3 | |
| Степень защиты от внешних воздействий по ГОСТ 14254-96 | IP65 | |
| Климатическое исполнение | УХЛ 5 | |

Таблица 2.1 – Продолжение

| Наименование параметра | Модель | |
|---|---|--------|
| | ИВП-11 | ИВП-12 |
| Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, %, не более - атмосферное давление, кПа / мм. рт. ст. | +5...+35 98 при +15°С 84...106,7 / 630...800 | |
| Время работы в автономном режиме от аккумуляторной батареи при номинальном токе, ч, не менее | 16 | 10 |
| Маркировка взрывозащиты | PB Ex d s [ia] I X / PO Ex s ia I X | |
| Масса, кг, не более | 30 | 30 |
| Срок службы, лет | 7 | 7 |

Источник питания ИВП имеет:

- местную индикацию:
 - о наличии/отсутствии основного сетевого напряжения;
 - о наличии/отсутствии резервного сетевого напряжения;
 - работы линии передачи данных по RS-485;
 - о состоянии первого канала дискретного входа;
 - о состоянии второго канала дискретного входа;
 - о состоянии первого канала дискретного выхода;
 - о состоянии второго канала дискретного выхода.
- 2 дискретных входа (шлейфа сигнализации) с:
 - возможностью измерения сопротивления линии входа в диапазоне от 1 до 20 кОм;
 - обеспечением искробезопасной электрической цепи дискретного входа;
 - независимой, параллельной работой обоих входов.
- 2 дискретных выхода с:
 - максимальным коммутируемым напряжением 15 В постоянного тока;
 - максимальным коммутируемым током 600 мА;
 - независимой, параллельной работой обоих выходов.

– встроенный искробезопасной интерфейс передачи данных RS-485 с протоколом MODBUS RTU, который позволяет передавать следующие значения:

- напряжение основного сетевого ввода;
- напряжение резервного сетевого ввода;
- напряжение на выходе с источника питания;
- тока на выходе с источника питания;
- напряжение на аккумуляторной батарее;
- тока заряда/разряда аккумуляторной батареи;
- сопротивление первого дискретного входа;
- сопротивление второго дискретного входа;
- состояние первого дискретного выхода;
- состояние второго дискретного выхода;

а так же управлять первым и вторым дискретными выходами.

Изменение сетевого адреса и параметров интерфейса выполняется при помощи любого OPC сервера.

ИВП имеет возможность работать как автономно, так и в составе информационно - управляющей системы шахты.

К дискретным входам ИВП подключаются датчики с выходными сигналами типа "сухой контакт" и подключаемыми по принципу шлейфа сигнализации.

К дискретным выходам ИВП подключаются внешние устройства сигнализации, и другие устройства, совместимые по типам и уровням сигналов с релейными выходами ИВП.

Оборудование подключаемое к дискретным входам и выходам должно иметь разрешение на применение на шахтах опасных по газу и пыли в соответствии с ПБ 05-618-03.

Источник ИВП рассчитан на непрерывную работу, как при наличии сетевого напряжения, так и в автономном режиме. ИВП оснащен встроенной аккумуляторной батареей (в дальнейшем АКБ) для непрерывного питания

подключенной аппаратуры стабилизированным искробезопасным напряжением в течение расчетного времени, даже при отсутствии входного сетевого напряжения. Источник рассчитан на работу в МФСБ совместно с другими устройствами, входящими в многофункциональную систему безопасности за счет встроенного модуля RS-485 и каналов дискретного ввода-вывода, что позволяет непрерывно контролировать два независимых шлейфа сигнализации, передавать информацию на сервер МФСБ, принимать команды от сервера и управлять двумя независимыми релейными выходами.

Комплектность ИВП зависит от модели и соответствует таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Комплектация источника питания

| Наименование | Тип | Модель | |
|-----------------------------|----------------------------|--------|--------|
| | | ИВП-11 | ИВП-12 |
| Источник питания | ИВП | 1 | |
| Кабельный ввод | Определяется заказчиком | 1 | 2 |
| Комплект монтажных частей | КМЧ 3148-046-46316725-2016 | 1 | |
| Ключ специальный | | 1 | |
| Руководство по эксплуатации | РЭ 3148-046-46316725-2016 | 1 | |
| Паспорт | ПС 3148-046-46316725-2016 | 1 | |

2.3 Программное обеспечение для разработки

Для реализации поставленной задачи потребуется ряд мощных программных продуктов автоматизированного проектирования. Для создания электронных систем и прототипов печатных плат был выбран программный продукт Altium Designer. Для создания и отладки программы микроконтроллера была выбрана среда разработки IAR Embedded Workbench. Для подготовки конструкторской документации и сборочных чертежей идеально подошла САПР Компас 3D.

2.3.1 САПР Altium Designer

САПР Altium Designer позволяет организовать сквозной процесс проектирования, начиная от построения схемы электрической

принципиальной и заканчивая формированием файлов для автоматического монтажа компонентов на плате. Все документы, относящиеся к разработке одного изделия, объединены в общий проект.

В Altium Designer имеется возможность преобразовывать огромные и сложные схемы в набор простейших подсхем. Все подсхемы имеют принадлежность к определенной области на плате (Room) и объединяют компоненты схемы в кластеры компонентов на плате, а все шины на схеме будут объединены на плате в класс цепей, что значительно упрощает работу разработчика. Работа с большим набором документов проекта упрощается наличием миниатюрного окна просмотра, которое появляется при наведении курсора на название документа в структуре проекта.

При выборе порта на многолистовой схеме на экране появляются миниатюрные изображения листов, содержащих ответные части выбранного порта. Все объекты редактора схем имеют пользовательские настройки, что позволяет адаптировать их под требования любого национального стандарта, в том числе ГОСТ РФ. Гибкая возможность настроек и создания пользовательских настроек позволяет оформлять документацию в строгом соответствии с требованиями нормативных документов.

Библиотеки программы содержат более 80000 компонентов и постоянно обновляются, причем имеется возможность импорта уже готовых библиотек из PCAD 2000-2006. Так же имеется возможность создавать собственные библиотеки символов, посадочных мест и трехмерных моделей. Компонент, хранящийся в библиотеке Altium Designer, имеет всю необходимую информацию для решения конструкторских задач на всех этапах проектирования.

Разработку библиотечных элементов можно путем последовательного ввода информации о компоненте получить готовую модель с минимальными затратами времени. В редакторе посадочных мест имеется мастер IPC Footprint Wizard для создания посадочных.

Система автоматизированного проектирования Altium Designer позволяет моделировать электрические схемы аналоговых и аналого-цифровых устройств, разработанных на дискретных элементах. Моделирование предусматривает анализ:

- режима работы по постоянному току;
- переходных процессов;
- частотных характеристик;
- спектральной плотности внутреннего шума;
- передаточных функций;
- влияния изменения параметров элементов на работу схемы;
- выходных электрических параметров схемы;
- допусков на выходные электрические параметры схемы.

При моделировании аналоговых систем используются алгоритмы SPICE 3f5. При моделировании цифровых систем используется алгоритм XSPICE с описанием моделей цифровых элементов на языке Digital SimCode.

В комплект поставки включено более 20000 математических моделей. В редакторе символов имеется мастер по созданию spice-моделей, для основных компонентов.

С помощью мощной, полностью визуализированной системы задания и проверки правил проектирования, пользователь получает полный контроль над процессом разработки топологии.

Система задания правил проектирования состоит из 51 позиции, разбитых на 10 категорий, включая такие, как: правила трассировки, производства, правила проектирования высокочастотных блоков, правила разводки дифференциальных пар и т.д. Например, пользователь может описать требуемые толщины проводников и зазоры между ними, которые будут жестко соблюдаться во время интерактивной и автоматической трассировки. В режиме интерактивной трассировки используются следующие технологии: Ignore – игнорирование правил, по сути ручной режим, Push - позволяющая расталкивать уже существующие трассы и переходные

отверстия, Walkaround - располагает трассы максимально близко к существующим, Hug and Push – огибает препятствия, а в узких местах расталкивает существующую топологию вновь прокладываемой дорожкой. Все режимы интерактивной трассировки распространяются и на трассировку дифференциальной пары и на трассировку шин, а также доступны в режиме редактирования.

Топологические алгоритмы трассировки позволяют выполнять трассировку очень эффективно даже при использовании компонентов сложной формы, при этом удается избегать лишних этапов "зачистки" топологии.

Работа по синхронизации распиновки ПЛИС и топологии может выполняться автоматически. Инструментарий автоматического (или ручного) свапирования выводов автоматически оптимизирует распиновку ПЛИС для более качественной трассировки топологии.

Поддержка DirectX9.0C с технологией SaredMode3.0 позволяет перераспределить нагрузку процессора на процессор видеокарты в режиме перемещения и прорисовки "тяжелых" структур, что значительно ускоряет работу с многослойными платами и полигонами. Загрузка процессора при использовании опции DirectX в настройках ускоряет работу в 20 раз.

Встроенный помощник импорта проектов позволяет импортировать схемы, платы, библиотеки из систем PCAD, OrCAD, PADs, DxDesigner, Allegro PCB, Expedition преобразовывая их в проекты Altium Designer.

Импорт проектов осуществляется в режиме пошагового мастера, что позволяет задать оптимальный набор настроек, например, задать соответствие слоев, или применяемые текстовые шрифты. Если в проекте, созданном в сторонней системе были выявлены ошибки, то они будут идентифицированы на стадии импорта.

Для формирования выходной документации используется отдельный редактор. Работа в этом редакторе выполняется путем состава необходимого набора выходных данных, установки настроек печати и выбора места вывода (например, на принтер, в PDF-файл, или в директорию на диске).

Преимущество такого подхода заключается в том, что однажды сформированный файл OUTJOB (в котором хранятся настройки выходной документации), можно многократно использовать в других проектах, в рамках одного предприятия, не меняя настроек.

2.3.2 Среда разработки ПО IAR Embedded Workbench

Поскольку в основе источника питания лежит микроконтроллер STM32, то появляется необходимость в написании программы управления всем изделием. Была выбрана среда разработки программного обеспечения IAR Embedded Workbench. Многофункциональная среда разработки приложений на языках C, C++ и ассемблере для целого ряда микроконтроллеров от различных производителей.

Программная среда включает в себя:

1. C/C++ компилятор – один из самых эффективных в своем роде.
2. Транслятор ассемблера, включающий в себя макроассемблер для программ реального времени и препроцессор для C/C++компилятора.
3. Компоновщик, поддерживающий более тридцати различных выходных форматов для совместного использования с внутрисхемными эмуляторами.
4. Текстовый редактор, настроенный на синтаксис языка Си и имеющий удобный пользовательский интерфейс, автоматическое выделение ошибок программного кода, настраиваемую инструментальную панель, подсветку блоков, а также удобную навигацию по именам подпрограмм, макросов и переменных.
5. Симулятор и отладчик в кодах Си и ассемблера. Отладчик позволяет просматривать области EEPROM, DATA, CODE, а также регистры ввода/вывода, устанавливать точки останова и аппаратные флаги, обрабатывать прерывания с предсказанием. Кроме этого предусмотрен контроль стека и любых локальных переменных, режим пошагового

выполнения программы. Тип отладчика и его настройки устанавливаются в свойствах проекта.

Основные преимущества пакета – дружелюбный пользовательский интерфейс и непревзойденная оптимизация генерируемого кода. Кроме этого реализована поддержка различных операционных систем реального времени и JTAG -адаптеров сторонних компаний.

В настоящее время IAR Embedded Workbench поддерживает работу с 8-, 16-, 32-разрядными микроконтроллерами от Atmel, ARM, NEC, Analog Devices, Microchip Technologies, Dallas Semiconductor/Maxim, Samsung, National Semiconductor, Texas Instruments, STMicroelectronics, Silicon Labs и Renesas. Для каждой платформы существует своя среда разработки, в частности ARM микроконтроллерам соответствует версия пакета IAR Embedded Workbench for ARM.

IAR Embedded Workbench была разработана IAR Systems, более двадцати лет являющейся одной из ведущих компаний по созданию C/C++ компиляторов для встраиваемых микроконтроллерных устройств и систем. Ее штаб-квартира находится в городе Уппсала (Швеция). В настоящее время программы IAR Systems используют по всему миру более сотни тысяч разработчиков, производителей телекоммуникационного и промышленного оборудования, медицинской и компьютерной техники, среди которых такие гиганты, как Apple Computer, Cisco Systems, Motorola, Hewlett-Packard и Siemens.

2.3.3 САПР Компас 3D

САПР КОМПАС-3D предназначена для выполнения проектных и конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Она широко используется студентами машиностроительных, приборостроительных, архитектурных, строительных ВУЗов и техникумов при выполнении домашних заданий, курсовых и дипломных работ. Так же широко

используется проектными и конструкторскими бюро машиностроительных, приборостроительных, архитектурных и строительных организаций.

КОМПАС-3D разработан специально для операционной среды Windows, и в полной мере использует все ее возможности и преимущества для предоставления пользователю максимального комфорта и удобства в работе.

Данный программный пакет включает в себя средства, позволяющие пользователю создавать разного рода чертежи, описания к ним и многое другое необходимое как студенту ВУЗа, так и опытному конструктору или архитектору.

Результаты работы в САПР КОМПАС-3D могут быть выданы на принтер, плоттер, фотошаблон. Кроме того, КОМПАС предоставляет пользователю ряд дополнительных сервисных возможностей, которые значительно облегчают получение твердых копий чертежей и фрагментов. Это реалистичный предварительный просмотр перед печатью, удобная компоновка на поле вывода, печать только заданной части документа.

Нужно особо отметить, что система автоматически разбивает печатаемое изображение на несколько листов в том случае, если устройство вывода имеет размер поля печати меньшее, чем размер документа. Последующая склейка отдельных листов позволяет получить готовый документ большого формата.

2.4 Методика испытаний тестового образца

Цель проведения испытаний.

Проверка качества и соответствия выполненных конструкторских, монтажных и пусконаладочных работ техническому заданию. Проверка комплексной работоспособности разрабатываемого изделия, автоматического выбора режима работы, поддержания выходных сигналов в заданных

пределах, выдачи всех необходимых сигналов на панель индикации и в линию передачи данных RS-485.

По окончании всех проверок, результаты оформляются протоколами испытания. На основании протоколов испытания оформляется акт, в котором указывается по пунктам прошло ли данное изделие проверку или нет, описываются недочеты.

Испытания следует проводить согласно пунктам методики испытаний. Поскольку данная работа выполняется впервые, то допускаются незначительные отклонения от очередности испытаний, описанных в методике. Так же допускается незначительно изменять методы испытаний, в зависимости от нюансов работы изделия и условий проведения испытаний.

Методика проведения испытаний тестового образца.

1 Проверка работы блока сетевого напряжения переменного тока.

1.1 Проверка работы основного ввода сетевого напряжения. При проверке снимать вольт-амперные характеристики сетевого напряжения под нагрузкой на выходе 1,5А и без неё. Проверку проводить при полностью заряженных АКБ источника питания в следующем порядке:

а) отключить разъем сетевого напряжения от источника питания, отключить нагрузку с выхода источника питания;

б) выставить на ЛАТРе стенда ИСИП минимальное напряжение из ряда допустимых значений;

в) подключить разъем сетевого напряжения к источнику питания;

г) снять вольт-амперные характеристики сетевого ввода без нагрузки на выходе источника питания;

д) подключить нагрузку к выходу источника питания, снять вольтамперные характеристики сетевого ввода;

е) отключить разъем нагрузки;

ж) выставить на ЛАТРе следующее значение сетевого напряжения;

з) повторить операции г – ж.

- 1.1.1 Проверка при питании от 36 В $^{+10}/_{-15\%}$ (30....42 В шаг 1);
- 1.1.2 Проверка при питании от 127 В $^{+10}/_{-15\%}$ (108....140 В шаг 2);
- 1.1.3 Проверка при питании от 220В $^{+10}/_{-15\%}$ (185...245 В шаг 5).

1.2 Проверка работы резервного ввода сетевого напряжения. При проверке снимать вольт-амперные характеристики сетевого напряжения под нагрузкой на выходе 1,5А и без неё. Проверку проводить при полностью заряженных АКБ источника питания в следующем порядке:

- а) отключить разъем сетевого напряжения от источника питания, отключить нагрузку с выхода источника питания;
- б) выставить на ЛАТРе стенда ИСИП минимальное напряжение из ряда допустимых значений;
- в) подключить разъем сетевого напряжения к источнику питания;
- г) снять вольт-амперные характеристики сетевого ввода без нагрузки на выходе источника питания;
- д) подключить нагрузку к выходу источника питания, снять вольтамперные характеристики сетевого ввода;
- е) отключить разъем нагрузки;
- ж) выставить на ЛАТРе следующее значение сетевого напряжения;
- з) повторить операции г – ж.

- 1.2.1 Проверка при питании от 36 В $^{+10}/_{-15\%}$ (30....42 В шаг 1);
- 1.2.2 Проверка при питании от 127 В $^{+10}/_{-15\%}$ (108....140 В шаг 2);
- 1.2.3 Проверка при питании от 220В $^{+10}/_{-15\%}$ (185...245 В шаг 5).

1.3 Проверка перехода с основного на резервный ввод. При проверке снимать вольт-амперные характеристики выходного напряжения под нагрузкой и без неё.

- 1.3.1 Проверка перехода при $U_{\text{осн}}$ 220 В, $U_{\text{рез}}$ 220 В
- 1.3.2 Проверка перехода при $U_{\text{осн}}$ 220 В, $U_{\text{рез}}$ 127 В
- 1.3.3 Проверка перехода при $U_{\text{осн}}$ 220 В, $U_{\text{рез}}$ 36 В
- 1.3.4 Проверка перехода при $U_{\text{осн}}$ 127 В, $U_{\text{рез}}$ 220 В
- 1.3.5 Проверка перехода при $U_{\text{осн}}$ 127 В, $U_{\text{рез}}$ 127 В

1.3.6 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 127 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 36 \text{ В}$

1.3.7 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 36 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 220 \text{ В}$

1.3.8 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 36 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 127 \text{ В}$

1.3.9 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 36 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 36 \text{ В}$

1.4 Проверка перехода с резервного на основной ввод. При проверке снимать вольт-амперные характеристики выходного напряжения под нагрузкой и без неё.

1.4.1 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 220 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 220 \text{ В}$

1.4.2 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 220 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 127 \text{ В}$

1.4.3 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 220 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 36 \text{ В}$

1.4.4 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 127 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 220 \text{ В}$

1.4.5 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 127 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 127 \text{ В}$

1.4.6 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 127 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 36 \text{ В}$

1.4.7 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 36 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 220 \text{ В}$

1.4.8 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 36 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 127 \text{ В}$

1.4.9 Проверка перехода при $U_{\text{осн}} 36 \text{ В}$, $U_{\text{рез}} 36 \text{ В}$

1.5 Снятие вольт-амперных характеристик основного ввода при начале зарядки полностью разряженных АКБ при полной нагрузке.

1.6 Снятие вольт-амперных характеристик резервного ввода при начале зарядки полностью разряженных АКБ при полной нагрузке.

1.7 Проверка работы при отключении только одного проводника от линии сетевого ввода. Проверка производится для всех возможных комбинаций обрыва проводника для обоих вводов и для всех номинальных напряжений.

2 Проверка выхода 12 вольт.

2.1 Проверка работы от сетевого напряжения основного ввода. Снятие вольт-амперных характеристик выхода при переменной нагрузке в диапазоне 0,16...1,7 А (с шагом 0,1 А). При проверке подключить выход проверяемого источника питания к входу нагрузки стенда ИСИП. Ток нагрузки снимать с

амперметра стенда, напряжение измерять на клеммах выхода источника питания.

2.2 Проверка работы от сетевого напряжения резервного ввода. Снятие вольт-амперных характеристик выхода при переменной нагрузке в диапазоне 0,16...1,7 А (с шагом 0,1 А). При проверке подключить выход проверяемого источника питания к входу нагрузки стенда ИСИП. Ток нагрузки снимать с амперметра стенда, напряжение измерять на клеммах выхода источника питания.

2.3 Проверка работы при отсутствии сетевого напряжения. Снятие вольт-амперных характеристик выхода при переменной нагрузке в диапазоне 0,16...1,7 А (с шагом 0,1 А). При проверке подключить выход проверяемого источника питания к входу нагрузки стенда ИСИП. Ток нагрузки снимать с амперметра стенда, напряжение измерять на клеммах выхода источника питания.

2.4 Снятие вольт-амперных характеристик выхода при отсутствии сетевого напряжения и максимальной нагрузке 1,5 А в течении 16 часов. При проверке подключить выход проверяемого источника питания к входу нагрузки стенда ИСИП. Ток нагрузки снимать с амперметра стенда, напряжение измерять на клеммах выхода источника питания. Снимать показания каждые 30 минут и записывать в таблицу. Дополнительно подключить регистратор к выходу проверяемого источника питания, и низкоомному сопротивлению (0,1 Ом) в цепи нагрузки, частоту записи установить 1Гц.

3 Проверка работы модуля RS-485. Проверку осуществлять с помощью OPC сервера, установленного на персональном компьютере. Для подключения RS-485 к компьютеру установить преобразователь USB – RS-485 и настроить виртуальный COM порт.

3.1 Проверка чтения всех регистров информации. По окончании проверки создать таблицу регистров, с полным описанием каждого.

3.2 Проверка записи всех регистров информации (доступных для записи)

3.3 Проверка изменения сетевого адреса через RS-485.

3.4 Проверка работоспособности при скорости передачи информации 110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 56000, 115200, 128000

3.5 Проверка стабильности передачи информации в течении 16 часов. Для проверки дополнительно потребуется OPC логгер, установленный на том же компьютере, что и OPC сервер.

4 Проверка дискретных входов

4.1 Проверка стабильности определения сопротивления линии и передачи состояния по цифровому каналу. Проверку осуществлять при помощи набора резисторов, с заранее известными значениями сопротивления из ряда 0,4...22 кОм с шагом 0,2 кОм. Результаты проверки занести в таблицу

4.2 Снятие вольтамперных характеристик цепи дискретного входа в диапазоне 0,4...22кОм. Результаты проверки занести в таблицу

5 Проверка релейных выходов

5.1 Проверка выполнения команд от OPC сервера (вкл/выкл)

5.2 Проверка отображения текущего состояния

5.3 Снятие вольтамперных характеристик в моменты коммутации нагрузки 0,16...1А шаг 100мА. При проверке подключить выход проверяемого источника питания через проверяемый канал к входу нагрузки стенда ИСИП. Ток нагрузки снимать с амперметра стенда, напряжение снимать с вольтметра стенда. Дополнительно подключить регистратор к входу нагрузки стенда, и низкоомному сопротивлению (0,1 Ом) в цепи нагрузки, частоту записи установить 50кГц.

Каждое испытание оформляется протоколом. На основании протоколов испытания составляется акт комплексной проверки всего изделия с указанием на недочеты (если они имеются), а так же с заключением о работоспособности изделия.

2.5 Результаты испытаний опытного образца

Проверка работы сетевого напряжения основного и резервного ввода при питании от 36 В $^{+10}/_{-15\%}$ (30...42 В шаг 1). Результаты испытаний приведены в графиках 2.1 и 2.2.

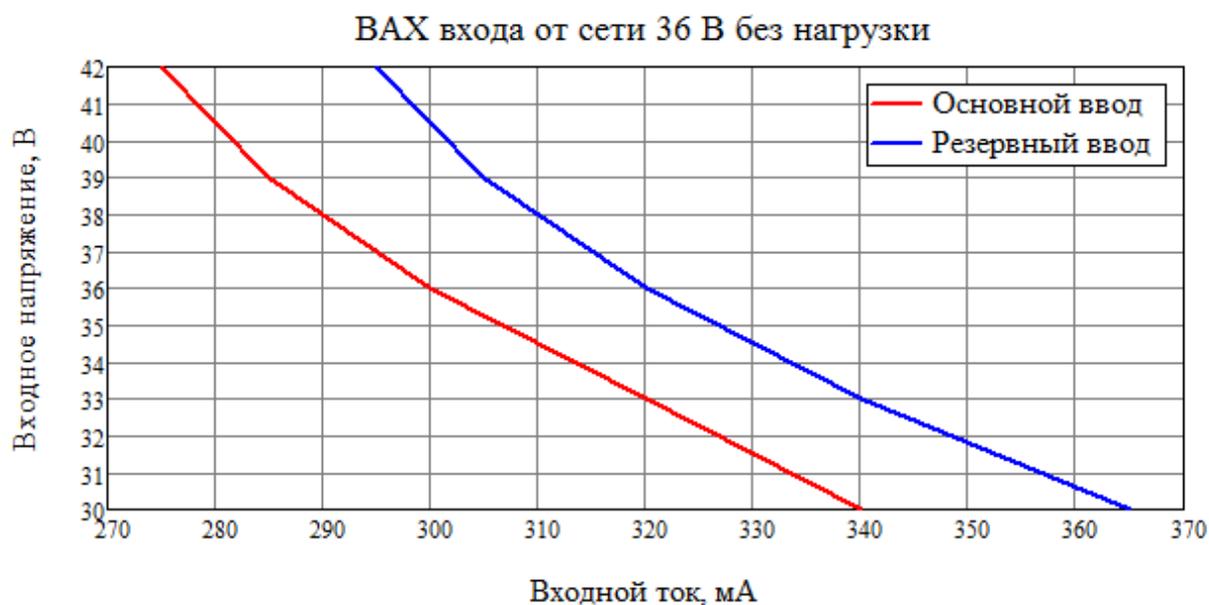


График 2.1

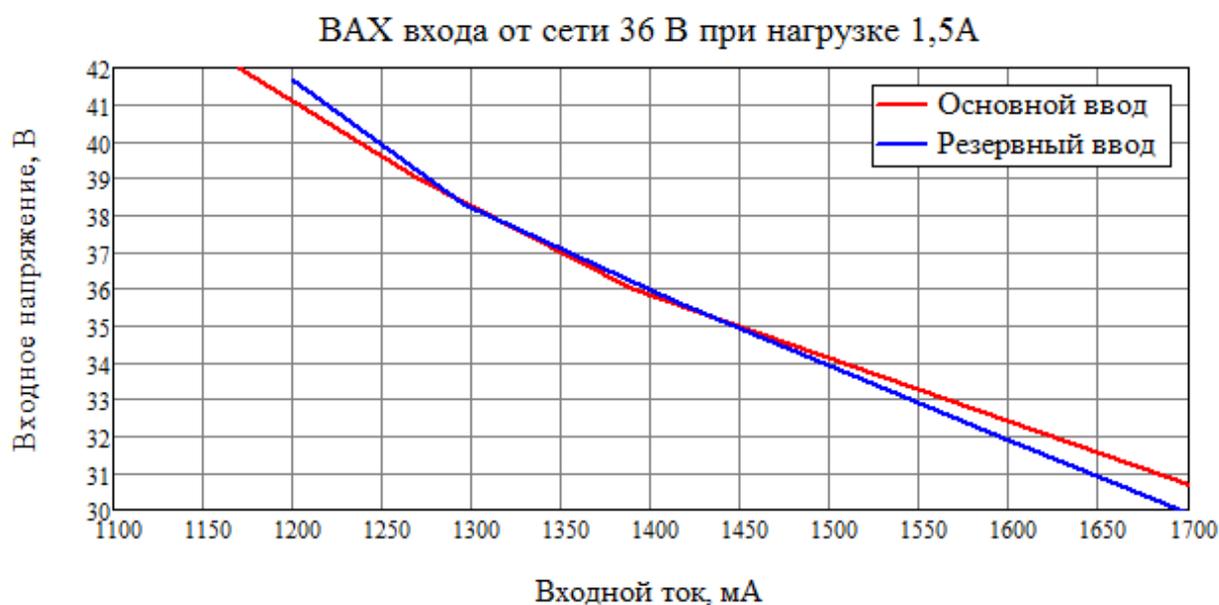


График 2.2

Проверка работы сетевого напряжения основного и резервного ввода при питании от 127 В $^{+10}/_{-15\%}$ (108...140 В шаг 2). Результаты испытаний приведены в графиках 2.3 и 2.4.

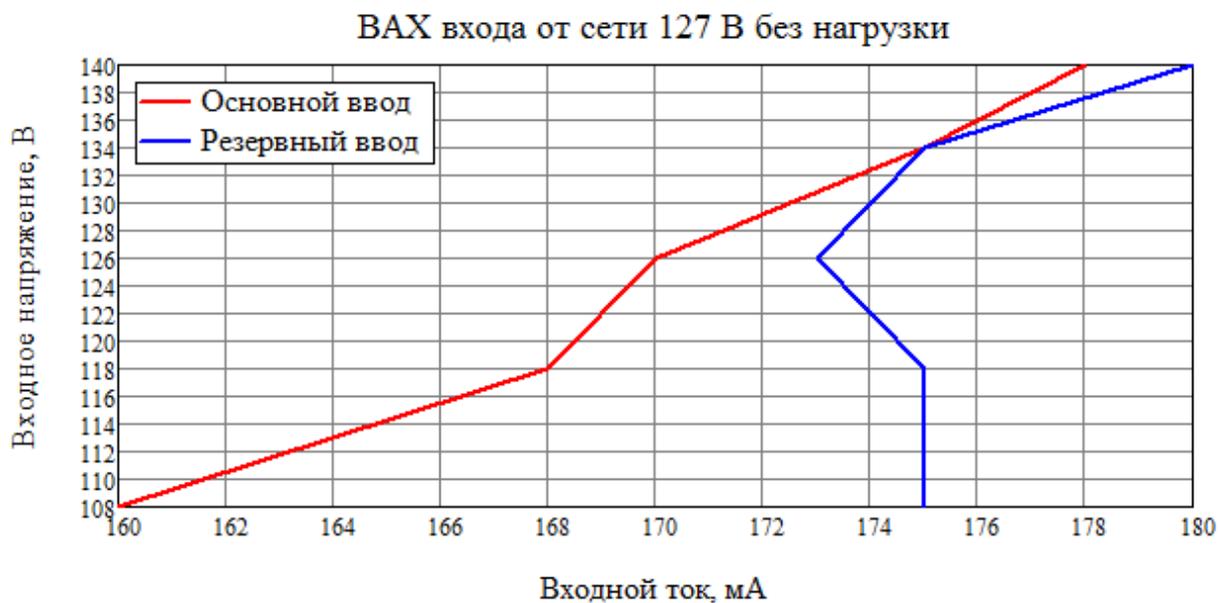


График 2.3

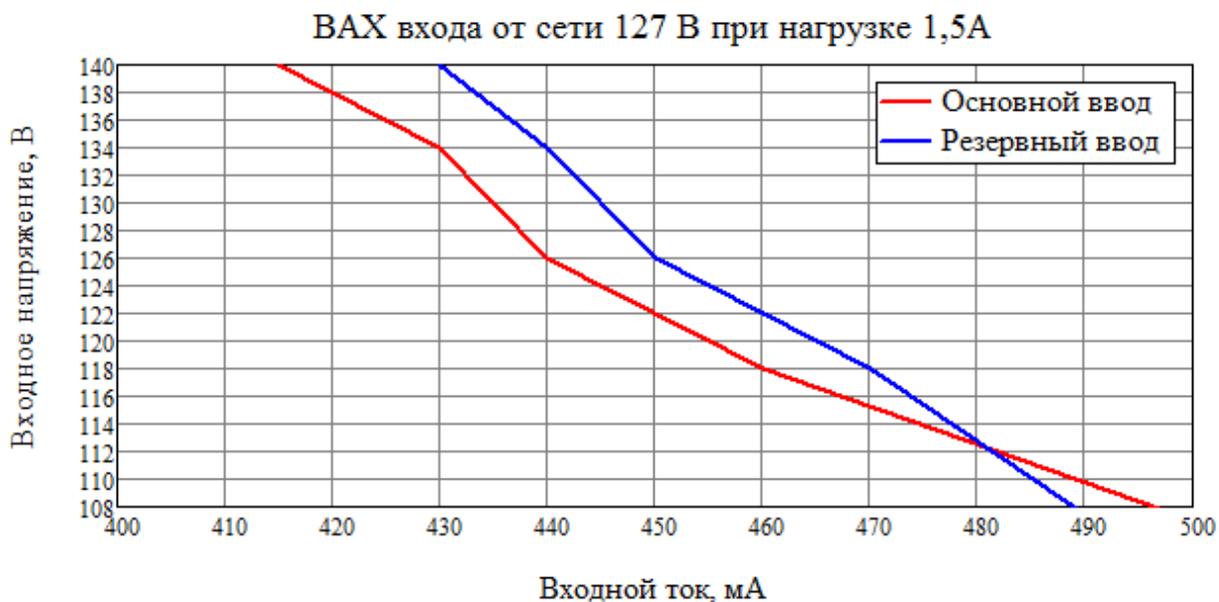


График 2.4

Проверка работы сетевого напряжения основного и резервного ввода при питании от 220В $^{+10}/_{-15\%}$ (185...245 В шаг 5). Результаты испытаний приведены в графиках 2.5 и 2.6.

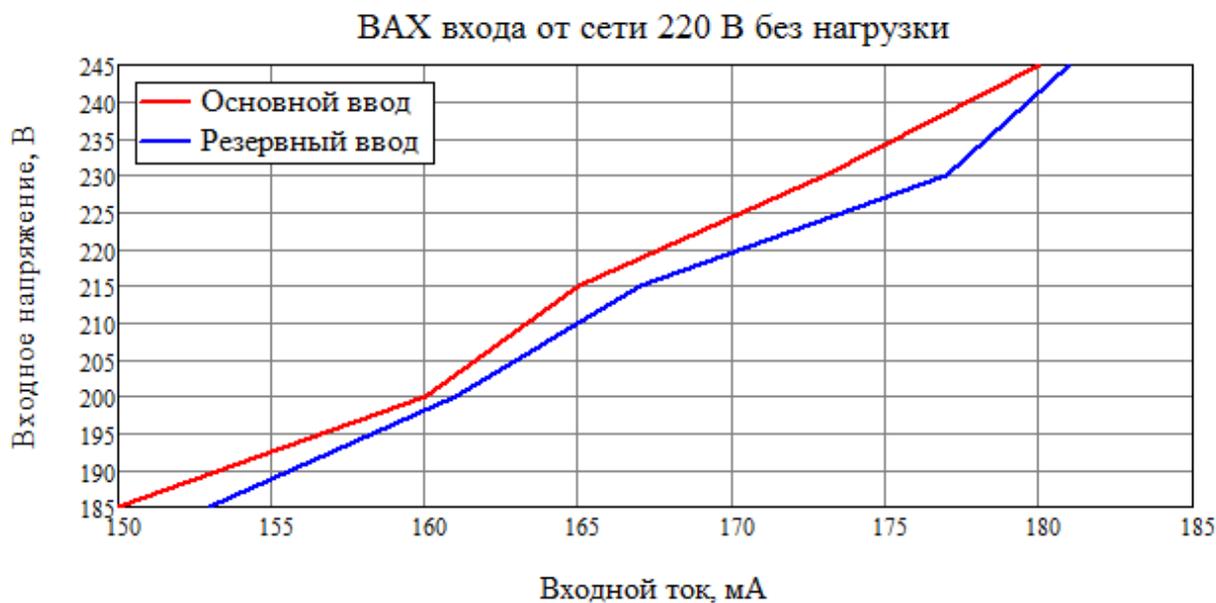


График 2.5

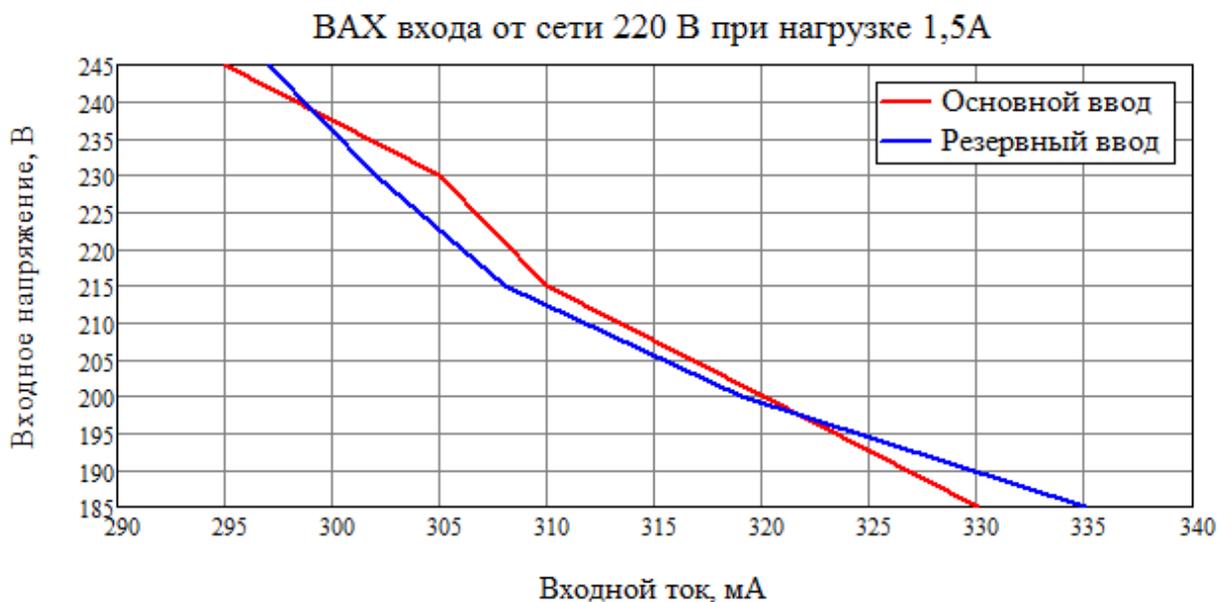


График 2.6

Проверка перехода с основного на резервный ввод. Проверка проводилась с использованием осциллографа Tektronix TDS 2014C. На осциллограмме визуально смотрелась форма сигнала выходного напряжения.

Во время проведения испытания форма сигнала ни как не менялась. Во время переходного процесса не было обнаружено ни одной импульсной помехи. Осциллограмма представлена на рисунке 2.3.

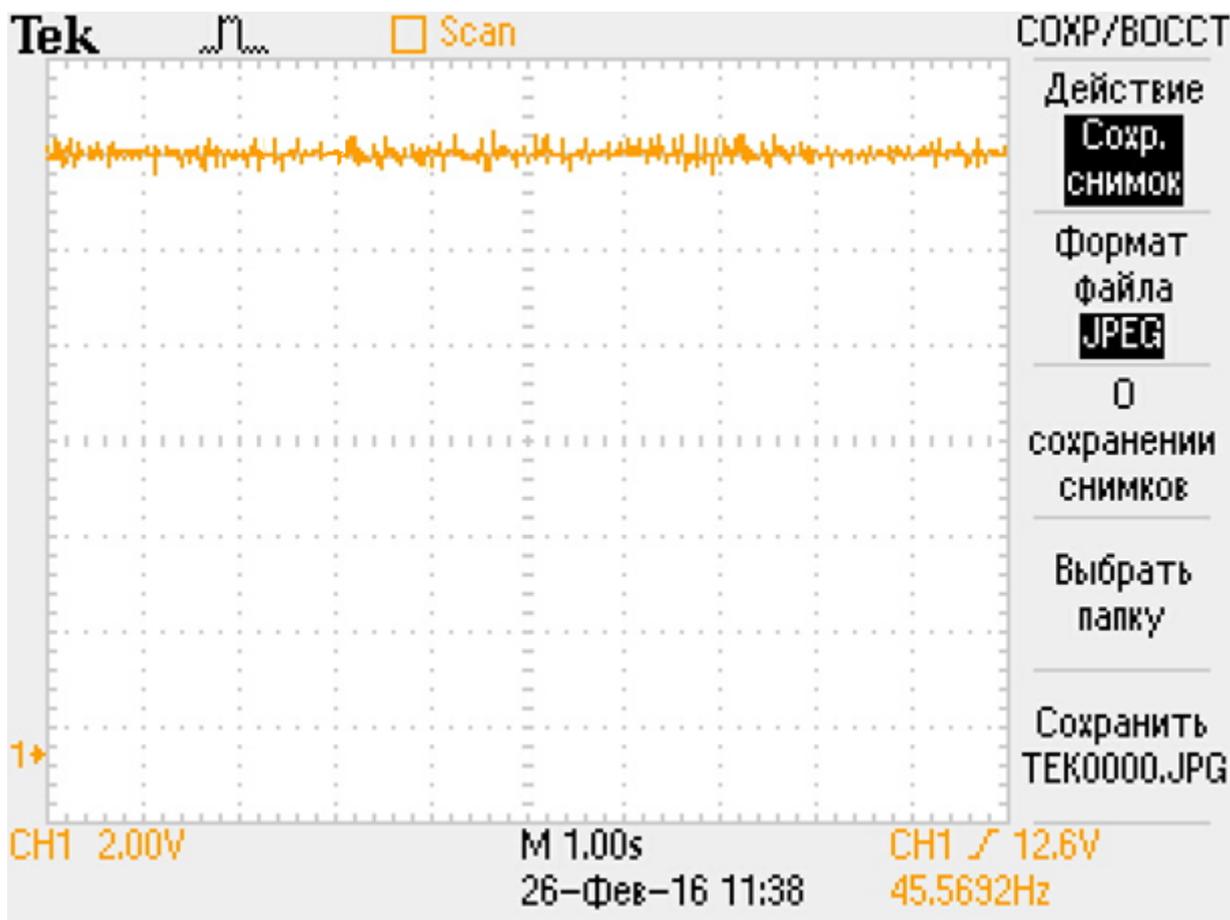


Рисунок 2.3

Проверка выхода 12 вольт. Снятие вольт-амперных характеристик выхода при переменной нагрузке в диапазоне 0,16...1,5 А. Проверка осуществлялась при работе от сетевого входа 36, 127 и 220 В, а так же при работе от АКБ. Результаты испытания представлены на графиках 2.7 и 2.8.

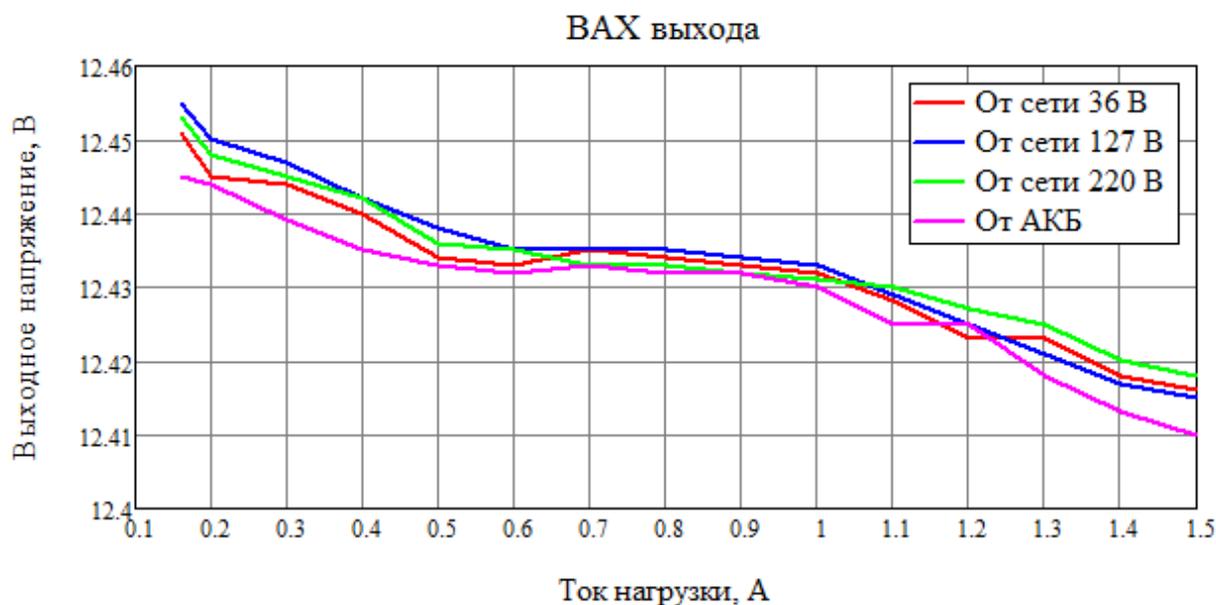


График 2.7

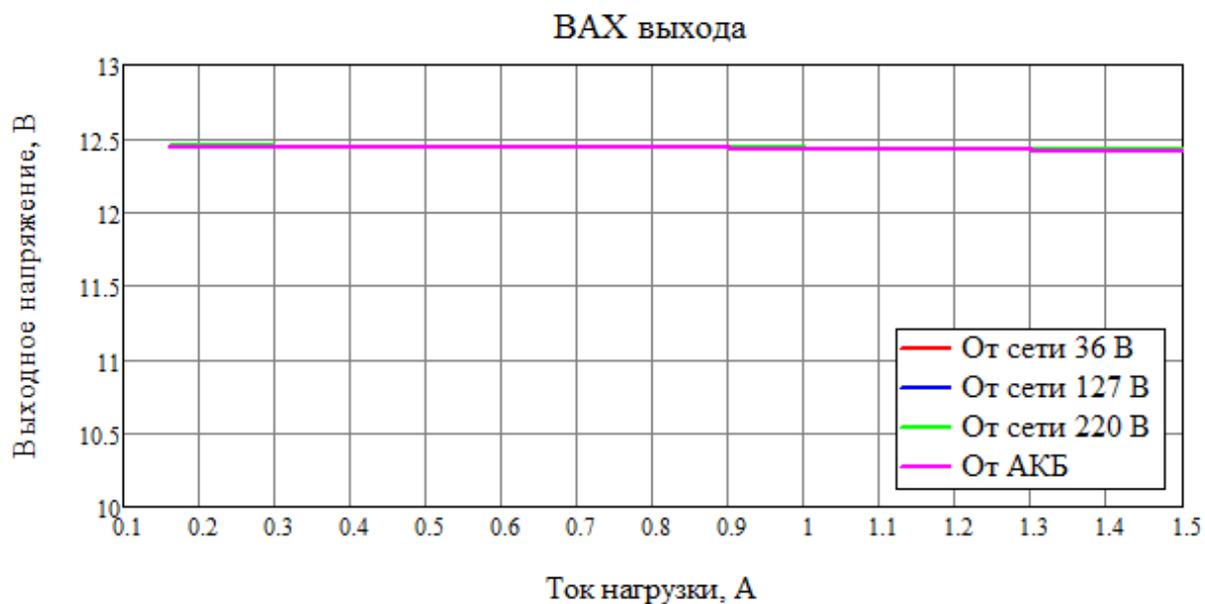


График 2.8

Как видно из графиков, максимальная просадка напряжения на выходе не превышает 50 мВ.

Снятие вольт-амперных характеристик выхода при максимальной нагрузке 1,5 А в течении 12 часов. Цель данного испытания в том, чтобы убедиться в верности расчетной продолжительности работы источника питания в автономном режиме. Теоретическая продолжительность работы представлена на графике 2.9. Результаты испытания представлены на графике 2.10.

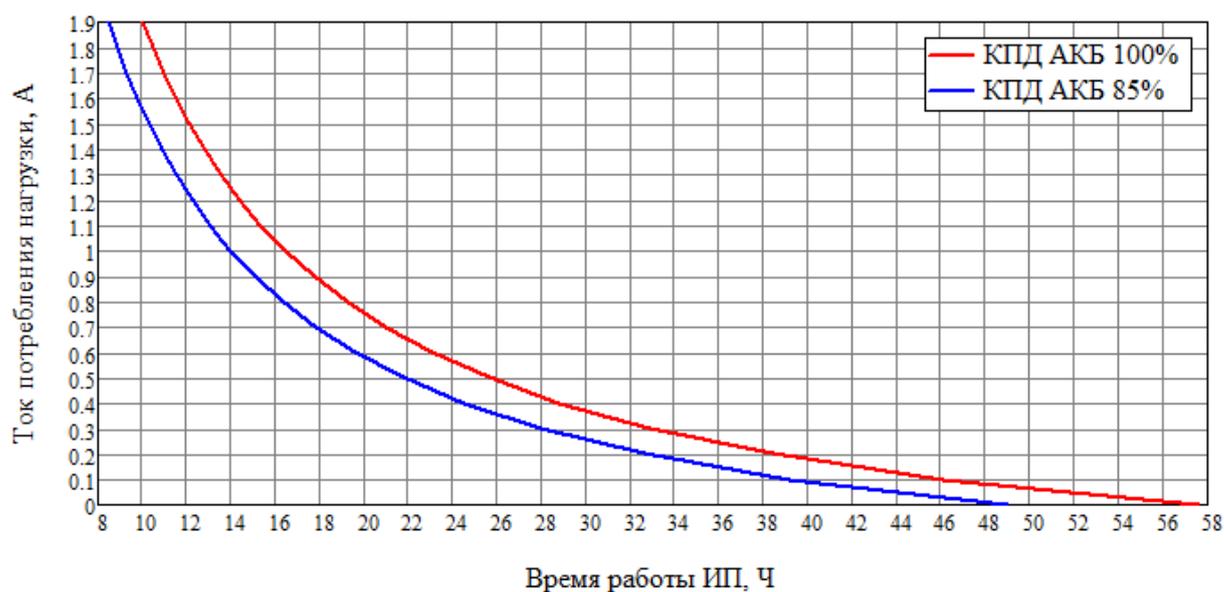


График 2.9

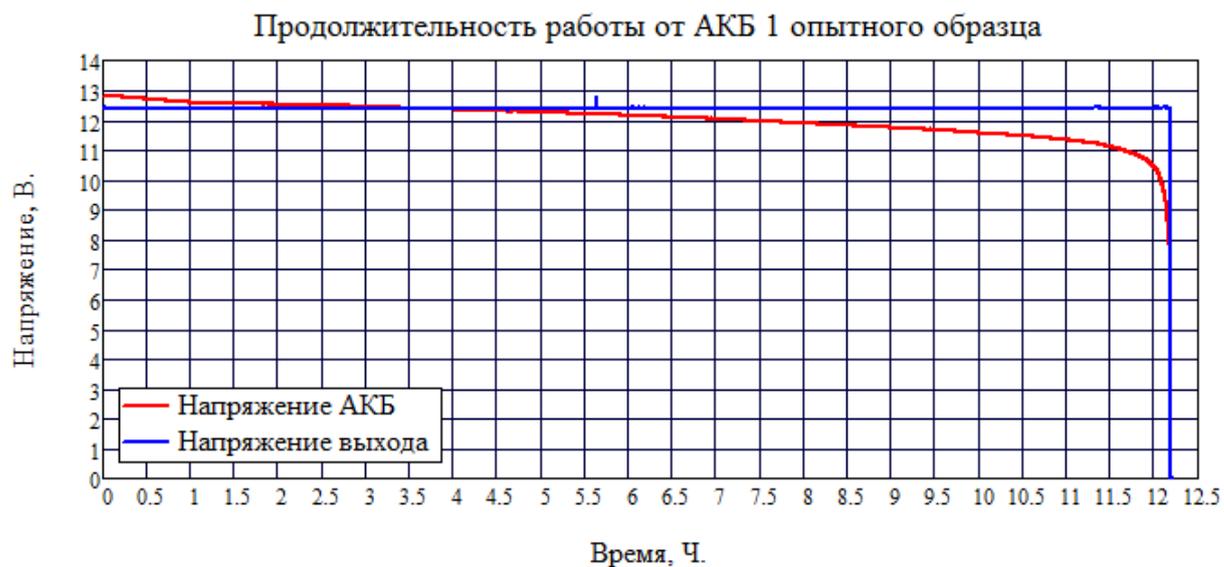


График 2.10

Как видно из графиков теоретический расчет продолжительности работы в автономном режиме сходится с данными испытания, при нагрузке 1,5 А время работы от двух АКБ ёмкостью 12 А/ч составило 12 часов.

Проверка работы модуля RS-485. Проверка проводилась с использованием OPC сервера Lectus. Все данные безошибочно передаются и принимаются на скоростях передачи данных , 9600, 14400, 19200, 38400, 56000 бод. На других скоростях передача данных была не стабильная, либо вообще отсутствует. Данные в OPC сервере представлены на рисунке 2.4.

The screenshot shows the 'Lectus Modbus OPC/DDE server 3.9 - ШИП.cfg' window. The main area displays a table of variables with columns for Name, Value, Time, Quality, and Description. The status of each variable is indicated by a checkmark in the first column.

| | Имя переменной | Значение | Время | Качество | Описание |
|---|----------------|----------|-------------------|----------|---------------------------------------|
| ✓ | ШИП_Uvx1 | 22259 V | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Входное напряжение Основного питания |
| ✓ | ШИП_Uvx2 | 12998 V | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Входное напряжение Резервного питания |
| ✓ | ШИП_U_AB | 1309 V | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Напряжение на АКБ |
| ✓ | ШИП_U_vix | 1245 V | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Напряжение на Выходе |
| ✓ | ШИП_I_zAB | 159 mA | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Ток заряда АКБ |
| ✓ | ШИП_I_rAB | 0 mA | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Ток разряда АКБ |
| ✓ | ШИП_I_vix | 201 mA | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Ток выхода |
| ✓ | ШИП_D_IN1 | 28970 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Дискретный вход 1 |
| ✓ | ШИП_D_IN2 | 141 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Дискретный вход 2 |
| ✓ | ШИП_N_входа | 1 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | 1 - основной, 2 - резерв. |
| ✓ | ШИП_Kтр | 2 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Кэффициент трансформации |
| ✓ | ШИП_free4 | 0 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | не задействована |
| ✓ | ШИП_D_Out1 | 0 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Дискретный выход 1 |
| ✓ | ШИП_D_Out2 | 0 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Дискретный выход 2 |
| ✓ | ШИП_Status | 2 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Режим работы |
| ✓ | ШИП_Date | 2016 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Дата производства |
| ✓ | ШИП_Part | 1 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Номер партии |
| ✓ | ШИП_Serial_N | 1 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Серийный номер |
| ✓ | ШИП_UART_speed | 9600 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Скорость UART |
| ✓ | ШИП_My_ID | 127 | 26.02.16 11:18:07 | Хорошее | Имя устройства |

At the bottom of the window, there is a status bar showing: 'Время сервера: 11:18:07', 'Кол-во переменных/узлов: 21', 'Кол-во задач в очереди: 1', and 'все переменные OK'. The LectusSoft logo and website URL (www.lectussoft.com) are also visible.

Рисунок 2.4

Проверка дискретных входов проводилась с помощью набора резисторов номиналом от 1 до 40 кОм. В ходе проведения испытаний и пуско-наладочных работ удалось повысить диапазон измерения сопротивления до 20 кОм.

Проверка релейных выходов проводилась в виде выполнения команд от OPC сервера (вкл/выкл). Проверка выполнена успешно, команды четко выполняются, индикация соответствует текущему состоянию.

2.6 Оформление технической документации

Разработка электронного оборудования процесс сложный и трудоёмкий. Даже если весь процесс, от идеи до испытания последнего опытного образца выполнялся одним человеком, всё равно не получится помнить каждый отдельный элемент или связь. Для того, чтобы всё конечное изделие было понятно не только разработчику, но и сборщику, эксперту, и конечно же конечному потребителю существуют государственные нормативные документы с требованиями к оформлению технической документации. Для успешной сборки изделия потребуется конструкторская документация (КД), для правильной эксплуатации изделия потребуется эксплуатационная документация (ЭД), для проведения сертификационных испытаний и получения сертификата потребуется конструкторская, эксплуатационная документация, а так же опытный образец изделия

Оформления КД.

Согласно ГОСТ 2.103-2013 есть две стадии разработки, это проектная и рабочая КД. На первой стадии разработки проектной КД происходит изучение и анализ ТЗ, подборка материалов, разработка технического предложения, рассмотрение и предложение технического предложения. В целях экономии времени проектная КД оформлялась в черновом варианте, в виде эскизов, принципиальных электрических схем и электронной схемы монтажной платы.

После успешной сборки и пробных запусков изделия настал черед проведения лабораторных испытаний работоспособности изделия, на котором потребовалась методика испытаний работоспособности. В методике испытаний был подробно описан процесс тестовых испытаний с пошаговым описанием каждого действия. Окончание тестовых испытаний оформилось протоколами испытаний, на основании которых был составлен акт проведения испытаний. В связи с успешным окончанием испытаний работоспособности электронной схемы разрабатываемого изделия появилось понимание

геометрических размеров будущего источника питания, настал черёд второй стадии разработки КД.

Согласно ГОСТ 2.102-2013 рабочая КД в нашем случае должна содержать следующие необходимые документы:

- электронная модель изделия (модель электронной схемы и печатной платы, модель всего изделия в сборе);
- чертежи деталей;
- сборочные чертежи;
- чертёж общего вида;
- схемы (общие электрические, принципиальные электрические, схемы печатных плат);
- спецификации (на электронную схему, на корпусные и установочные изделия);
- технические условия;
- методику испытаний;
- эксплуатационные документы.

Рабочая КД на электронную часть источника питания оформлялась в САПР Altium Designer, на элементы корпуса, установочные изделия и сборочные чертежи в САПР КОМПАС-3D.

Оформление ТУ.

Технические условия разрабатываются в соответствии с ГОСТ 2.114-95. ТУ являются техническим документом, который разрабатывается по решению разработчика. ТУ являются частью комплекта конструкторской документации на продукцию. ТУ разрабатывают на:

- одно конкретное изделие;
- несколько конкретных изделий.

Требования, установленные ТУ, не должны противоречить обязательным требованиям государственных (межгосударственных) стандартов, распространяющихся на данную продукцию.

Если отдельные требования установлены в стандартах или других технических документах, распространяющихся на данную продукцию, то в ТУ эти требования не повторяют, а в соответствующих разделах ТУ дают ссылки на эти стандарты и документы в соответствии с ГОСТ 2.105.

ТУ должны содержать вводную часть и разделы, расположенные в следующей последовательности:

- - технические требования;
- - требования безопасности;
- - требования охраны окружающей среды;
- - правила приемки;
- - методы контроля;
- - транспортирование и хранение;
- - указания по эксплуатации;
- - гарантии изготовителя.

Оформление ЭД.

Эксплуатационная документация разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.601-2013. ЭД предназначены для эксплуатации изделия, ознакомления с его конструкцией, изучения правил эксплуатации, отражения сведений, удостоверяющих гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик изделия, гарантий и сведений по его эксплуатации (длительность и условия работы, техническое обслуживание, ремонт и другие данные), а также сведений по его утилизации.

ЭД разрабатывают на основе:

- рабочей конструкторской документации — по ГОСТ 2.102;
- опыта эксплуатации аналогичных изделий;
- анализа эксплуатационной технологичности изделий данного типа и их составных частей;
- результатов исследования надежности изделий данного типа и аналогичных изделий.

Согласно ГОСТ 2.601-2013 в нашем случае необходимо оформление следующих эксплуатационных документов:

- РЭ руководство по эксплуатации;
- ФО формуляр;
- ПС паспорт;
- ЭТ этикетка;

2.7 Процесс сертификации источника питания

Разрабатываемый источник питания предназначен (согласно условиям ТЗ) для применения в подземных выработках шахт и их наземных строениях, опасных по рудничному газу и (или) горючей пыли.

В соответствии с техническим регламентом таможенного союза ТР ТС 012/2011 перед выпуском в обращение на единой таможенной территории таможенного союза оборудование должно быть подвергнуто процедуре подтверждения соответствия требованиям ТР ТС. Процедура подтверждения соответствия оборудования установленным требованиям осуществляются аккредитованными органами по сертификации и аккредитованными испытательными лабораториями, включенными в единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий таможенного союза.

Для проведения сертификационных испытаний потребуется предоставить в сертификационную организацию следующие документы:

- технические условия;
- руководство по эксплуатации;
- паспорт;
- чертежи обеспечения взрывозащиты;
- принципиальные электрические схемы;
- опытный образец.

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

Студенту:

| | |
|---------------|--------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-8201 | Фомину Евгению Петровичу |

| | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|
| Институт | Электронного обучения | Кафедра | ИКСУ |
| Уровень образования | Дипломированный специалист | Направление/специальность | 220301 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли) |

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

| | |
|---|---|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИОКР с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Проведение анализа рынка сбыта, конкурентов, текущей маркетинговой ситуации |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Определение структуры и трудоёмкости работ в рамках НИОКР, разработка графика проведения работ, планирование бюджета. |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | Расчет затрат на производство продукции и оплату труда, расчет себестоимости, оценка эффективности. |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности новой продукции
2. График проведения работ для одной единицы продукции
3. Определение точки безубыточности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент кафедры менеджмента | Петухов Олег Николаевич | К.Э.Н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 3-8201 | Фомин Евгений Петрович | | |

3 Финансовый менеджмент

Главным отличительным свойством выпуска источников питания ИВП является его отношение к наукоёмкой части промышленности в области электронных средств систем стабилизированного электропитания повышенной надежности, интеллектуальных систем передачи информации.

Первым этапом создания источника питания на существующем предприятии является анализ существующих источников питания для горнодобывающей отрасли, совместно с практическим опытом использования подобных устройств.

В настоящее время предприятие выпускает порядка 10 крупных проектов в год систем взрывозащиты и противопожарной защиты шахт, опасных по газу и пыли с применением источников электропитания и средств автоматики сторонних производителей. Однако функциональные возможности существующих источников питания ограничены. Для контроля и управления одной установкой пожаротушения требуется установка не только источника питания, но и контроллера. Отсюда появляется потребность интегрировать в источники питания модули ввода/вывода и канал передачи данных. Это сократит расходы горно-добывающих предприятий на установку средств безопасности, а значит, у изготовителя появится конкурентное преимущество.

На основании проведенного анализа принято решение освоить технологию разработки и производства источника питания с модулями ввода/вывода и каналом связи, согласно таблицы 3.1.

Таблица 3.1 Перечень новой продукции.

| № п/п | Наименование | Краткое описание | Вид взрывозащиты |
|-------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1 | Взрывозащищенный источник питания | Входное напряжение 27...250В. Выходное напряжение 12В. Выходной ток 1,5А. Встроенный интерфейс RS-485. Два дискретных входа с контролем целостности линии. Два дискретных выхода. Индикация состояния на лицевой панели. | PB Ex d s [ia] I X / PO Ex ia s I X |

Вторым этапом создания источника питания на существующем предприятии является детальная проработка требований к вновь конструируемому оборудованию. По итогам второго этапа составляется техническое задание (ТЗ) в соответствии с действующими нормативными документами.

Третьим этапом создания источника питания на существующем предприятии является научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР). Поскольку в штате предприятия нет конструкторов-электронщиков, то данная работа будет поручена сторонним специалистам, имеющим специализированное образование и достаточный опыт в разработке электронного оборудования. После подбора требуемого количества сторонних специалистов составился договор подряда, в соответствии с законодательством РФ. Контроль за выполнением работ по НИОКР остается за предприятием заказчиком.

Четвертым этапом является определение объемов и сроков финансирования по каждому из этапов. Принято решение о финансировании всего проекта из собственных средств предприятия, с разграничением этапов финансирования во времени.

Пятым этапом является подготовка производственной линии, с учетом специфики производимого оборудования. Важными факторами в подготовке производства является как уклон на качество производимого электронного оборудования, так и соответствия производимой продукции современным требованиям.

Шестым этапом является подбор персонала для производства источников питания. Частично персонал будет отобран из собственного штата предприятия, с учетом частичной занятости на основном рабочем месте. Одного инженера-электронщика потребуется принять на постоянную работу для проведения сборочных, проверочных, наладочных и других работ, связанных с выявлением недочетов в производимой продукции.

Седьмым этапом является изготовление опытного образца, который полностью удовлетворяет требованиям технического задания, нормативных документов в области электрооборудования, угольных предприятий, норм пожарной безопасности и т.д.

Восьмым этапом является сертификация опытных образцов в сертификационном центре. Поскольку к рудничному особо-взрывозащищенному оборудованию предъявляются максимальные требования по безопасности, то и испытания опытных образцов происходит в максимально-жестких условия (механические воздействия, электрические испытания). Исходя из этого, потребуется не один опытный образец, а как минимум два.

Девятым этапом является эксплуатационные испытания в реальных условиях, в существующих системах и проектируемых проектах. В ходе этих испытаний могут быть выявлены неучтенные ошибки или недочеты сконструированного и произведенного оборудования, не влияющие на уровень безопасности в угольных предприятиях, опасных по газу и пыли.

Десятым этапом является постановка на постоянное производство новой единицы продукции. На этом этапе происходит оформление данного изделия по правилам бухгалтерского учета, списание материалов на НИОКР.

3.1 Текущая маркетинговая ситуация

Каждый владелец угольной компании обязан соблюдать требования нормативных документов и правила безопасности для опасного производственного предприятия. Для угледобывающей отрасли ключевые нормативные документы перечислены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Ключевые нормативные документы угледобывающей отрасли.

| № п/п | Наименование | Сфера деятельности |
|-------|--|---|
| 1 | Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.97 | «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (утвержден Постановлением Правительства РФ) |

Таблица 3.2 Продолжение.

| № п/п | Наименование | Сфера деятельности |
|-------|---|---|
| 2 | Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности № 550 от 19 ноября 2013 г. | «Правила безопасности в угольных шахтах» |
| 3 | Положение № 678 от 1 декабря 2011 г. | Положение об аэрогазовом контроле в угольных шахтах |
| 4 | Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности № 704 от 06 декабря 2012 г. | «Инструкция по контролю состава рудничного воздуха, определению газообильности и установлению категорий шахт по метану и/или диоксиду углерода» |
| 5 | Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности № 631 от 06 ноября 2012 г. | «Инструкция по осмотру и ревизии рудничного взрывобезопасного электрооборудования» |
| 6 | Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности № 629 от 06 ноября 2012 г. | «Инструкция по применению электрооборудования в рудничном нормальном исполнении и электрооборудования общего назначения в шахтах, опасных по газу и пыли» |
| 7 | Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности № 635 от 06 ноября 2012 г. | «Инструкция по прогнозу, обнаружению, локации и контролю очагов самонагревания угля и эндогенных пожаров в угольных шахтах» |

В этих нормативных документах описаны не только правила безопасности персонала, но и конкретные случаи, в которых требуется установка той или иной системы безопасности.

За нарушение правил безопасности на угольных предприятиях инспектором выписывается предписание, в котором описано следующее: нормативный документ и пункт, которому соответствует замечание; описание вида нарушения; сроки устранения. В случае не выполнения требований предписания предприятие несет ответственность, вплоть до остановки деятельности предприятия до полного устранения замечаний. Чтобы угольное предприятие выполняло план по добыче необходимо соблюдение всех требований нормативных документов, хоть это и является накладным для собственников.

В области автоматизации горнодобывающего дела рынок сбыта довольно широкий для Кемеровской области. За 18 летний период

существования предприятия появился весьма весомый авторитет среди угольных компаний, появились постоянные заказчики нашего оборудования. Некоторые из них перечислены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 Рынок сбыта продукции.

| № п/п | Наименование | Сфера деятельности |
|-------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | ОАО "УК "Южный Кузбасс" | Добыча и переработка угля |
| 2 | ОАО ХК "СДС-Уголь" | Добыча и переработка угля |
| 3 | ОАО "СУЭК-Кузбасс" | Добыча и переработка угля |
| 4 | ОАО ПО "Сибирь-Уголь" | Добыча и переработка угля |
| 5 | ОАО "Распадская" | Добыча и переработка угля |
| 6 | ОАО «ОУК "Южкузбассуголь" | Добыча и переработка угля |
| 7 | ООО «Холдинг Сибуглемет» | Добыча и переработка угля |
| 8 | ООО «УК «Заречная» | Добыча и переработка угля |
| 9 | АО "УК "Северный Кузбасс" | Добыча и переработка угля |
| 10 | ОАО "Воркутауголь" | Добыча и переработка угля |

На первоначальном этапе продукция будет реализовываться на "Пилотных" шахтах. "Пилотные" предприятия в угольной промышленности, это те, которые идут в ногу с прогрессом, и принимают себе на вооружение или опытную эксплуатацию все новинки промышленного оборудования, связанного с их производственной деятельностью. Такими предприятиями в данной отрасли являются ОАО "Воркутауголь" (5 шахт) и ОАО "Распадская" (4 шахты). Эти две угольные компании являются ведущими предприятиями по добыче коксующегося угля в России.

ОАО «Распадская» – единый производственно-территориальный комплекс по добыче и обогащению угля, расположенный в Кемеровской области Российской Федерации. ОАО «Распадская» имеет лицензии на ведение горных работ на территории обширного угольного месторождения к юго-западу от Томусинского участка Кузнецкого угольного бассейна, который обеспечивает три четверти добычи коксующегося угля в России.

Согласно оценкам IMC Consulting по состоянию на 31 декабря 2014 года общие ресурсы ОАО «Распадская» в соответствии с классификацией JORC составили 1 349 874 тыс тонн. Высокое качество запасов позволяет

использовать современное высокопроизводительное оборудование и обеспечивать высокий коэффициент извлечения.

Компания «Воркутауголь» входит в горнодобывающий дивизион ПАО «Северсталь» и является самым большим предприятием Воркуты. Это одна из крупнейших угледобывающих компаний России, с которой Республика Коми связывает будущее многопрофильного развития Печорского бассейна и прилегающих к нему территорий Полярного и Северного Урала.

Предприятия «Воркутауголь» работают на территории Печорского угольного бассейна, который представляет собой крупную сырьевую базу для металлургической, коксохимической и энергетической промышленности. Воркутинский геолого-промышленный район располагает самыми большими в Европе запасами угля (порядка 4 млрд. тонн).

Печорский бассейн является единственным в европейской части страны, где возможно практически неограниченное наращивание мощностей по добыче коксующихся и энергетических углей. Таким образом, Воркутинский район имеет важное геополитическое значение и является стратегически важным источником высококачественного металлургического и энергетического сырья для Европейского Севера и Центра России.

В связи с большой опасностью работы горнодобывающей промышленности, мало предприятий производителей занимаются средствами подземной автоматики, производить ее сложно, сертифицировать дорого, заниматься монтажом и пуско-наладочными работами опасно. Еще один не маловажный фактор, что условия эксплуатации оборудования одни из самых худших и тяжелых, среди других отраслей производства. В таблице 3.4 представлен сравнительный анализ предприятий конкурентов.

Индекс Ф будет закреплен за нашим предприятием

Индекс 1 будет закреплен на ООО "ИнГорТех"

Индекс 2 будет закреплен за НПФ "Гранч"

Индекс 3 будет закреплен за ООО "Эникомп"

Таблица 3.4 Сравнительный анализ конкурентоспособности

| Факторы | Вес показателя | Баллы | | | | Конкурентоспособность | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Б _ф | Б ₁ | Б ₂ | Б ₃ | К _ф | К ₁ | К ₂ | К ₃ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Товар | | | | | | | | | |
| Ассортимент продукции | 0.09 | 2 | 5 | 5 | 3 | 0.18 | 0.45 | 0.45 | 0.27 |
| Интерфейс для пользователя | 0.1 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| Сопроводительная документация | 0.08 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0.32 | 0.32 | 0.24 | 0.24 |
| Совместимость с другими системами | 0.05 | 4 | 3 | 4 | 3 | 0.2 | 0.15 | 0.2 | 0.15 |
| Простота эксплуатации | 0.08 | 5 | 4 | 3 | 4 | 0.4 | 0.32 | 0.24 | 0.32 |
| Возможности настройки системы на любые задачи | 0.1 | 5 | 4 | 4 | 4 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Срок изготовления | 0.1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.4 |
| Наличие сервисной группы | 0.07 | 2 | 5 | 4 | 4 | 0.14 | 0.35 | 0.28 | 0.28 |
| Язык программирования | 0.09 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0.36 | 0.27 | 0.27 | 0.27 |
| Соответствие современным технологиям | 0.09 | 4 | 4 | 3 | 4 | 0.36 | 0.36 | 0.27 | 0.36 |
| Организация бизнеса | | | | | | | | | |
| Гарантийное обслуживание | 0.06 | 3 | 4 | 4 | 4 | 0.18 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| Уровень цен | 0.09 | 5 | 3 | 3 | 4 | 0.45 | 0.27 | 0.27 | 0.36 |
| Итого | 1 | 46 | 46 | 43 | 43 | 3.89 | 3.83 | 3.56 | 3.59 |

Как видно из сравнительного анализа, наша продукция не уступает лидеру в данной отрасли, если сделать акцент на качестве продукции, удобстве работы с ней и универсальностью, даже если на первоначальном этапе инфраструктура сервиса не будет на высоком уровне. За счет этих параметров выигрывают мировые лидеры производства систем "наземной" автоматики, такие как Alien-Bradley, Siemens, Omron, Schneider-Electric и другие.

3.2 Разработка плана маркетинга

Как уже было написано в п.3.1 основной уклон в маркетинговой стратегии идет на требования нормативных документов в области безопасности горнодобывающей отрасли, а так же на расширенные функциональные возможности.

Предприятие с самого основания имеет проектный отдел, который занимается созданием проектов противопожарной защиты горных выработок, систем предупреждения взрывов, систем локализации взрывов. Каждый проект проходит обязательную государственную экспертизу промышленной безопасности. На основании проекта и экспертизы промышленной безопасности заказчику поставляется оборудование и материалы согласно спецификации к проекту. После проведения монтажных и пуско-наладочных работ создается комиссия по вводу системы в эксплуатацию. Вот здесь самый главный пункт это соответствие смонтированной системы проектной документации. Если фактически установленное оборудование не будет соответствовать проекту, то система не может быть принята в эксплуатацию, и как следствие будет нарушение предписаний инспектора.

Главной целью освоения нового направления производства является проникновение на рынок электронных приборов безопасности и последующее расширение рыночной доли. Главной стратегией предприятия была, есть и будет стратегия по предоставлению продукции более высокого качества, максимальным уровнем надежности в экстремальных условиях эксплуатации, а также расширение ассортимента изделий и их функциональных возможностей. Исходя из этого, стратегией маркетинга избирается стратегия расширения спроса за счет стимулирования объема продаж, ценовой политики и неценовых факторов конкурентной борьбы.

Цены на продукцию будут рассчитываться исходя из издержек и целевой прибыли.

На данный момент ставятся перед собой следующие основные цели:

- 1) Максимально возможная прибыль
- 2) Обеспечение и благосостояние рабочих
- 3) Положение на рынке
- 4) Максимальная производительность
- 5) Разработка, производство продукта и обновление технологий
- 6) Внедрение дополнительных производственных единиц

Остановимся подробнее на каждом из вышеперечисленных пунктов:

1. Максимально возможная прибыль является основной целью, ради которой создается предприятие. Под максимально возможной прибылью понимается прибыль, получаемая при полном использовании всех производственных и человеческих ресурсов.

2. Нанимая рабочих, предприятие берет на себя ответственность за их уровень жизни. Соответственно, чем выше этот уровень, тем значительнее, кажется организация. Следовательно, в интересах фирмы обеспечить своих рабочих, прежде всего конкурентно-способной зарплатой, а также другими возможными благами. Имидж преуспевающей фирмы внушает окружающим уверенность, а это значит, что у них появится желание заключить контракт именно с такой фирмой.

3. Положение на рынке является второй по значимости из поставленных целей. В нее входит завоевание основной доли рынка.

4. Прибыль предприятия прямо пропорционально зависит от его производительности, следовательно, только при максимальной производительности и, кроме того, при использовании всех производственных ресурсов можно добиться максимальной прибыли.

5. Только лишь с внедрением новых современных технологий, постоянно улучшая качество изделий и расширяя список выпускаемой продукции, предприятие может добиться успеха.

Репутация у предприятия на самом высоком уровне в данной отрасли за счет качества производимой продукции, сроков выполнения работ, индивидуального подхода к каждому проекту, гибкой системы скидок и

отсрочек платежей. Ещё одним не маловажным фактором является работа в области научно-исследовательских работ (НИР), имея в своем арсенале не только конструкторский отдел, но и самый технологичный и масштабный испытательный полигон для оборудования горно-добывающей отрасли.

В настоящее время предприятие вышло на федеральный уровень НИР в области разработки и испытаний средств безопасности. За последний год на испытательной базе предприятия побывало не мало высокопоставленных чиновников, как с администрации Кемеровской области, так и с Совета федерации при Правительстве Российской Федерации. Результатом работы стали государственные заказы на НИР.

Имея мощный проектный отдел, реализация оборудования может происходить за счет проектирования систем безопасности с нашим оборудованием, с последующим прохождением экспертизы промышленной безопасности.

Как показывает практика, ни одна система не может быть идеальна, так как не возможно предусмотреть абсолютно все. В таких сложных системах, как система безопасности угольного предприятия не сложно допустить ряд недочетов или ошибок на стадии конструирования, проектирования, монтажа. Не забудем про тяжелые условия эксплуатации в горных выработках шахт.

Предприятие готово нести гарантийные обязательства как на отдельную единицу продукции, так и на систему в целом. Но для этого необходимо проверить условия эксплуатации конкретного изделия или системы в целом. В пределах Кемеровской области есть возможность выехать специалистам для выяснения предварительных причин выхода из строя оборудования. Если на месте установить причину выхода из строя оборудования не представляется возможным, то его необходимо передать предприятию для детального обследования. При гарантийных случаях устранение неисправности ложится на плечи предприятия. Если же оборудование эксплуатировалось с нарушениями требований руководства по

эксплуатации, то предприятие готово восстановить или заменить вышедший из строя аппарат по дополнительному соглашению или счету.

На первоначальном этапе планируется реклама на электронном ресурсе предприятия. Здесь в удобной форме будет выложено подробное описание производимого оборудования, с его характеристиками, технической документацией, лицензиями и сертификатами. Далее планируется печать рекламных буклетов компании, где будет рекламная информация о выпускаемом оборудовании и предоставляемыми услугами. Ежегодно в Кузбассе проходит выставка горнодобывающей отрасли. Предприятие, по сложившейся традиции, принимает участие в ней с 2009 года.

3.3 Производственный процесс

Стратегией предприятия в закупке материалов на производство является работа на прямую с производителем. Но иногда, бывает, что у крупной торговой компании цена ниже чем за заводе изготовителе за счет крупно-оптового товарооборота между ними. Некоторые материалы дешевле будет сразу заказать на партию для производства 100 единиц выпускаемой продукции, чем поштучно заказывать по мере необходимости.

Производство будет проходить на территории предприятия. Для этого уже имеется достаточные площади на производственном заводе, расположенном в пром. зоне города Кемерово. Так же на территории завода склад для сырья, материалов и готовой продукции. Потребуется только закупить некоторое оборудование для нового вида производства, а так де оборудовать рабочие места.

3.4 Потребность в оборудовании

Перечень недостающего оборудования и инструментов приведен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 Перечень недостающего оборудования и инструментов.

| № | Наименование оборудования | Количество | Цена, руб. | Сумма, руб |
|---|---|------------|--------------|----------------|
| 1 | Паяльная станция АΟΥУЕ-2702А+ | 2 | 22 000 | 44 000 |
| 2 | Ванна паяльная 150 Вт d=38мм | 2 | 1 800 | 3 600 |
| 3 | TDS2002C Осциллограф цифровой, 2 канала x 70МГц | 2 | 97 000 | 194 000 |
| 4 | Fluke 113 Мультиметр цифровой | 2 | 8 400 | 16 800 |
| 5 | Набор отверток | 4 | 1 800 | 3 600 |
| 6 | Набор инструмента | 4 | 3 200 | 6 400 |
| 7 | Шуруповерт | 2 | 5 800 | 11 600 |
| 8 | Незапланированные расходы | | | 30 000 |
| | | | Итого | 310 000 |

3.5 План производства и реализации продукции

За нулевой период планируется тестовое производство, чтобы отладить технологию изготовления нового оборудования. Последующие периоды будут поступать на склад готовой продукции и на реализацию. Планируемый объем реализации продукции представлен в таблице 3.6. План выполнения работ для одной единицы продукции представлен в графике 3.1.

Таблица 3.6 Планируемый объем реализации продукции.

| № | Показатели | Интервал планирования | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|
| | | 0 | 1 год | 2 год | 3 год |
| 1 | Цена за единицу товара, руб/шт | 0 | 150000 | 160000 | 170000 |
| 2 | Объем продаж, шт | 0 | 30 | 40 | 50 |
| 3 | Выручка от реализации, руб | 0 | 4500000 | 6400000 | 8500000 |

График 3.1 План выполнения работы для одной единицы изделия.

| | Перечень работ / Дни | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | Получение заявки | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Анализ наличия материалов и комплектующих на складе | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Заявка на поставку материалов и комплектующих | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Подготовительные работы | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Входной контроль материалов и комплектующих | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Пайка деталей на плату | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Подготовка АКБ | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Тест электронной схемы/ программирование микросхемы | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Установка деталей в корпус/ сборка изделия | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Проверка работы изделия | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| 10 | Заливка электронной схемы компаундом | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| 11 | Окончательная сборка | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| 12 | Проверка работы изделия | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 13 | Проверка ОТК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | |
| 14 | Упаковка изделия | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 15 | Передача на склад, оформление отчетной документации | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

3.6 План затрат на производство и реализацию продукции

Затраты на сырье и материалы посчитаны без учета на транспортные расходы и представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 Затраты на сырье и материалы

| Наименование материала | Норма расхода материала на единицу продукции | Цена единицы материала, руб. | Сумма, руб |
|--|--|------------------------------|-----------------|
| Радиоэлектронные компоненты (всего 392 элемента из 150 наименований), компл. | 1 | 14 852,11 | 14852,11 |
| Материалы на элементы корпуса (металл, общей массой 22 кг), компл. | 1 | 4 653,22 | 4653,22 |
| Заливочный компаунд КТК-1, кг | 10 | 900 | 9000 |
| Итого: | | | 28505,33 |

Затраты на оплату труда являются основными издержками экономики производства. Необходимый для производства штат сотрудников представлен в таблице 3.8. В данной таблице не учтены издержки на оплату труда руководителей предприятия, бухгалтерии и вспомогательного персонала, которые участвуют в работе предприятия не только в этом направлении производства.

Таблица 3.8 Издержки на оплату труда.

| № | Наименование должности | Количество, чел. | Оклад, руб. | Все отчисления, руб | Сумма на оплату труда |
|--------------|-------------------------|------------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | Начальник участка | 1 | 50 000 | 67000 | 67000 |
| 2 | Инженер-электронщик | 1 | 27 000 | 36180 | 36180 |
| 3 | Инженер-программист | 1 | 32 000 | 42880 | 42880 |
| 4 | Слесарь сборочного цеха | 1 | 19 000 | 25460 | 25460 |
| Итого | | | | | 171520 |

Амортизационные отчисления представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 Амортизационные отчисления.

| № | Наименование оборудования | Количество, шт | Цена, руб. | Срок полезного исп-я, лет | Амортизационные отчисления за год, руб |
|--------------|---|----------------|------------|---------------------------|--|
| 1 | Персональный компьютер | 12 | 35 000 | 5 | 7000 |
| 2 | Паяльная станция АОYUE-2702A+ | 2 | 22 000 | 5 | 4400 |
| 3 | Ванна паяльная 150 Вт d=38мм | 2 | 1 800 | 5 | 360 |
| 4 | TDS2002C Осциллограф цифровой, 2 канала x 70МГц | 2 | 97 000 | 15 | 6466 |
| 5 | Fluke 113 Мультиметр цифровой | 2 | 8 400 | 5 | 1680 |
| Итого | | | | | 19 906 |

Поскольку производственные площади уже имеются на предприятии, то будем считать что затраты на аренду не учитываются. Так же имеется интернет, стационарные телефоны и вся инфраструктура для нормального функционирования производства.

Затраты на рекламу будем считать только на изготовление рекламных буклетов, а реклама на сайте осуществляется собственными силами предприятия. Однако затраты на изготовление буклетов и проведение выставок уже включены в программу развития всего предприятия.

3.7 Расчет себестоимости продукции

Расчет себестоимости выполнен для нового изделия, источник питания. Результаты занесены в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 Расчет себестоимости источника питания.

| № | Статьи затрат | Интервал планирования | | | | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| | | 1 год при объеме производства 30 шт | | 2 год при объеме производства 40 шт | | 3 год при объеме производства 50 шт | |
| | | на ед. продукции | на объем пр-ва | на ед. продукции | на объем пр-ва | на ед. продукции | на объем пр-ва |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Материалы на источник питания | 28505,33 | 855159,9 | 31355,86 | 1254234,52 | 34491,4493 | 1724572,47 |
| | Итого: Переменные затраты | 28505,33 | 855159,9 | 31355,86 | 1254234,52 | 34491,4493 | 1724572,47 |
| 2 | Зарплата + все отчисления | 68608 | 2058240 | 56601,6 | 2264064 | 49809,408 | 2490470,4 |
| 3 | Электроэнергия, вода, связь, ГСМ | 1746,66667 | 52400 | 1441 | 57640 | 1268,08 | 63404 |
| 4 | Амортизационные отчисления | 663,533333 | 19 906 | 497,65 | 19 906 | 398,12 | 19 906 |
| 5 | Итого: постоянные затраты | 71018,2 | 2130546 | 58540,25 | 2341610 | 51475,608 | 2573780,4 |
| 6 | Итого: общие затраты | 99523,53 | 2985705,9 | 89896,11 | 3595844,52 | 85967,0573 | 4298352,87 |

В данных таблицы были внесены корректировки по ежегодной инфляции 10% на материалы, а так же повышение заработной платы сотрудникам на 10% ежегодно.

3.8 Инвестиционный план

Инвестиции запланировано вкладывать постепенно. Полный объем вложений составит 1 360 000 рублей за 12 месяцев. План инвестиций изложен в таблице 3.12. Источником финансирования выступает само предприятие, значит в кредитовании нет потребности.

Таблица 3.11 Прочие затраты.

| Наименование затрат | Взрывозащищенный источник питания |
|---|-----------------------------------|
| Оплата услуг наёмных конструкторов электронщиков, руб | 240 000 |
| Оплата материалов на НИОКР, руб | 180 000 |
| Оплата услуг по сертификации, руб | 180 000 |
| Итого, руб | 600 000 |

Таблица 3.12 План инвестиций.

| № | Направления инвестиции | Интервал планирования | | | | Итого |
|---|--|-----------------------|--------|--------|-------|-----------|
| | | 0 | 1 год | 2 год | 3 год | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Затраты на НИОКР | 600000 | 0 | 0 | 0 | 600000 |
| | Потребность в оборудовании | 310000 | 0 | 0 | 0 | 310000 |
| 2 | Итого вложения в основной капитал | 910000 | 0 | 0 | 0 | 910000 |
| 3 | Потребность в оборотном капитале | 450000 | 640000 | 850000 | 0 | 1940000 |
| | Прирост оборотного капитала | 450000 | 190000 | 210000 | 0 | 850000 |
| | Итого потребность в инвестициях | 1360000 | 190000 | 210000 | 0 | 1 760 000 |

3.9 Финансовый план

По результатам отчета о прибыли можно сделать вывод о том, что все затраты на организацию нового производства окупаются за второй год производства продукции в количестве 30 шт. в первый год, 40 шт. во второй.

Не сложно вычислить $Q_{кр}$ (критический объем продаж для товара) зная следующие данные:

$$C_{пост}=2130546; \quad Ц=150000; \quad C_{пер/ед}=28505,33:$$

$$Q_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер/ед}} = \frac{2130546}{150000 - 28505,33} = 17,5 \text{ (ед/год)}$$

Получается, что для безубыточного производства необходимо выпускать не менее 18 единиц продукции в год. График 3.2 показывает критический объем продаж, и можно оценить планируемую прибыль в рублях при объеме продаж 30 шт. в год.

Таблица 3.13 Отчет о прибыли и убытках.

| № | Показатели | Интервал планирования | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | 1 год при объеме производства 30 шт | 2 год при объеме производства 40 шт | 3 год при объеме производства 50 шт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Выручка от реализации | 4500000 | 6400000 | 8500000 |
| 2 | Общие затраты | 2985705,9 | 3595844,52 | 4298352,865 |
| 3 | Переменные затраты | 855159,9 | 1254234,52 | 1724572,465 |
| 4 | Постоянные затраты | 2130546 | 2341610 | 2573780,4 |
| 5 | Налогооблагаемая прибыль | 1514294,1 | 2804155,48 | 4201647,135 |
| 6 | Налог на прибыль | 302858,82 | 560831,096 | 840329,427 |
| 7 | Чистая прибыль | 1211435,28 | 2243324,384 | 3361317,708 |
| 8 | Кумулятивная чистая прибыль | 1211435,28 | 3454759,664 | 6816077,372 |

График 3.2 Определение точки безубыточности

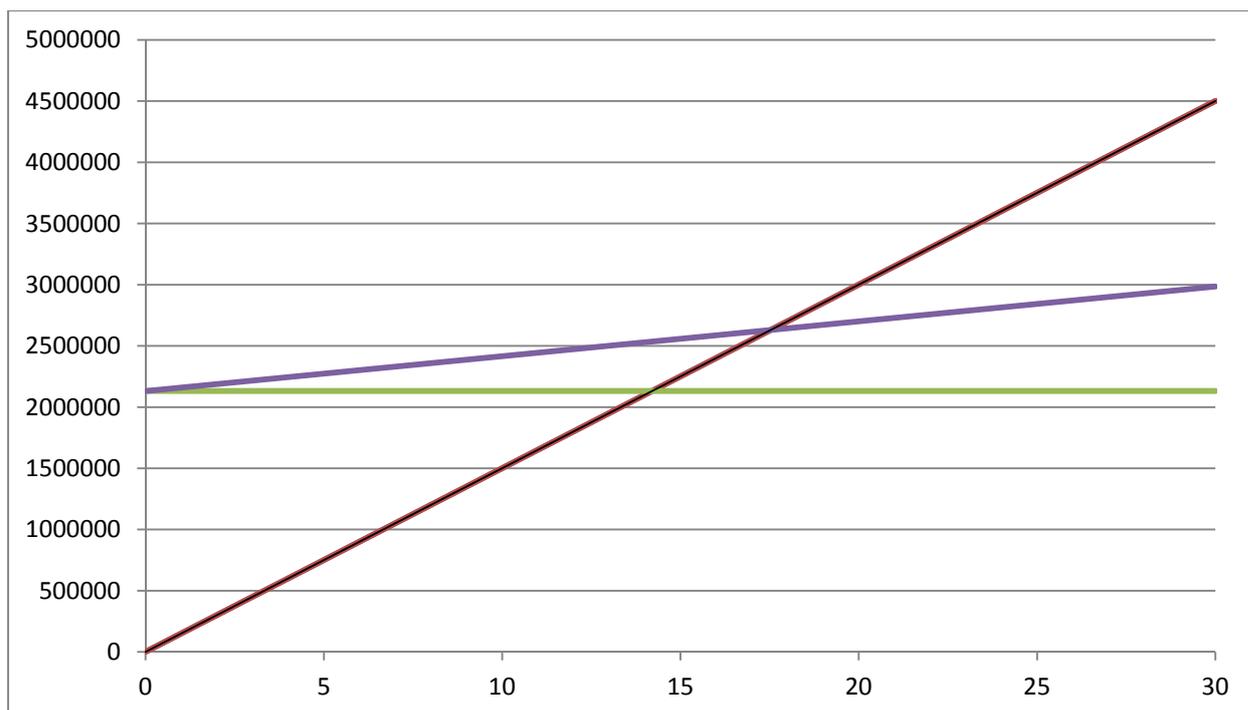


Таблица 3.14 Отчет о движении денежных средств.

| № | Показатели | Интервал планирования | | | |
|--|--|-----------------------|--|--|--|
| | | 0 | 1 год при объеме производства 30 шт | 2 год при объеме производства 40 шт | 3 год при объеме производства 50 шт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Движение денежных средств по операционной деятельности | | | | | |
| 1 | Выручка от реализации | | 4500000 | 6400000 | 8500000 |
| 2 | Полная себестоимость | | 2985705,9 | 3595844,52 | 4298352,865 |
| 3 | Налогооблагаемая прибыль | | 1514294,1 | 2804155,48 | 4201647,135 |
| 4 | Налог на прибыль | | 302858,82 | 560831,096 | 840329,427 |
| 5 | Чистый денежный поток | | 1211435,28 | 2243324,384 | 3361317,708 |
| Движение денежных средств по инвестиционной деятельности | | | | | |
| 6 | Вложения в основной капитал | -910 000 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Прирост оборотного капитала | -450000 | -190000 | -210000 | 0 |
| 8 | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности | -1 360 000 | -190000 | -210000 | 0 |

3.10 Оценка эффективности

Для оценки эффективности работы нового производства существующего предприятия определим чистый дисконтированный денежный поток. Результаты приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 Денежные потоки.

| № | Показатели | Интервал планирования | | | |
|---|---|-----------------------|--|--|--|
| | | 0 | 1 год при объеме производства 30 шт | 2 год при объеме производства 40 шт | 3 год при объеме производства 50 шт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Движение денежных средств по операционной деятельности | | | | | |
| 1 | Чистые денежные средства по операционной деятельности | 0 | 1211435,28 | 2243324,384 | 3361317,708 |
| 2 | Чистый денежный поток от инвестиционной деятельности | -1 360 000 | -190000 | -210000 | 0 |
| 3 | Чистый денежный поток от операционной и инвестиционной деятельности | -1360000 | 1021435,28 | 2033324,384 | 3361317,708 |
| 4 | Коэффициент дисконтирования (i=0.1) | 1 | 0,909 | 0,826 | 0,751 |
| 5 | Чистый дисконтированный денежный поток | -1360000 | 928484,6695 | 1679525,941 | 2524349,599 |
| 6 | Чистый дисконтированный накопленный денежный поток | -1360000 | -431515,3305 | 1248010,611 | 3772360,209 |

Остаток третьего года высчитывается по следующей формуле:

$$x = \frac{928484,6695}{1679525,941} = 0,55 \text{ года}$$

Срок окупаемости составил 1,5 года.

Таблица 3.16 Расчет внутренней нормы доходности.

| № | Показатели | Интервал планирования | | | |
|--|---|-----------------------|--|--|--|
| | | 0 | 1 год при объеме производства 30 шт | 2 год при объеме производства 40 шт | 3 год при объеме производства 50 шт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Движение денежных средств по операционной деятельности | | | | | |
| 1 | Чистый денежный поток от операционной и инвестиционной деятельности | -1360000 | 1021435,28 | 2033324,384 | 3361317,708 |
| 2 | Коэффициент дисконтирования (i=1) | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,125 |
| 3 | Чистый дисконтированный денежный поток | -1360000 | 510717,64 | 508331,096 | 420164,7135 |
| 4 | Чистый дисконтированный накопленный денежный поток | 79213,4495 | | | |
| 5 | Коэффициент дисконтирования (i=0,1) | 1 | 0,476190476 | 0,22675737 | 0,1079797 |
| 6 | Чистый дисконтированный денежный поток | -1360000 | 486397,7524 | 461071,2889 | 362954,0771 |
| 7 | Чистый дисконтированный накопленный денежный поток | -49576,88163 | | | |

$$ВНД = 1 + \frac{79213,4495}{79213,4495 + |-49576,88163|} * (1,1 - 1) = 1,06$$

Таким образом, ЧДД становится равен нулю при ставке дисконтирования 106%. При ставке дисконтирования выше чем 106 % проект становится неэффективным, так как ЧДД становится отрицательным.

Таблица 3.17 Расчет индекса доходности.

| № | Показатели | Интервал планирования | | | |
|--|---|-----------------------|--|--|--|
| | | 0 | 1 год при объеме производства 30 шт | 2 год при объеме производства 40 шт | 3 год при объеме производства 50 шт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Движение денежных средств по операционной деятельности | | | | | |
| 1 | Чистый денежный поток по операционной деятельности | 0 | 1211435,28 | 2243324,384 | 3361317,708 |
| 2 | Коэффициент дисконтирования (i=0.1) | 1 | 0,909 | 0,826 | 0,751 |
| 3 | Дисконтированный денежный поток от текущей деятельности | 0 | 1101194,67 | 1852985,941 | 2524349,599 |
| 4 | Чистый дисконтированный денежный поток по операционной деятельности | 5478530,209 | | | |
| 5 | Чистый денежный поток по инвестиционной деятельности | -1 360 000 | -190000 | -210000 | 0 |
| 6 | Дисконтированный денежный поток от инвестиционной деятельности | -1360000 | -172710 | -173460 | 0 |
| 7 | Чистый дисконтированный денежный поток по инвестиционной деятельности | -1706170 | | | |

Индекс доходности высчитывается по следующей формуле:

$$\text{ИД} = \frac{5478530,209}{|-1706170|} = 3,21$$

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

| | |
|---------------|--------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-8201 | Фомину Евгению Петровичу |

| | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|
| Институт | Электронного обучения | Кафедра | ИКСУ |
| Уровень образования | Дипломированный специалист | Направление/специальность | 220301 Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли) |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|--|---|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объектом исследования является процесс разработки взрывозащищенного источника питания. Процесс разработки осуществляется в рабочем кабинете административного здания с использованием персонального компьютера. Область применения – добыча полезных ископаемых. |
|--|---|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| <p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты; - (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. ▪ Повышенный уровень шума на рабочем месте. ▪ Повышенная или пониженная влажность воздуха. ▪ Повышенный уровень статического электричества. ▪ Повышенный уровень электромагнитных излучений. ▪ Отсутствие или недостаток естественного света. ▪ Повышенная яркость света. ▪ Пониженная контрастность. ▪ Прямая и отраженная блескость. ▪ Повышенная пульсация светового потока. ▪ Статические физические перегрузки. ▪ Умственное перенапряжение. ▪ Монотонность труда. ▪ Эмоциональные перегрузки. ▪ Электрический ток. |
|---|--|

| | |
|---|---|
| <p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - 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. | <p>Защита селитебной зоны не требуется. Воздействие на атмосферу, гидросферу, не происходит. На литосферу оказывают влияние отработанные аккумуляторные батареи. Разработаны мероприятия по охране окружающей среды.</p> |
| <p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. | <p>Источник питания может вызвать взрыв в метановоздушной атмосфере шахты. Разработаны меры обеспечения взрывозащиты и искробезопасности.</p> |
| <p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | <p>Требования к организации рабочего места при работе за персональным компьютером устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. ГОСТ 30852.0-2002(МЭК 60079-0-98) Электрооборудование взрывозащищенное. ПУЭ Правила устройства электроустановок</p> |

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

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент кафедры ЭиБЖ | Извеков Владимир Николаевич | Кандидат технических наук | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-8201 | Фомин Евгений Петрович | | |

4 Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования будет выступать рабочее место разработчика взрывозащищенного источника питания, использующего в своей работе ПК. Источник питания предназначен для питания стабилизированным искробезопасным напряжением систем шахтной автоматизации и безопасности, передачи информации о своем состоянии в обще шахтную информационную сеть, а так же для контроля и управления средствами безопасности в шахтах.

В данном разделе дипломного проекта рассматриваются вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего места инженера-конструктора в соответствии с требованиями производственной санитарии, техники безопасности и пожарной безопасности, а так же даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда, охране окружающей среды.

В ходе разработки ВКР выполнялись следующие работы:

- анализ и обработка документации;
- разработка документации;
- разработка программного обеспечения.
- лабораторные испытания тестового образца.

Для реализации проекта необходим руководитель, инженер-программист и инженер-конструктор. Руководитель формулирует цель разработки, предъявляемые к ней требования, осуществляет контроль над её практической реализацией, сверяет соответствие требованиям ТЗ, участвует в стадии разработки документации и рабочих чертежей. Инженер-конструктор непосредственно осуществляет разработку конструкторской документации. Инженер-программист осуществляет разработку программного обеспечения.

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

В данном разделе производится анализ вредных факторов, действующих на инженера-конструктора и инженера программиста. Перечень опасных и вредных факторов приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Опасные и вредные факторы при разработке источника питания.

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74) | | Нормативные документы |
|--|--|---|---|
| | Вредные | Опасные | |
| Разработка источника питания | <ol style="list-style-type: none">1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.2. Повышенный уровень шума на рабочем месте.3. Повышенная или пониженная влажность воздуха.4. Повышенный уровень статического электричества.5. Повышенный уровень электромагнитных излучений.6. Отсутствие или недостаток естественного света.7. Повышенная яркость света.8. Пониженная контрастность.9. Прямая и отраженная блескость.10. Повышенная пульсация светового потока.11. Статические физические перегрузки.12. Умственное перенапряжение.13. Монотонность труда.14. Эмоциональные перегрузки. | <ol style="list-style-type: none">1. Электрический ток. | ГОСТ 12.1.005-88 [18]. СанПиН 2.2.4.548-96 [19]. ГОСТ 12.1.003-83 [20]. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [21]. СП 51.13330.2011 [22]. ГОСТ 12.1.045-84 [23]. ГОСТ 12.1.006-84 [24]. СанПиН 2.2.4.1191-03 [25]. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [26]. СП 52.13330.2011 [27]. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [28]. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [31]. ГОСТ 12.1.038-82 [32]. ПУЭ [33]. |

4.1.2 Производственная санитария

4.1.2.1 Микроклимат рабочей среды

Требования к параметрам микроклимата и воздушной среды определяются ГОСТ 12.1.005-88, СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03.

Работа инженера-конструктора и инженера-программиста относится к категории работ Ia, к которой относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 120Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата для этой категории работ приведены в таблице 4.2.

Для обеспечения нормальных метеорологических условий и поддержания теплового равновесия между телом человека и окружающей средой проводится ряд мероприятий: в теплое время года для удаления избыточного тепла и влаги используется кондиционер, в холодное время года вводится система центрального отопления.

Таблица 4.2 – Оптимальные параметры микроклимата

| Сезон | Температура воздуха, t, °С | Температура поверхностей, t, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|---|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный (средне суточная температура меньше 10°С) | 22-24 | 21 - 25 | 60-40 | 0.1 |
| Теплый (среднесуточная температура воздуха 10°С и выше) | 23-25 | 22-26 | 60-40 | 0.1 |

4.1.2.2 Электромагнитное поле

Требования к уровням электромагнитных полей на рабочем месте устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. В таблице 4.3 приведены временные допустимые уровни электромагнитных полей.

Таблица 4.3 – Нормы напряженности электромагнитного поля.

| Наименование параметров | | ВДУ |
|--|------------------------------------|---------|
| Напряженность электрического поля | в диапазоне частот 5 Гц — 2 кГц | 25 В/м |
| | в диапазоне частот 2 кГц — 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока | в диапазоне частот 5 Гц — 2 кГц | 250 нТл |
| | в диапазоне частот 2 кГц — 400 кГц | 25 нТл |
| Поверхностный электростатический потенциал | | 500 В |

Требования и нормы на параметры полей дисплеев включены в напряженность электромагнитного поля в 50 сантиметрах вокруг дисплея по электрической составляющей равна 2.5 В/м.

Плотность магнитного потока в 50 сантиметрах вокруг дисплея составляет 250 нТл в диапазоне частот 5Гц-2КГц; поверхностный электростатический потенциал составляет 500 В. Время работы за дисплеем не должно превышать 4-х часов в сутки.

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

При многорядном расположении ПК, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) предусматривается установка перегородок между различными пользователями.

При разработке данного проекта применяют ЖК-мониторы, они потребляют значительно меньше энергии и практически полностью

безопасны. Без опасения для здоровья ими могут пользоваться и женщины и дети.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

4.1.2.3 Шум

Требования к уровню шума регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, ГОСТ 12.1.003-83 отражены в таблице 4.4. Уровень шума для инженера – конструктора и инженера-программиста составляет не более 50 дБ.

Таблица 4.4 – Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ

| Вид трудовой деятельности, рабочее место | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, (в дБА) |
|--|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Программирование | 6 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 |

С физиологической точки зрения шум рассматривается как звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека. Люди, работающие в условиях повышенного шума, жалуются на быструю утомляемость, головную боль, бессонницу. У человека ослабляется внимание, страдает память. Все это приводит к снижению производительности труда и допущению ряда ошибок в выполняемой работе.

Шум возникает во время работы оборудования, источником его также могут быть разговоры в помещении, звуки, доносящиеся с улицы.

Источниками постоянного шума в помещении являются:

- люминесцентные лампы (шум дросселей) в их электрических цепях,

низкочастотный шум с частотой колебаний равной частоте питающей сети - 50 Гц;

- печатающее устройство, шум большой интенсивности, широкополосный – 75 Гц;

- шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора, также широкополосный, но малой интенсивности за счет звукопоглощения корпуса, и др. источники шума (в основном кратковременные);

Что касается лично меня, то действенным способом является включение фоновой музыки без слов (например музыка в стиле Trance или Enigma), она и не отвлекает, и приглушает посторонний шум.

4.1.2.4 Недостаточная освещенность

Отсутствие или недостаточность естественного освещения, повышенная яркость света, пониженная контрастность, прямая и обратная блёсткость, повышенная пульсации светового потока все эти факторы могут привести к нарушениям функционирования зрительного аппарата, центральной нервной системы, головным болям и являться факторами, снижающими производительность труда и утомления программиста. Неправильное освещение представляет значительную угрозу для здоровья.

Нормы освещенности приведены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, освещенность рабочего места инженера-программиста должна составлять от 300 до 500 Лк. Так как программист и конструктор работают не только с персональным компьютером, но и с документами следует применять комбинированное освещение. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 рекомендует использовать люминесцентные лампы.

Прямая блёсткость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.) должна быть ограничена от источников освещения и быть не более 200 кд/м². Отраженная блёсткость светящихся поверхностей (экран, стол и др.)

должна регулироваться правильным выбором типа светильников и расположением рабочего места к источнику света. Экран монитора не должен создавать бликов свыше 40 кд/м^2 и его освещенность не должна превышать 300 лк.

Соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 - 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1. Коэффициент запаса (Кз) для установок общего освещения должен составлять 1,4, а коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

4.1.2.5 Статические нагрузки и монотонность труда

Профессиональная деятельность программиста и конструктора связана с длительным пребыванием в фиксированной рабочей позе, такая поза является не естественной и как следствие мышцы шеи, головы, рук и плеч находятся в постоянном статическом напряжении. При постоянном статическом напряжении возникает излишняя нагрузка на позвоночник особенно на шейный, поясничный и крестцовый отдел. В сидячем положении позвоночник подвергается максимальной нагрузке, а длительное пребывание в таком положении без перерыва на отдых неизбежно ведет к возникновению и развитию остеохондроза позвоночника.

Интенсивная работа с клавиатурой также оказывает негативное влияние на суставы и связки кистей рук, приводя к целому ряду хронических заболеваний кистей и предплечий рук. Одно из профессиональных заболеваний конструктора и программиста является «кистевой туннельный синдром». Причиной данного заболевания является большое количество однообразных движений, постоянное напряжения запястья рук, вызванное неудобным расположением при работе с клавиатурой.

Что касается руководителя проекта, наиболее значимыми факторами являются умственные и эмоциональные перегрузки. Умственная работа

руководителя, обусловленная большими объемами информации, планированию работ и прогнозированию ситуаций. Зачастую, сжатые сроки выполнения работ, недостаточное количество работников, нередко возникающие проблемы могут привести к нервным перегрузкам, переутомлению. Нервные перегрузки, в свою очередь, могут стать причиной сердечно-сосудистых и нервных заболеваний.

4.1.3 Обоснование мероприятий по защите разработчиков от действия опасных и вредных факторов

4.1.3.1 Микроклимат

Для обеспечения в помещении оптимальных параметров микроклимата таблица 4.2 необходимо поддерживать тепловой баланс в любое время года, исключить сквозняки, обеспечить помещение системой вентиляции.

Обеспечение теплового баланса достигается регулированием параметров систем отопления, кондиционирования и вентиляции.

Системы кондиционирования воздуха способны в автоматическом режиме поддерживать заданные параметры воздушной среды независимо от меняющихся метеоусловий.

В холодное время года для поддержания в помещении оптимальной температуры воздуха применяется центральное отопление. Если центральное отопление отключено (весна-осень) или не нагревает воздух до оптимальных параметров, следует использовать обогреватели.

Для повышения влажности воздуха в помещениях следует применять увлажнители воздуха, заправленного дистиллированной или прокипяченной питьевой водой.

4.1.3.2 Снижение уровня шума

На рабочем месте конструктора и программиста шум возникает от нескольких источников работающих одновременно, такими как вентиляторы системы охлаждения, жесткие диски, принтеры и сканеры.

На основании принципа суммирования излучений отдельных некогерентных источников, рассчитаем уровень шума:

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg \cdot \sum_{i=1}^{i=n} 10^{0.1 \cdot L_i} \quad (4.1)$$

где

L_i — уровень звукового давления i -го источника шума;

n — количество источников шума.

Полученные результаты расчета сравним с допустимым значением уровня шума таблицы 4.4.

Источники шума, с указанными уровнями звукового давления, представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Источники шума

| Источник шума | Количество | Уровень шума, дБ |
|-------------------------------------|------------|------------------|
| Вентилятор охлаждения корпуса ПК | 2 | 26 |
| Вентилятор охлаждения блока питания | 1 | 19 |
| Вентилятор охлаждения видеокарты | 1 | 25 |
| Вентилятор охлаждения процессора | 1 | 35 |
| Жесткий диск | 2 | 28 |
| CD/DVD-привод | 1 | 39 |

Подставив значения уровня звукового давления для каждого вида оборудования в формулу (4.1), получим:

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg(10^{2,6} + 10^{2,6} + 10^{1,9} + 10^{2,5} + 10^{3,5} + 10^{2,8} + 10^{2,8} + 10^{3,9}) = 41,32 \text{ дБ}$$

Полученное значение не превышает допустимый уровень шума для рабочего места программиста 50 дБ согласно ГОСТ 12.1.003-83. Дополнительных мероприятий не требуется.

4.1.3.3 Электробезопасность

Согласно ПУЭ разд. 1.1.13 помещение, где проводятся испытания, относятся к первому классу без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность. Несмотря на это работы с электрооборудованием связаны с повышенной опасностью для персонала и должны выполняться при условии строгого соблюдения правил техники безопасности.

В процессе проведения испытаний работ члены бригады должны руководствоваться нормами техники безопасности, установленными в следующих нормативно-технических документах:

- Правила устройства электроустановок (ПУЭ);
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

При проведении испытаний должны соблюдаться следующие правила по технике безопасности:

- рабочее место должно быть хорошо подготовлено, достаточно освещено, допускать свободу перемещений;
- запрещается выполнять какие-либо испытания, связанные с подачей напряжения на оборудование, кабель и во вторичные цепи от любого источника напряжения, в т.ч. от мегомметра, когда на них работают люди;
- подавать напряжение на испытываемое оборудование или участок электроустановки можно только с разрешения лица, ответственного за работы на этом участке, после того, когда все люди будут удалены испытательной лаборатории и приняты меры, исключающие проникновение туда кого-либо.

Особого внимания следует уделять работам в действующих электроустановках. Действующими считаются не только установки, находящиеся полностью или частично под напряжением, но и установки, с которых напряжение полностью снято, однако может быть подано коммутационными аппаратами.

Испытания можно выполнять не менее чем двумя лицами, имеющими квалификацию по технике безопасности не ниже III группы.

Каждая бригада работников должна иметь инвентарь и защитные средства для осуществления мероприятий по технике безопасности.

Каждый член бригады должен знать правила безопасности при работах с электрооборудованием напряжением до 1000 В, правила пользования переносными измерительными приборами и правила безопасности при испытании оборудования повышенным напряжением.

Запрещается пользоваться напильниками, ножовками, металлическими метрами и другими подобными предметами. Работать нужно только инструментом с изолированными рукоятками в рубашке с опущенными и застегнутыми у кистей рукавами.

При пользовании переносными измерительными приборами в первую очередь необходимо убедиться в их исправности. Переносные приборы располагают так, чтобы можно было снимать их показания, не приближаясь к частям, находящимся под напряжением.

На территории лаборатории не должны находиться лица не участвующие непосредственно в проведении настоящих испытаний.

4.1.3.4 Расчет освещенности

Для расчёта освещенности рабочего места, необходимо выбрать систему освещения, определить количество и тип светильников. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 рекомендуемая система освещения помещения: комбинированная, а тип светильников; люминесцентный. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Расчет освещенности производится в следующем порядке:

- определение площади освещаемого помещения;
- определение типов источников света;
- определение величины освещенности.

В помещении используются двухламповые светильники ШОД-2-80 общего освещения с люминесцентными лампами типа ЛБ. Световой поток лампы типа ЛБ при напряжении питающей сети 220 В и мощности 80 Вт, равняется 5400 лм.

Размеры помещения: 5 х 4,5 м

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

Высота помещения: $H = 3$ м;

Расстояние светильников от перекрытия (свес): $H_c = 0,4$ м;

Высота светильника над полом, высота подвеса: $H_n = H - H_c = 2,6$ м;

Высота рабочей поверхности над полом: $H_p = 0,74$ м;

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H_n - H_p = 2,6 - 0,74 = 1,86 \text{ м}$$

L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (A) и ширине (B) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B), l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены. Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования. При высоких уровнях нормированной освещенности люминесцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h.$$

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 1,86 = 2,6 \text{ м}$$

Г расстояние от крайних светильников или рядов до стены:

$$Г = L/3 = 0,868 \text{ м}$$

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)},$$

где, h – высота подвеса светильников (м);

a, b – стороны помещения (м);

S – площадь рабочего помещения (м).

$$i = 22,5 / 1,86 \cdot (4,5 + 5) = 1,273$$

Определяем коэффициент использования светового потока. Он составляет $\eta = 0,36$ ($\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст}} = 70\%$).

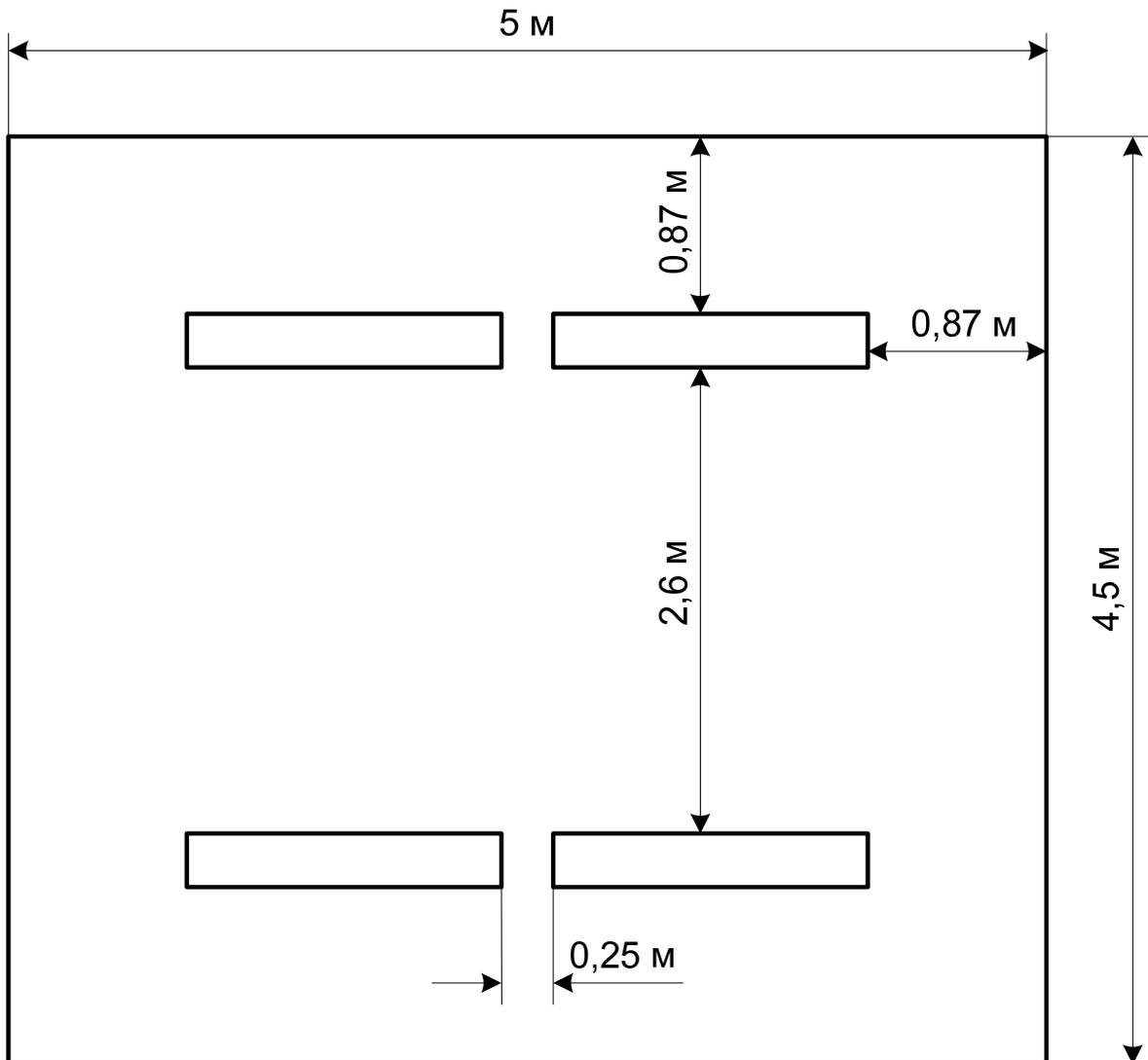


Рисунок 4.1 – План размещения светильников

Светильники расположены в два ряда (рисунок 4.1). В одном ряду можно установить два светильника с длиной 1,53 м и шириной 0,266 м. В каждом из четырёх светильников установлено по две люминесцентных лампы, т.е $N = 4 \cdot 2 = 8$.

Световой поток каждой из ламп определяется по формуле:

$$F = \frac{E \cdot N \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k}$$

где

E – минимальная освещенность рабочего места, лк;

F – световой поток от ламп, лм;

N – количество светильников;

η – коэффициент использования светового потока;

S – площадь помещения, м²;

z – коэффициент неравномерности освещения;

k – коэффициент запаса, учитывающий запыленность светильников и их износ;

Для помещения при нормальной эксплуатации светильников с люминесцентными лампами (для помещений с малым выделением пыли) $k=1,5$.

Коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп равен $z = 1,1$.

Подсчитаем освещенность E :

$$E = \frac{5400 \cdot 8 \cdot 0,36}{22,5 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 419 \text{ лк.}$$

Освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 должна составлять 300-500 лк, то есть используемая система освещения удовлетворяет нормам освещенности.

4.2 Охрана окружающей среды

4.2.1 Анализ влияния разрабатываемого источника питания на окружающую среду

Объектом исследования будет выступать разрабатываемый взрывозащищенный источник питания. Источник питания предназначен для питания стабилизированным искробезопасным напряжением систем шахтной автоматизации и безопасности, передачи информации о своем состоянии в обще шахтную информационную сеть, а так же для контроля и управления средствами безопасности в шахтах.

Главным фактором влияния источника питания на окружающую среду является применением в его составе кислотных аккумуляторных батарей.

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Разработаны мероприятия по охране окружающей среды:

- по истечении срока службы ИВП подлежит демонтажу и передачи его заводу изготовителю для разборки;
- корпус ИВП подлежит сдаче в металлолом;
- аккумуляторная батарея должна быть передана для утилизации предприятию-изготовителю, его сервисным службам или его уполномоченным представителям;
- при демонтаже следует соблюдать правила безопасности, принятые на предприятии-потребителе.

При утилизации на заводе изготовителе следует выполнить следующие операции:

- определить непригодность (неработоспособность) источника питания к ревизии или ремонту, оформив соответствующий акт (на списание);
- разобрать устройство на составные части, поддающиеся разборке;

- определить возможность использования для ремонта отдельных составных частей;

- определить необходимость и условия утилизации оставшихся составных частей;

- отправить на утилизацию с описью комплекта.

В паспорте необходимо сделать отметку об утилизации.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации – это обстоятельства, возникающие в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий, диверсий или иных факторов, при которых наблюдается резкое отклонение протекающих явлений и процессов от нормальных, что оказывает отрицательное воздействие на жизнеобеспечение, экономику, социальную сферу и природную среду.

В данном пункте раздела "Социальная ответственность" будет рассматриваться влияние источника питания на безопасность работы в подземных выработках шахт и рудников.

4.3.1 Анализ возникновения чрезвычайных ситуаций

Угледобывающие шахты в соответствии с Федеральным законом РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» отнесены к опасным производственным объектам. При подземной разработке угольных месторождений к наиболее опасным производственным факторам относятся:

- выделение в выработанное пространство из массива метана;

- формирование взрывоопасной смеси при смешивании метана с шахтным воздухом;

- самовозгорание угля.

4.3.2 Мероприятия по устранению и предупреждению ЧС

Для снижения риска взрыва на шахте приняты следующие меры безопасности:

- источник питания соответствует требованиям безопасности ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-98), ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1-98), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99), ГОСТ 22782.3-77, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.1.018-93, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.020-76

- источник питания допущен к применению в подземных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по газу, пыли и внезапным;

- источник питания имеет маркировку взрывозащиты РВ Ex d s [ia] I X / PO Ex s ia I X;

- источник питания проходит (в настоящее время) испытания на взрывозащищенность в аккредитованной испытательной организации. По окончании испытаний будет иметь Сертификат соответствия и Разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение в наземных помещениях и подземных выработках шахт и рудников, в том числе опасных по газу (метану), пыли и внезапным выбросам;

- пожарная безопасность источника питания обеспечивается следующими мерами: применением негорючих и трудногорючих материалов; использованием электрических кабелей, изготовленных из негорючих и трудногорючих материалов и разрешенных к применению в угольных шахтах, опасных по газу метану и угольной пыли;

- все искробезопасные линии связи в подземных выработках шахт и рудников, гальванически отделены от поверхностных линий связи и силовых сетей;

- электропитание осуществляется от сети как с глухо заземлённой, так и с изолированной нейтралью;

- конструкция источника питания обеспечивает безопасность обслуживающего персонала в процессе монтажа, проверки работоспособности, транспортирования, эксплуатации и ремонта;

- при проектировании, монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании источника питания обеспечивается выполнение требований искробезопасности. Индуктивность и емкость искробезопасных цепей, в том числе и присоединительных кабелей (индуктивность и емкость которых определяется по характеристикам, расчетом или измерением), не должны превосходить максимальных значений, оговоренных в технической документации на эти цепи;

- при монтаже, техническом обслуживании и эксплуатации источника питания должны выполняться общие правила работы, установленные для электрических установок: ПТЭЭП; ПУЭ; РД 16.407; "Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок";

- к монтажу (демонтажу), эксплуатации, техническому обслуживанию источника питания допускаются лица, изучившие: руководство по эксплуатации; прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими установками и радиоэлектронной аппаратурой; имеющие допуск на проведение работ во взрывоопасных зонах, в том числе угольных шахтах, с соблюдением требований ПУЭ, РД 16.407;

- источник питания должен размещаться в таких местах и таким образом, чтобы исключалась возможность случайного механического воздействия на него и на подходящие к нему кабели со стороны персонала и оборудования, перемещаемого по выработкам;

- металлический корпус источника питания должен заземляться согласно требованиям ПУЭ;

- искробезопасные цепи должны быть смонтированы таким образом, чтобы наводки от внешних электромагнитных полей не создавали опасного напряжения или тока на искробезопасных цепях. Прокладка

информационных кабелей от оборудования технологического объекта должна производиться на расстоянии не менее 0,5 м от силовых кабелей;

- кабели искробезопасных цепей должны быть отделены от всех кабелей искроопасных цепей;

- в процессе ремонта кабельных линий запрещается изменять тип и увеличивать длину кабелей, если емкость и индуктивность при этой замене будут превышать максимально допустимые значения величин для данной искробезопасной цепи, указанных в эксплуатационной документации;

- электрическое сопротивление изоляции цепей питания и входных цепей источника питания при температуре окружающего воздуха + 40 °С и относительной влажности не более 80 % не менее 10 Мом;

- изоляция электрических цепей источника питания относительно корпуса и между собой выдерживает в течение 1 мин, воздействие испытательного напряжения 1500 В частотой от 45 до 65 Гц;

- по электробезопасности источник питания соответствует требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Инженеры-конструкторы и инженеры-программисты работают за персональным компьютером более 50 % рабочего времени, согласно п. 13.1 СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 должны проходить обязательные медосмотры. В соответствии ст. 213 ТК РФ медицинские осмотры проводятся за счет средств работодателя. При этом на время прохождения медосмотра за работником сохраняется место работы, должность и средний заработок.

Согласно ст. 3 Закона N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» работодатель обязан проводить оценку труда инженеров, выявлять вредные и опасные факторы, проводить оценку их негативного влияния на

здоровье человека с помощью специальной процедуры оценки условий труда.

4.4.2 Требования эргономики и технической эстетики к рабочему месту

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления) должны соответствовать физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место с ПК должно располагаться по отношению к оконным проемам так, чтобы свет падал сбоку, предпочтительнее слева. Нужно избегать расположения рабочего места в углах комнаты или лицом к стене

Рассмотрим общие требования к рабочему месту. Организация рабочего места заключается в выполнении ряда мероприятий, обеспечивающих рациональный и безопасный трудовой процесс и эффективное использование орудий и предметов производства, что повышает производительность и способствует снижению утомляемости работающих. Оптимальное рабочее место должно быть ограничено дугами, описываемыми каждой рукой человека при вращении в локтевом суставе (радиус дуги 340-400 мм). Максимальное рабочее пространство при позе “сидя” ограничивается длиной вытянутой руки (радиус дуги 645 мм).

Если аппаратура устанавливается вблизи стен, то необходимо предусмотреть проходы. Минимальное расстояние от стен должно быть около 800-900 мм. Если затраты энергии при работе инженера в прямой сидячей позе принять равным 1, то выполнение той же работы в положении стоя потребует в 1,6 раза больших затрат энергии, в наклонной сидячей позе - в 4 раза.

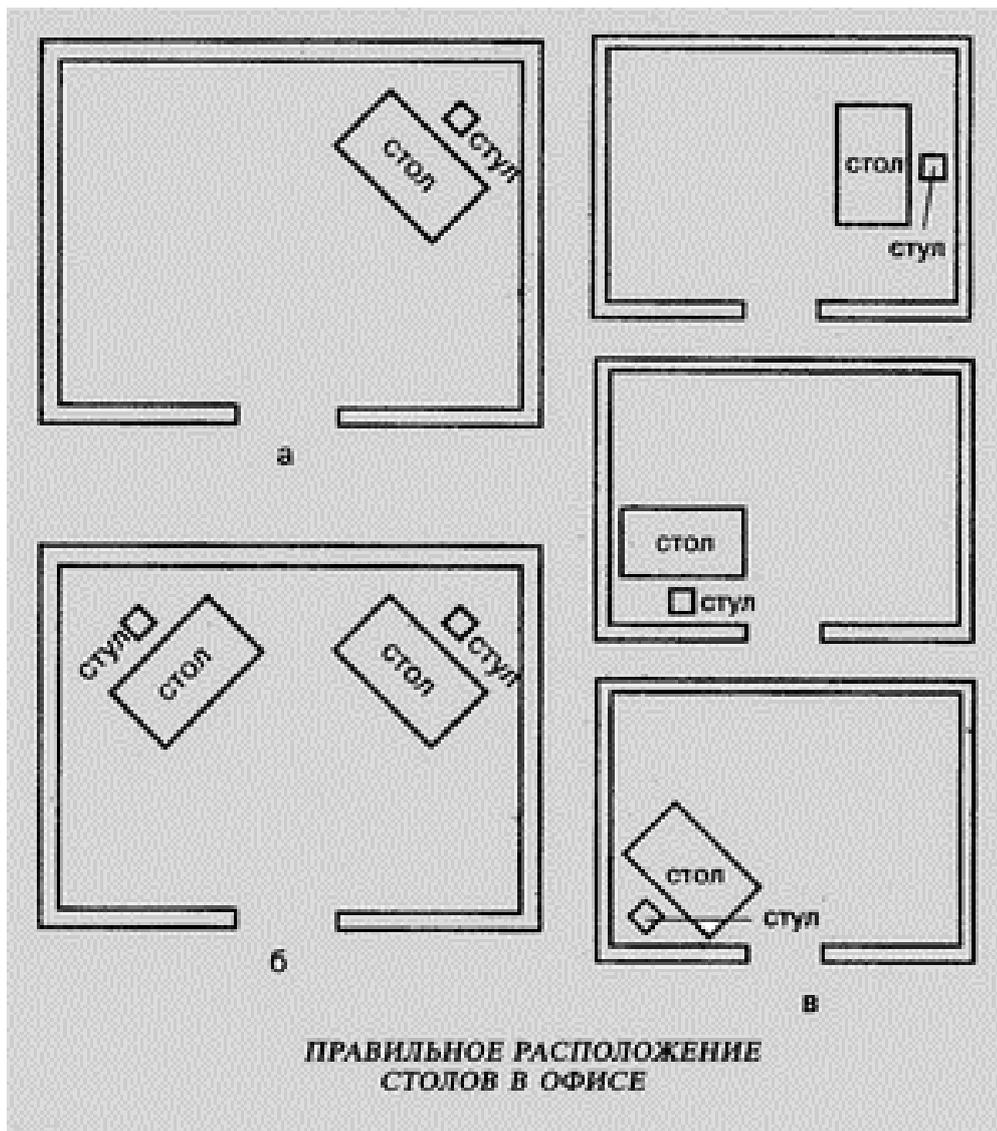


Рисунок 4.2 – Расположение рабочего места с ПК

Органы управления необходимо расположить на панели так, чтобы:

- обеспечивалась возможность разделения функций, выполняемых правой и левой рукой в отдельности (предпочтительнее для правой руки предусмотреть выполнение операций, требующих высокой точности большей силы);

- траектории рабочих движений были минимальными, сами движения свести к движению предплечья, кисти рук, пальцев рук, допуская движения вытянутой руки в виде исключения;

- в оптимальном рабочем пространстве находились органы управления или индикации, наиболее часто используемые;

- при последовательном пользовании несколькими органами управления они размещались либо на одной горизонтали (слева направо или справа налево в порядке их применения), либо на одной вертикали.

Заключение

В результате выполненной работы была разработана система автоматизированного управления и стабилизацией давления газа (МВС). Была разработана функциональная схемы автоматизации, позволяющая определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов. Системы автоматизации, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств фирмы Ингортех, промышленного контроллера в рудничном исполнении КУШ-ПЛК и программного SCADA-пакета ASIX. Для разработанных алгоритмов было разработано программное обеспечение для ПЛК с помощью ПО CodeSys. Для поддержания давление газа на выходе из вакуум-насосной станции на утилизацию, был разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор).

В ходе проектирования, монтажа и пуско-наладочных работ было выявлено что существует три отечественных производителя специализированного рудничного оборудования для систем шахтной автоматики, однако функциональные возможности предлагаемого оборудования крайне ограничены, неоправданно завышенная стоимость на предлагаемое. Было принято решение освоить новое для предприятия направление, и создать производство источников питания с функциями удаленного модуля дискретного ввода/вывода.

Был проведен анализ существующего оборудования, сформированы понимание и требования к новому виду оборудования, составлено техническое задание. Был проведен НИОКР, результатом которого выступают два опытных образца взрывозащищенного источника питания с функцией удаленного модуля ввода/вывода, которые в данный момент проходят стадию сертификации.

Список используемых источников

1. ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Общие требования.
2. ГОСТ 30852.1-2002 (МЭК 60079-1-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть I. Взрывозащита вида "взрывонепроницаемая оболочка".
3. ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99) Электрооборудование взрывозащищенное. Искробезопасная электрическая цепь *i*.
4. ГОСТ 22782.3-77 Электрооборудование взрывозащищенное со специальным видом взрывозащиты.
5. ГОСТ 2.601-2006 ЕСКД Эксплуатационные документы.
6. ГОСТ 2.610-2006 ЕСКД Правила выполнения эксплуатационных документов
7. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529:1989) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками.
8. Инструкция по дегазации угольных шахт. Москва, 2012.
9. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.– 44с.
10. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (утвержден Постановлением Правительства РФ от 21.07.97 № 116-ФЗ)
11. Правила устройства электроустановок. Издание 7. 2007 г.
12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. 2003 г.
13. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
14. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
15. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям

16. Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт. Под общей ред. В.В. Дегтярева, В.И. Серова, Г.Ю. Цепелинского
17. Практическое пособие Типовые расчеты по электрооборудованию. Дьяков В.И.
18. Электрооборудование и электроснабжение подземных разработок угольных шахт. Озерной М.И.
19. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
20. 9. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
21. 10. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.
22. 11. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;
23. 12. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
24. 13. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
25. НПБ от 18.06.2003 г. №105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.