

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Конструирование и производство радиоаппаратуры»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ Н.И. Войтович
« ___ » _____ 2020 г.

РАЗРАБОТКА ЩИТА КАБЕЛЬНОГО ВВОДА ИЗДЕЛИЯ прл-2ст.
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-110303.2020.457.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы
Ст.преподаватель кафедры КиПР
_____ И.А. Думчев
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы КЭ-412
_____ Д.Т. Тыртычко
_____ 2020 г.

Нормоконтролёр
Аспирант кафедры КиПР
_____ Юнгайтис Е.М.
_____ 2020 г.

Челябинск 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Тыртычко Д.Т. Разработка щита кабельного ввода изделия ПРЛ – 2СТ. – Челябинск: ЮУрГУ, ВШЭКН; 2020, 59 с. 32 ил., библиогр. список – 10 наим., 8 прил., 2 плаката ф. А1, 4 листа чертежей ф. А1 и 3 листа ф. А4.

В рамках данной выпускной квалификационной работе был разработан щит кабельного ввода, предназначенный для ввода и вывода линий связи и промышленных сетей питания.

В ходе выполнения работы была разработана панель щита, подобраны соединители для щита, произведен обзор и выбор устройств защиты для линий связи, а также спроектирован корпус на основе евроконструктива для устройств защиты и прочего оборудования.

При разработке учитывались существующие технологии и оборудование на предприятии, необходимые для изготовления и сборки. Разработана конструкторская документация на щит кабельного ввода и шкаф устройств защиты. Для автоматизации процесса проектирования был использован программный пакет Autodesk Inventor.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка щита кабельного ввода изделия ПРЛ – 2СТ.	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Тыртычко						9	59
Пров.	Серба							
Н. Контр.	Юнгайтис							
Утв.	Войтович							
						ЮУрГУ Кафедра КиПР		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ	14
1.1 Изучение нормативных документов и литературы.....	14
1.2 Анализ конструкторских и технологических решений.	15
1.3 Принцип работы щита кабельного ввода.	17
1.4 Анализ и выбор способов реализации связи между щитом кабельного ввода и шкафом.....	18
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	21
2.1 Выбор и трёхмерное моделирование разъёмов для ввода/вывода линий связи.	21
2.2 Эскизная компоновка разъёмов на передней панели щита кабельного ввода.	27
2.3 Трёхмерное моделирование конструкции щита кабельного ввода и входящего в него оборудования.	28
2.4 Выбор и трёхмерное моделирование устройств защиты и прочего оборудования.	33
2.5 Эскизная компоновка электрорадиоэлементов внутри шкафа.	42
2.6 Трёхмерное моделирование конструкции шкафа и входящего в него оборудования.	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	51
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ЩИТ КАБЕЛЬНОГО ВВОДА. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ЩИТ КАБЕЛЬНОГО ВВОДА. СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ЧЕРТЕЖ. ПАНЕЛЬ ЩИТА КАБЕЛЬНОГО ВВОДА	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ШКАФ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ.	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ШКАФ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ. СПЕЦИФИКАЦИЯ...	56

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ПЛАКАТ С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЩИТА КАБЕЛЬНОГО ВВОДА	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. ПЛАКАТ С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ШКАФА УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ	58
ПРИЛОЖЕНИЕ З. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИНИЙ СВЯЗИ (ЦЕПЕЙ ВВОДА/ВЫВОДА)	59

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития гражданской авиации характеризуется широким внедрением автоматизированных систем управления воздушным движением, использованием последних достижений вычислительной техники, более современными радиоэлектронными средствами управления воздушным движением, навигации, посадки и связи, совершенствованием методов и средств технической эксплуатации авиационной техники. В условиях высокой интенсивности и плотности воздушного движения особую остроту приобретает проблема обеспечения безопасности полетов и максимальной эффективности использования авиационной техники.

Посадочные радиолокационные системы предназначены для контроля с земли за выдерживанием летательного аппарата заданной линии курса и глиссады, а также для управления посадкой путем передачи экипажу команд, корректирующих траекторию их снижения.

Посадочные радиолокаторы могут использоваться или как автономное средство обеспечения посадки, или как средство контроля за посадкой в аэропортах, оборудованных радиомаячными системами посадки. В первом случае диспетчер полностью руководит заходом на посадку, во втором случае только контролирует заход и в необходимых случаях информирует экипаж о положении самолета относительно линии курса и глиссады планирования.

В 2019 году на АО «ЧРЗ «Полет»» было принято решение о разработке и изготовлении посадочного радиолокатора ПРЛ-2СТ. Это изделие предназначено для управления воздушным движением в районах аэродромов в зоне подхода (ближней зоне) и для посадки воздушного судна по командам с земли. Одной из уникальных особенностей ПРЛ-2СТ является наличие антенной системы в виде фазированных антенных решеток без механического сканирования с мгновенным изменением направления посадки. Кроме того, посадочный радиолокатор обнаруживает воздушные суда и измеряет отклонения от заданной траектории снижения на фоне пассивных помех.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

В данной выпускной квалификационной работе (ВКР) разрабатывается щит кабельного ввода и шкаф для размещения устройств защиты для работы в составе ПРЛ-2СТ. Панель с разъемами располагается в нише снаружи аппаратной и предназначена для соединения линий связи изнутри аппаратной. Шкаф с оборудованием, необходимым для защиты линий связи, размещается на стене внутри аппаратной, в непосредственной близости от панели с разъемами. Щит кабельного ввода и шкаф для размещения устройств защиты в составе ПРЛ-2СТ должны разрабатываться и удовлетворять требованиям технического задания.

При разработке данного оборудования учитывались существующие технологии и оборудование на предприятии, необходимые для изготовления и сборки. Выбор элементов и оборудования осуществлялся на основе опыта применения их при производстве на данном предприятии.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке щита кабельного ввода для ввода линий связи в аппаратную, шкафа для защиты определенных линий связи, компоновки ЭРЭ внутри шкафа, и способа осуществления связи между ними. При этом учитываются характеристики и параметры входящих и выходящих сетей и линий связи. Выполняются конструктивные, эргономические требования, а так же требования стойкости к внешним воздействиям.

Важной задачей конструкторской части ВКР является оформление конструкторской документации для щита кабельного ввода изделия ПРЛ-2СТ.

1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

Согласно техническому заданию, в аппаратную необходимо осуществить ввод/вывод перечисленных линий связи и промышленных сетей питания:

– ввод пятипроводной трехфазной промышленной сети переменного тока напряжения 380 В 50 Гц с двух фидеров (основная сеть и резервная сеть) внутрь аппаратной;

– вывод пятипроводной трехфазной промышленной сети переменного тока напряжения 380 В 50 Гц на антенный пост и кабину связи;

– соединения линий связи подходящих снаружи аппаратной с линиями связи изнутри аппаратной (линии модемов, линии пожарной и охранной сигнализации, линии Ethernet, линия интерфейса RS-485, телефонная линия, сигнал работы от дизель-генератора);

– линий связи в приложении 3.

Так же необходимо подобрать подходящий конструктив для размещения устройств защит по линиям модемов, линиям Ethernet, линий интерфейса RS-485 от атмосферных разрядов и других импульсных перенапряжений, таких как скачки и перепады напряжения. И в конечном итоге реализовать связь между щитом и шкафом.

1.1 Изучение нормативных документов и литературы

В процессе выполнения данной ВКР в качестве источников информации были использованы: учебные пособия, учебники, нормативные документы АО «ЧРЗ «Полет», а также необходимые данные, найденные в открытом доступе. Был проведен библиографический анализ полученной информации.

Для выполнения поставленной задачи на основе литературных и прочих источников информации было проведено:

– краткое знакомство с общими принципами работы радиотехнических устройств для посадочных радиолокаторов;

– обзор и анализ технических руководств соединителей ввода/вывода;

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

– изучение устройств защиты для линий связи с интерфейсами Ethernet, RS-485 , а так же модемных линий связи;

– анализ технического задания и изучение состава конструкции изделия;

В целях оформления этой работы были использованы следующие нормативные документы:

– система стандартов СТО ЮУрГУ 04–2008;

– различные отечественные ГОСТы и ЕСКД.

Оформление текстовой части данной работы было оформлено в соответствии со стандартом [1].

1.2 Анализ конструкторских и технологических решений

Согласно техническому заданию шкаф для защитного оборудования и входящее в него электрорадиоэлементы должны иметь исполнение УХЛ и категорию размещения 4 по ГОСТ 15150–69. Далее разберём подробнее данные требования. УХЛ – это объединение умеренного и холодного климата. Категория размещения 4 включает в себя изделия, предназначенные для эксплуатации в крытых помещениях с отоплением и с искусственной вентиляцией, что подразумевает регулирование температурных условий, где нет низких температур, а так же отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги.

Щит кабельного ввода и шкаф с электрорадиоэлементами для ПРЛ-2СТ должен обладать следующими требованиями к параметрам и характеристикам.

1. Подводящий фидер по основной и резервной сети должен быть пятипроводный (3 фазы, нейтраль, защитное заземление).

2. Фидеры для питания антенного поста и кабины связи должны быть пятипроводными (3 фазы, нейтраль, защитное заземление).

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

3. Максимальная потребляемая мощность по фидерам основной и резервной питающих цепей напряжением 380 В частотой 50 Гц – 15 кВА.

4. Разъемы для ввода/вывода сигналов модемов, Ethernet, интерфейса RS-485 должны обеспечивать подключение кабелей, используемых для данных интерфейсов.

С учетом всех вышеперечисленных требований и параметров, предпочтительным является настенный шкаф линейки GL66. Данный корпус имеет относительно несложную конструкцию и гибкий подбор сопутствующего конструктива. Корпус производит европейская фирма «Hoffman», в его изготовлении нет необходимости. Настенные корпуса из мягкой стали «Hoffman» предназначены для размещения и защиты электрических и электронных компонентов в промышленных условиях.

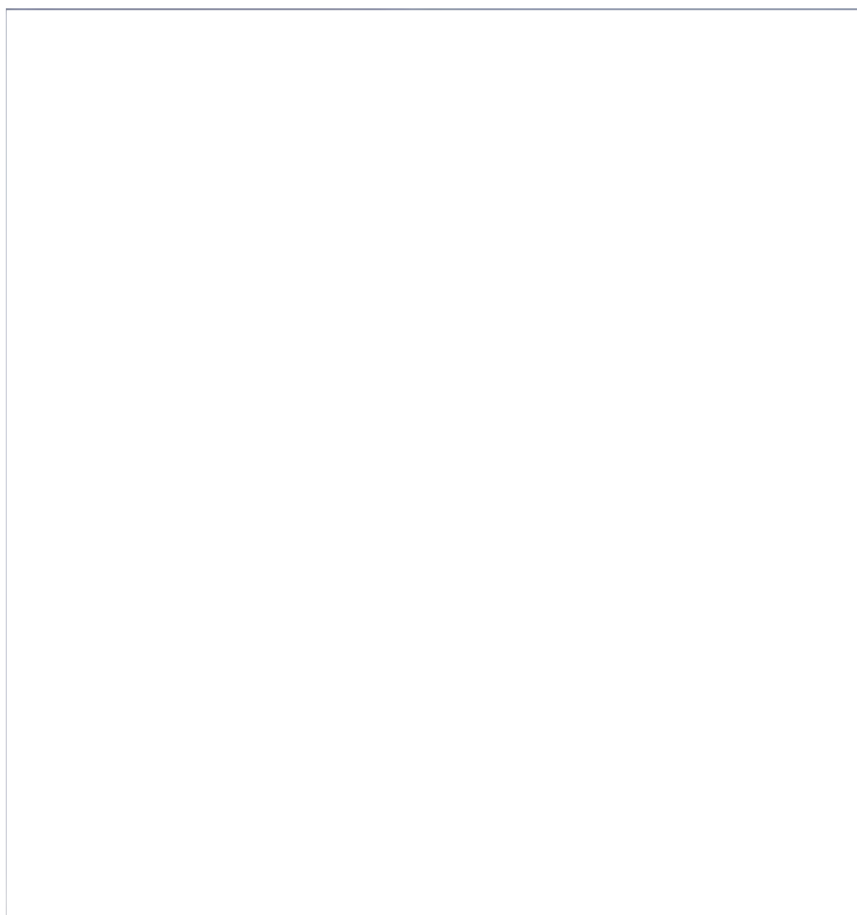


Рисунок 1.1 – Внешний вид настенного шкафа линейки GL66

1.3 Принцип работы щита кабельного ввода

Щит кабельного ввода предназначен для ввода пятипроводной трехфазной промышленной сети переменного тока напряжением 380 В 50 Гц с двух фидеров (основная сеть и резервная сеть) внутрь аппаратной к элементам освещения, приемо-передающей радиоэлектронной аппаратуры, элементам создания микроклимата и прочего оборудования изделия ПРЛ-2СТ, и для вывода пятипроводной трехфазной промышленной сети переменного тока напряжением 380 В 50 Гц для питания аппаратуры антенного поста кабины связи.

Далее рассмотрим назначение каждой линии связи из приложения Ж.

Линии связи 1 и 2 передают информацию о воздушной обстановке на контрольно-диспетчерский пункт (КДП), а так же осуществляют передачу информации о состоянии аппаратуры (норма, авария, режимы) на КДП сменному инженеру и передают команды управления с КДП на изделие. По линиям 3 и 4 передается информация о воздушной обстановке и состоянии изделия на терминал выносной (рабочее место техника). Далее по 5 и 6 линиям происходит обмен информацией между аппаратной и антенным постом. Линии с 7 по 10 осуществляют передачу информации о воздушной обстановке в кабину связи руководителя ближней зоны и руководителю зоны посадки. 11 и 12 линии связи предназначены для передачи информации о воздушной обстановке на технологическое рабочее место (ТРМ). Линии 13 и 14 являются резервом линий связи 11 и 12. 15 линия – это резервный канал связи с антенным постом. По которому передаются команды управления с аппаратной на антенный пост, так же по данной линии передаются сигналы состояния в аппаратную с антенного поста. 16 линия выполняет ту же функцию, что 1 и 2 линии связи только по волоконно оптической линии связи (ВОЛС). Так как некоторые изделия подключаются только по данному типу линий связи. По линии 17 осуществляется передача информации с датчиков на пульт охраны. Передача информации с пожарных датчиков на пульт поступает по линии 18. 19 линия телефонной связи. 20 линия – передача в аппаратную информации о включении дизель-генератора.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

1.4 Анализ и выбор способов реализации связи между щитом кабельного ввода и шкафом

По техническому заданию необходимо реализовать защиту для перечисленных линий связи:

- модемных линий, общее число пар 16;
- линий интерфейса RS 485, общее число каналов 1;
- линий Ethernet, общее число каналов 10.

Исходя из требований, определим, что устройства защиты и разъемы для подключения сигнальных кабелей из аппаратной должны размещаться в отдельном шкафу, размещаемом на стене аппаратной, в непосредственной близости от панели с разъемами. Для реализации связи между щитом кабельного ввода и шкафом в котором находятся необходимое защитное оборудование необходимо определиться с выбором кабелей. Наиболее подходящий вариант – это кабель типа «витая пара» (рисунок 1.2). Данный тип кабеля связи представляет собой одну или несколько пар изолированных проводников, скрученных между собой (с небольшим числом витков на единицу длины), покрытых пластиковой оболочкой.

Рисунок 1.2 – Внешний вид кабеля типа витая пара

Свивание проводников производится с целью повышения степени связи между собой проводников одной пары (электромагнитные помехи одинаково влияют на оба провода пары) и последующего уменьшения электромагнитных

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

помех от внешних источников, а также взаимных наводок при передаче дифференциальных сигналов.

В настоящее время существует несколько категорий кабеля витая пара, которые нумеруются от Cat.1 до Cat.7 и определяют эффективный пропускаемый частотный диапазон. Кабель более высокой категории обычно содержит больше пар проводов и каждая пара имеет больше витков на единицу длины. Категории неэкранированной витой пары описываются в стандарте EIA/TIA 568 (Американский стандарт проводки в коммерческих зданиях) и в международном стандарте ISO 11801, а также приняты ГОСТ Р 53246-2008 и ГОСТ Р 53245-2008 (переводы одного из руководств производителя). Рассмотрим основные категории в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение категории кабелей

Категория	Частоты МГц	Примечание	Описание
Cat.3	16	10BASE-T, 100BASE-T4 Ethernet	4-парный кабель, используется при построении телефонных и локальных сетей 10BASE-T и token ring, поддерживает скорость передачи данных до 10 Мбит/с или 100 Мбит/с по технологии 100BASE-T4 на расстоянии не дальше 100 метров. Отвечает требованиям стандарта IEEE 802.3. Сейчас используется в основном для телефонных линий.
Cat.4	20	token ring, сейчас не используется	Кабель состоит из 4 скрученных пар, использовался в сетях token ring, 10BASE-T, 100BASE-T4, скорость передачи данных не превышает 16 Мбит/с по одной паре..
Cat.5	100	100BASE-TX Ethernet (LAN, ATM,CDDI)	4-парный кабель, использовался при построении локальных сетей 100BASE-TX и для прокладки телефонных линий, поддерживает скорость передачи данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар.
Cat.5e	100	1000Base-T	4-парный кабель, усовершенствованная категория 5 (уточненные/улучшенные спецификации). Скорость передач данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар и до 1000 Мбит/с при использовании 4 пар. Кабель категории 5e является самым распространённым и используется для построения компьютерных сетей.
Cat.6	250	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet (10GBASE-T Ethernet)	Применяется в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 55 м. Добавлен в стандарт в июне 2002 года.

Продолжение таблицы 1.1

Cat.6a	500	Gigabit Ethernet (10GBASE-T Ethernet)	Применяется в сетях Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 100 метров. Добавлен в стандарт в феврале 2008 года, ISO/IEC 11801:2002 поправка 2. Кабель этой категории имеет либо общий экран (F/UTP), либо экраны вокруг каждой пары (U/FTP).
Cat.7	600	Gigabit Ethernet (10GBASE-T Ethernet)	Спецификация на данный тип кабеля утверждена только международным стандартом ISO 11801, скорость передачи данных до 10 Гбит/с. Кабель этой категории имеет общий экран и экраны вокруг каждой пары (F/FTP или S/FTP).
Cat.7a	до 1200	Gigabit Ethernet (40GbE, 100GbE)	Разработан для передачи данных на скоростях до 40 Гбит/с на расстояние до 50 м и до 100 Гбит/с на расстояние до 15 м. Общий экран и экраны вокруг каждой пары (F/FTP или S/FTP).

Также разберем виды экранирования. Экранирование обеспечивает лучшую защиту от электромагнитных наводок как внешних, так и внутренних, и т. д.

UTP или U/UTP - (Unshielded twisted pair - неэкранированная витая пара) - кабель не имеет защитного экрана.

FTP или F/UTP - (Foiled twisted pair - фольгированная витая пара) - кабель имеет один внешний общий защитный слой из фольги.

STP - (Shielded twisted pair - экранированная витая пара) - кабель имеет экран для каждой пары и внешнюю защиту наподобие сетки .

SSTP или S/FTP - (Screened Foiled twisted pair - фольгированная экранированная витая пара) - данный кабель имеет фольгированную защиту каждой пары, а также внешний экран.

U/STP - (Unshielded Screened twisted pair - незащищенный кабель с экранированием витой пары) - кабель не имеет общего экрана, но каждая пара имеет фольгированную защиту.

SFTP или SF/UTP - (Screened Foiled Unshielded twisted pair - экранированная витая пара с защитой) - имеет два внешних экрана. Один из медной сетки, а второй из экран-фольги. Между ними дренажный провод.

Изучив все типы и характеристики выберем наиболее подходящий по требованиям кабель от производителя «SUPRLAN» Premium FTP 5e 4x2x0,51 Cu PE Out. Диапазон рабочих температур данного кабеля составляет от -50°C до +60°C. Диаметр жилы - 0.51 мм², так же кабель имеет один внешний общий экран из фольги.

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Компоновка элементов аппаратуры должна обеспечивать возможность:

- многократного соединения-разъединения кабелей с разъёмами
- замены составных частей аппаратуры без повреждения их соединений;
- выполнения разборочно-сборочных работ.

2.1 Выбор и трёхмерное моделирование разъёмов для ввода/вывода линий связи

Исходя из технического задания, необходимо определиться с выбором разъёмов для ввода/вывода основной и резервной пятипроводной трехфазной промышленной сети переменного тока напряжением 380 В 50 Гц.

На предприятии были даны рекомендации в пользу разъёмов «ВП 32-5 В 1 М» и ответной части «РП 32-5 В 1 М». Соединители электрические силовые данной серии предназначены для быстрого сочленения и расчленения отрезков кабельной сети, различных элементов электроустановок между собой и источниками питания в наземных стационарных и передвижных электроустановках напряжением до 660 В переменного тока частотой до 400 Гц , и напряжением до 400 В постоянного тока. Разъёмы панельного исполнения состоят из фланца, крышки, механизма фиксации и контактной системы с изоляторами.

Разъёмы имеют фиксирующее устройство, предотвращающее самопроизвольное разъединение. При этом фиксация в крайних положениях

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

("открыто" - "закрыто") четкая и ясно осязаемая оператором. Механическая износостойкость, циклов соединений-разъединений - 16 000. Подключение проводов сечением жил от 6,0 - 10,0 мм².

Условия эксплуатации разъёмов:

- высота над уровнем моря до 2000 м;
- температура окружающей среды от - 60 до +70°С;
- относительная влажность воздуха 100% при температуре 35°С;
- степень защиты IP67 по ГОСТ 14255-69.

Соединители по способу защиты от поражения электрическим током соответствуют классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Стоит отметить, что в комплект поставки входят:

- вилка и (или) розетка;
- комплект ЗИП резинотехнических изделий на каждые 10 вилок, розеток;
- уплотнение корпуса - 2 шт., уплотнение кабеля - 4 шт. для кабельных вилок и розеток;
- уплотнение корпуса - 2 шт. для панельных вилок и розеток;
- комплект колец под уплотнение кабеля вилок и розеток - 2 шт.;
- специальные ключи для расчленения - 2 шт. на каждые 10 вилок и (или) розеток.

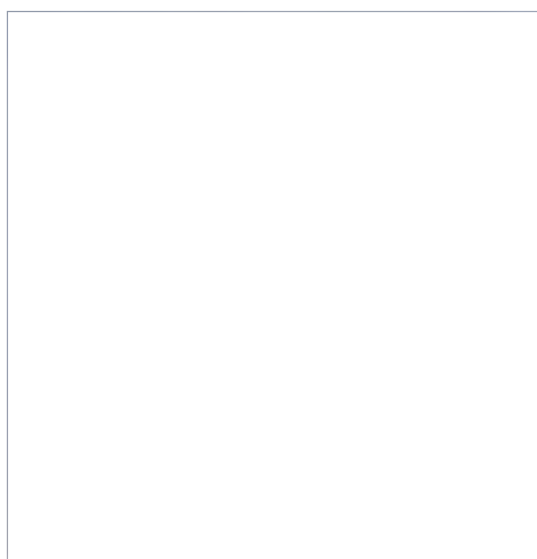


Рисунок 2.1 – Трёхмерная модель розетки, выполненная в Autodesk Inventor

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

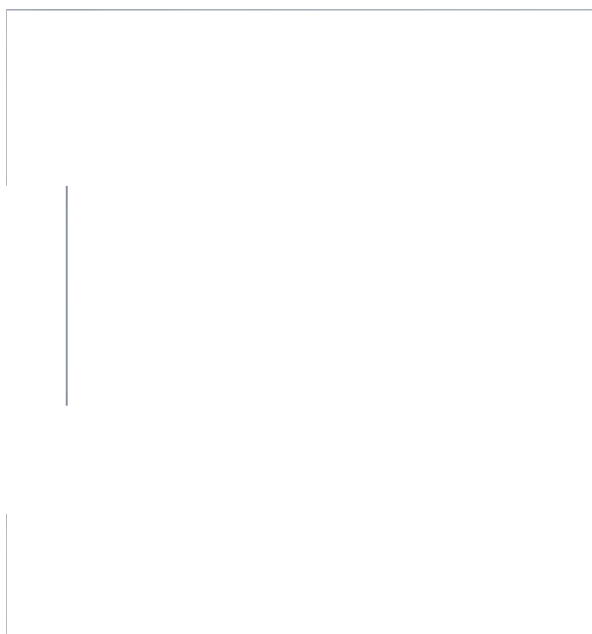


Рисунок 2.2 – Трехмерная модель вилки, выполненная в Autodesk Inventor

Далее необходимо определиться с выбором разъема для ввода/вывода линий связи перечисленных в исходных данных (приложение Ж)

Наиболее подходящие соединители представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнительные характеристики соединителей

	СКЦ 102	2РМП	УЗНЦ
Рабочий ток на каждый контакт	1 А	от 3,3 до 13,0 А	не более 4А
Рабочее напряжение: (В)	150	не более 560	не более 250
Сопротивление изоляции: (МОм)	не менее 5000	не менее 5000	не менее 5000
Электрическая прочность изоляции: (В)	800	1850	не менее 1200
Диапазон рабочих температур:	минус 65°С до 150°С	минус 60°С до 100°С	минус 60°С до 85°С
Минимальная наработка:	2000 ч при 160°С	1000	10000
Работоспособность в диапазоне частот вибрации:	от 10 до 2 000 Гц	Гц 1 - 5000	Гц 1 - 2500
Износоустойчивость (сочленений-расчленений):	500	500	500
Срок сохраняемости:	30 лет	15 лет	15 лет

Из таблицы 2.1 следует вывод, что соединители типа 2РМП больше подходят для больших напряжений, соединители УЗНЦ для средних напряжений, но с большой наработкой часов по сравнению с другими, а СКЦ 102 подходит для небольших нагрузок по напряжению, отличительной особенностью является срок сохраняемости, вдвое больший, чем у других соединителей.

На предприятии для ввода/вывода подобных типов линий связи используется соединитель радиочастотный СКЦ102. Поэтому выберем именно его. Это соединители с квадраксиальными и твинаксиальными контактами для высокоскоростных интерфейсов со скоростью передачи информации до 100 Мбит/с», применяемые для комплектации систем отображения данных, бортовых систем управления и связи, систем контроля, беспилотных систем, систем теле-, радиометрии, антенных систем и радаров в авиационной, ракетно-космической, морской и бронетанковой техники военного назначения. Стоит отметить, что соединители СКЦ102 взаимозаменяемы и взаимосочленимы с зарубежными аналогами фирмы «Amphenol» (США).

Соединители предназначены для установки твинаксиальных или квадраксиальных контактов-вставок, имеющих следующее расположение контактных схем (рисунок 2.3):

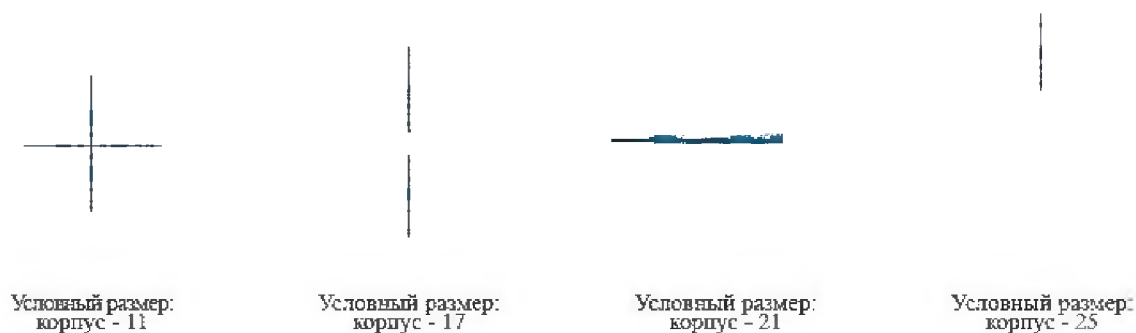


Рисунок 2.3 – Схема расположения контактных схем

Твинаксиальный контакт-вставка (рисунок 2.4) представляет собой цилиндрический контакт условным размером $8 \approx 5,56$ мм, в который устанавливаются 2 контакта условным размером $24 \approx 0,64$ мм.

Рисунок 2.4 – Твинаксиальные контакт-вставки

Квадраксиальный контакт-вставка (рисунок 2.5) представляет собой цилиндрический контакт условный размер $8 \approx 5,56$ мм, в который устанавливаются 4 контакта условным размером $24 \approx 0,64$ мм.

Рисунок 2.5 – Квадраксиальные контакт-вставки

Для того, чтобы исключить неправильно ориентированное подключение оператором, вилки и ответные части имеют 5 ориентирующих элементов (рисунок 2.6), базированных под определенными углами в зависимости от варианта ориентации N,A,B,C,D,E.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25



Рисунок 2.6 – Ориентирующие элементы

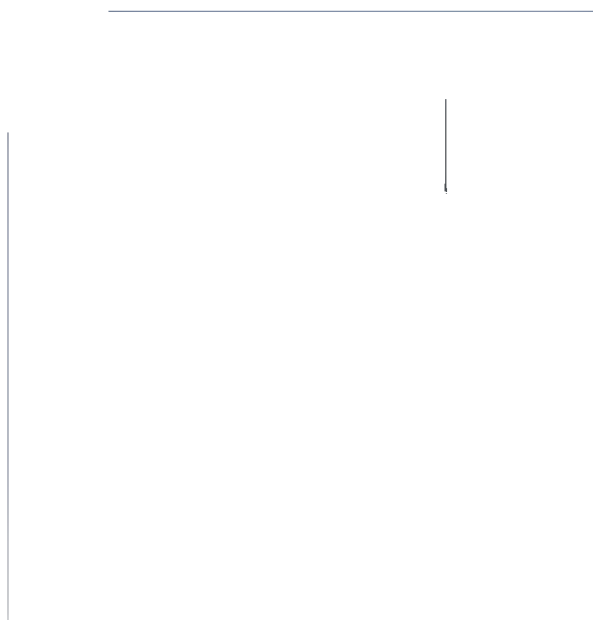


Рисунок 2.7 – Трехмерная модель соединителя СКЦ 102, спроектированная в Autodesk Inventor

Для охранной, пожарной, телефонной линий связи а так же линии работы от генератора для обеспечения унификации выберем клеммы КП-1А, которые используются в изделиях на предприятии. Клемма приборная КП-1А (рисунок 2.8) со стержнем, изолированным от установочной платы предназначена для работы в цепях постоянного и переменного тока с напряжением до 250В при токе

до 6,0А. Диапазон рабочих температур от -60 °С до +100°С. Минимальный срок сохраняемости 15 лет.

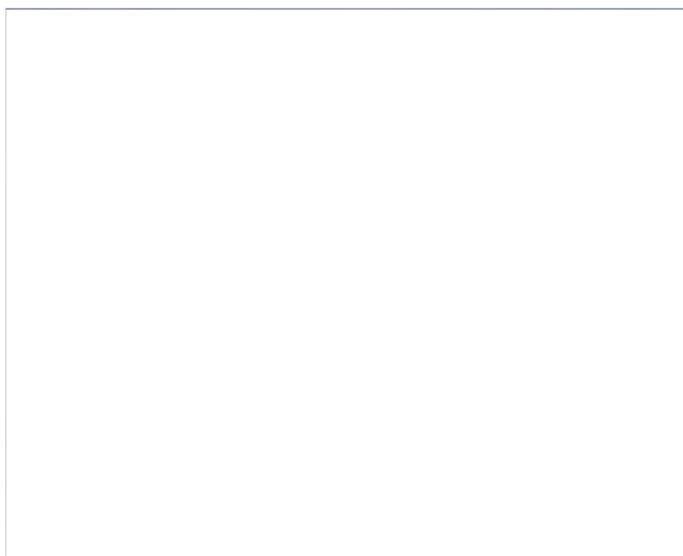


Рисунок 2.8 – Внешний вид объемной модели КП-1А, спроектированная в Autodesk Inventor

2.2 Эскизная компоновка разъёмов на передней панели щита кабельного ввода

На рисунке 2.9 изображена эскизная компоновка щита, исходя из которой будет разрабатываться панель щита.

Эскизная компоновка производится на основе исходных данных и уже выбранных и смоделированных в объёме элементов, в данном случае это в основном разъёмы ввода/вывода.

При эскизной компоновке вспомогательные детали, например, такие как стандартные крепёжные элементы крепления и скобы, подробно не показаны. Главная цель эскизной компоновки – разработать несколько вариантов, и после этого выбрать вариант, удовлетворяющий всем требованиям и поставленным задачам. После определения наиболее рационального варианта приступают к детальной разработке.

Данная компоновка основывается на следующих правилах.

1. Более массивные элементы располагать внизу.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

2. Обеспечить удобство соединения и разъединения кабелей с разъёмами.
3. Учитывать удобство сборки, но при этом не забывать про компактность.
4. Резервные линии располагать рядом с основными.



Рисунок 2.9 – Эскизная компоновка разъемов на щите кабельного ввода

2.3 Трехмерное моделирование конструкции щита кабельного ввода и входящего в него оборудования

Трехмерная модель панели щита разрабатывается на основании эскизного проектирования кабельного ввода, выполненного в п. 2.2. Основание панели кабельного ввода выполняется из листового металла толщиной 4 мм операцией «Грань», а отверстия в основании для крепления панели к аппаратной

выполняются операциями «Отверстие», что в дальнейшем позволяет вставлять в модель крепежные элементы с автоматически определяемым типоразмером элементов. Операцией «Угловое скругление» выполнено сопряжение кромок выбранного угла. Модель основания панели щита показана на рисунке 2.10.

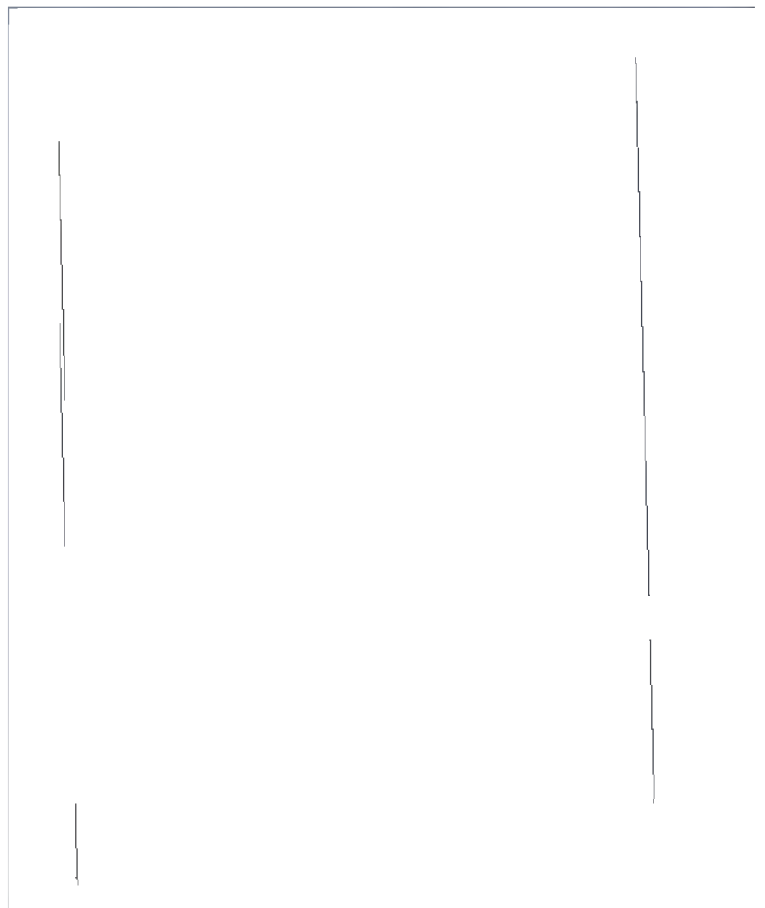


Рисунок 2.10 – Модель основания панели щита кабельного ввода

Далее на основании выбранных и разработанных трехмерных моделей соединителей в п. 2.1 и эскизной компоновки выполним сборку щита кабельного ввода. Находясь в режиме «сборка» командой «вставка» располагаем все необходимые разъемы над поверхностью панели щита. Затем выполняем операцию «проецирование геометрии» и выбираем все окружности на разъемах, которые необходимо сделать в панели щита. В таком случае останется операцией «отверстия» выбрать все спроецированные окружности. Панель щита с отверстиями показаны на рисунке 2.11.

сварка крепежа – один из вариантов сварки с использованием запасённой энергии. Энергия для приварки шпилек накапливается в конденсаторной батарее при ее зарядке от источника постоянного напряжения (выпрямителя), а затем в процессе разряда преобразуется в теплоту, используемую для сварки. Технологический процесс конденсаторной сварки основан на электрическом разряде через выступающий кончик основания приварного крепежа, за счет энергии, накопленной в конденсаторной батарее большой емкости. Приварка крепежа происходит почти мгновенно, время сварочного разряда составляет 2-5 тысячных доли секунды. Данная технология практикуется на предприятии.



Рисунок 2.12 – Щит кабельного ввода с тыльной стороны

Для обозначения разъёмов на передней панели щита использованы маркировочные бирки.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

Оставшиеся элементы модели сборочной единицы, такие как: крепежные элементы (гайки, шайбы, винты, гайки-барашки); скобы монтажные для крепления кабелей используются из библиотеки стандартных моделей САПР Autodesk Inventor. Итоговая модель щита кабельного ввода с закрепленными на нее разъёмами и элементами представлена на рисунке 2.13.

Завинчивающиеся крышки от внешнего воздействия на некоторых разъёмах, для повышения наглядности, условно не показаны.

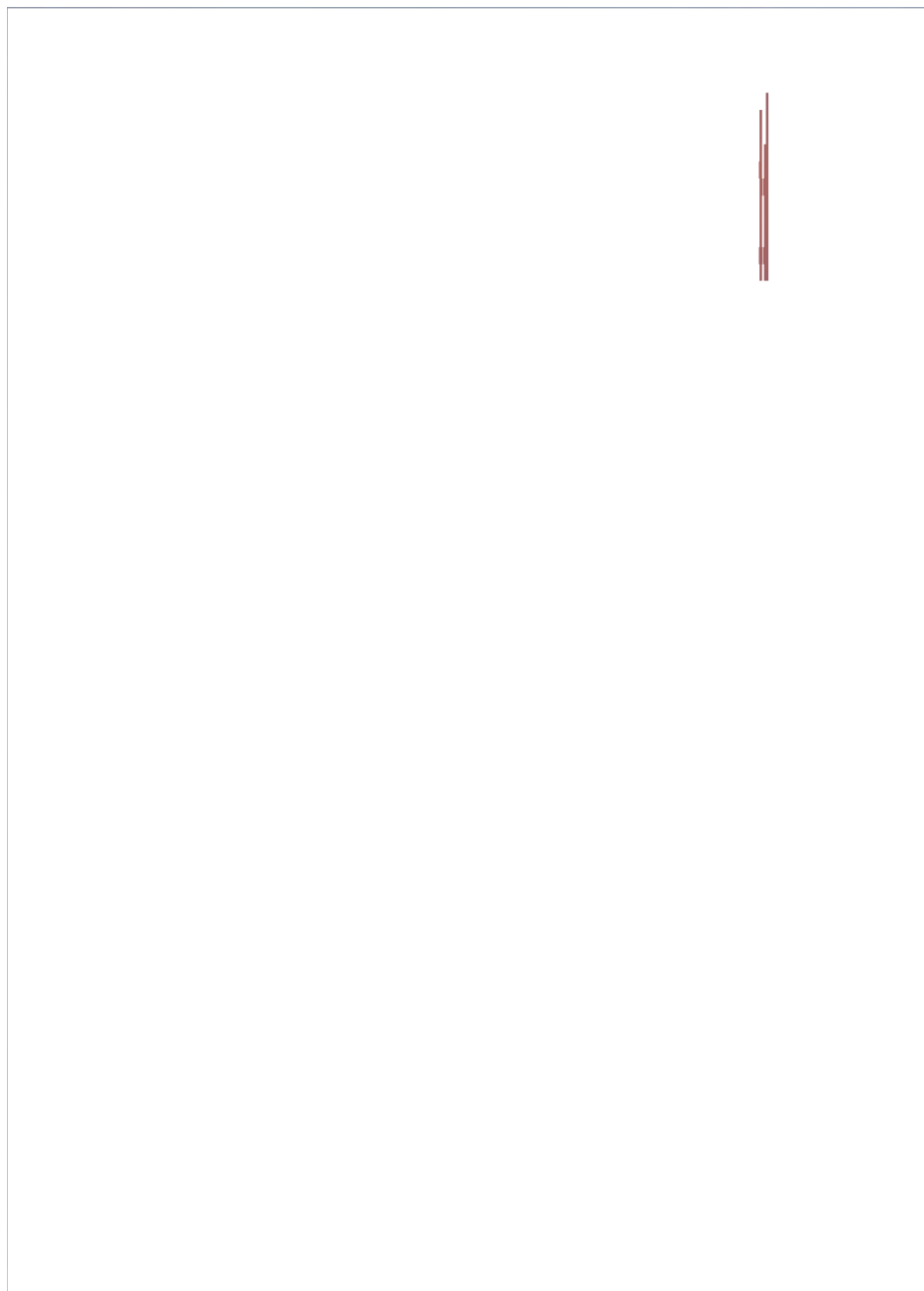


Рисунок 2.13 – Итоговая модель щита кабельного ввода

2.4 Выбор и трёхмерное моделирование устройств защиты и прочего оборудования

Перед началом обзора и выбора устройств защиты необходимо понять, для чего они нужны. При установке систем возникает опасность их выхода из строя по различным причинам.

1. Из-за старения и внутренних причин (ненадежная элементная база, дефекты производства оборудования, неправильная эксплуатация- нарушение температурных режимов и режимов питания, ошибки применения оборудования в проектах)

2. Выход из строя из-за грозы, удара молнии как в сам объект (здание, линейное сооружение), так и в ближней зоне (соседний объект, дерево)

3. Выход из строя из-за электромагнитных наводок, вызываемых работой другого оборудования, например, силовые машины с пускателями.

Воздействия п. 2 и 3 вызывают в связном, сетевом оборудовании (и даже силовом, например, осветительном) «импульсные перенапряжения». Термин введен стандартами и, соответственно, вошел в названия устройств: УЗИП – устройство защиты от импульсных перенапряжений. Наряду с этим названием существуют более лаконичные «устройство грозозащиты» и «устройство защиты».

Таким образом УЗИП – это один из видов устройств защиты, наряду с тепловой, от перегрузок по питанию, от помех и других многочисленных систем защиты радиотехнических и электронных комплексов.

Назначение УЗИП – предотвращение разрушения оборудования, которое УЗИП защищает.

Понятно, что функционирование оборудования в момент защиты может прерываться (связь/обмен данными пропадать, свет - гаснуть), но после пропадания воздействия оборудование останется работоспособным, например, система сможет перезапуститься с высокой степенью вероятности.

По требованиям из технического задания необходимо реализовать защиту по линиям модемов, линиям Ethernet, линии интерфейса RS-485 от атмосферных разрядов и других импульсных перенапряжений, таких как скачки и перепады напряжения.

Проведём обзор наиболее подходящих устройств защиты для линий модемов и Ethernet.

Рассмотрим грозозащиту «Ethernet УЗЛ-Е» (рисунок 2.14) фирмы «Тахион», она предназначена для защиты информационных портов сетевого оборудования ETHERNET от импульсных перенапряжений, возникающих в результате атмосферных разрядов или действия промышленных помех. Основное применение: грозозащита Ethernet портов.

Защищаемое оборудование: грозозащита ip, грозозащита сетевых камер, грозозащита для ip камер, грозозащита локальной сети, грозозащита сетей ethernet контроллеров систем сигнализации и автоматизации, компьютеров, коммутаторов и т.д. Внешний вид устройства показан на рисунке 2.14.

Особенности:

- степень защиты в соответствии с ГОСТ 14254 IP20;
- конструктивно УЗЛ-Е выполнено в пластмассовом корпусе с креплением на 35мм DIN-рейку;
- грозозащита ethernet выпускается по техническим условиям ТУ 26.30.50-077-31006686-2017.

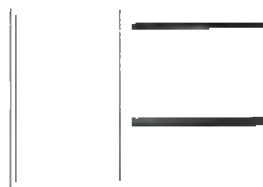


Рисунок 2.14 – Внешний вид устройства защиты УЗЛ-Е

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

Также существуют схожие по параметрам устройства защиты компании «NSGate» Устройства NSBon-15 и NSBon-14. Они защищают любые IP-устройства с интерфейсом Ethernet 10/100/1000Base-T от удара молнии и других импульсных перенапряжений, таких как скачки напряжения и скачки напряжения на сетевых кабелях. Устройства поддерживают передачу PoE в соответствии с рекомендациями IEEE 802.3af/3at/3bt, независимо от способа передачи, а также пассивного PoE.

NSBon-15 имеет восемь экранированных разъемов RJ45 для подключения четырех портов оборудования. NSBon-14 имеет два экранированных разъема RJ45 для подключения одного порта оборудования. В конструкции используются газоразрядные элементы для каждого провода, чтобы защитить все восемь проводов сетевого кабеля, включая PoE. Разъемы «Line» и «Equipment» каждого порта расположены на разных сторонах корпуса напротив друг друга. На корпусе также есть два контакта: GND1 для подключения непосредственно к шине выравнивания потенциалов (PE) и GND2 для подключения к точке заземления внутри монтажного шкафа.

Контакт GND1 электрически соединен с экранами разъемов «Line». Контакт GND2 электрически соединен с экранами разъемов «Equipment». Контакты GND1 и GND2 гальванически развязаны друг от друга.

NSBox Lightning предназначены для монтажа на DIN-рейку и устанавливаются рядом с PoE коммутатором, внутри распределительных коробок или климатических шкафов. Внешний вид устройства показан на рисунке 2.15



Рисунок 2.15 – Внешний вид устройств защиты NSBon-15 и NSBon-14

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

Еще рассмотрим схожее по параметрам устройство от предприятия «НПО Рапира» – грозозащита УГЗ-1-DIN.

Устройство размещается на DIN-рейке и предназначена для защиты аппаратуры от импульсных электромагнитных наводок на длинную проводную линию связи. Устройство обеспечивает защиту аппаратуры от повреждения высоковольтными импульсами напряжения, возникающими в физических линиях связи под воздействием грозовых разрядов, и от протекания больших токов при возникновении электрического контакта проводов линий связи с проводами силовых линий электропередач. Внешний вид устройства показан на рисунке 2.16.

Из особенностей стоит выделить следующие пункты:

- в отсутствии электромагнитной помехи устройство грозозащиты не вносит значительных затуханий в линию связи;
- устройство не требует дополнительного питания и легко монтируется в разрыв линии связи;
- устройство грозозащиты порта ethernet УГЗ-1-DIN имеет оптимальный порог защиты и оснащено газонаполненными разрядниками и TVS-сборками.

Рисунок 2.16 – Внешний вид устройств защиты УГЗ-1-DIN

Устройство защиты портов Ethernet Commeng 4-Cat5P. Применяется для защиты четырёх портов оборудования с интерфейсами Ethernet 10/100/1000

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

BASE-TX, а также любого другого оборудования передачи данных с максимальным рабочим напряжением в линии не более 60 Вольт, работающего по симметричным кабелям.

Поддерживает передачу питания поверх данных или по свободным жилам кабеля Cat5 и выше в соответствии с рекомендациями IEEE 802.3af-2003 и IEEE 802.3at-2009, а также в режиме Passive PoE независимо от метода передачи питания.

Подключение линейного кабеля и оборудования осуществляется через розетки 8P8C (RJ-45). Устройство Commeng 4-Cat5P предназначено для установки в помещениях, уличных шкафах и контейнерах. Монтаж производится на рейку DIN. Внешний вид устройств Commeng 4-Cat5P показан на рисунке 2.17. Работа схемы основана на принципе уравнивания потенциалов и выполнена на базе газонаполненных разрядников. Особенность – наличие двух гальванически изолированных клемм для подключения к защитному заземлению или изолированной системе уравнивания потенциалов.

Возможные применения: сети проводного (Metro Ethernet) и беспроводного ШПД, LAN, Industrial Ethernet, системы промышленной автоматизации, видеонаблюдения и контроля доступа. Производитель заверяет, что устройство Commeng 4-Cat5P разработано специально для использования в условиях высокого уровня электромагнитных помех.

Таблица 2.2 – Таблица сравнения устройств защиты для Ethernet линий

Характеристики	УЗЛ-Е	УГЗ-1-DIN	Commeng 4-Cat5P	NSBon
Макс. длительное рабочее напряжение	7 В	Инф. Отсутствует	60 В	60 В
Номинальный ток разряда «линия-линия»	2 кА	4 кА	5 кА	1 кА

Продолжение таблицы 2.2

Характеристики	УЗЛ-Е	УГЗ-1-DIN	Commeng 4-Cat5P	NSBon
Уровень напряжения защиты «Линия-линия»	50 В	Инф. Отсутствует	75 В	75 В
Время реакции на перенапряжение	<10 нс	< 5 нс	Инф. Отсутствует	Инф. Отсутствует
Максимальная скорость передачи данных	Инф. Отсутствует	100 Мбит/с	до 1Гбит/с	до 1Гбит/с
Диапазон рабочих температур	-55°C +85°C	-40°C +40°C	-60°C +40°C	-40°C +70°C
Срок службы изделия	-	-	5 лет	-

Исходя из требований и рекомендаций на предприятии выберем устройство защиты Commeng 4-Cat5P.

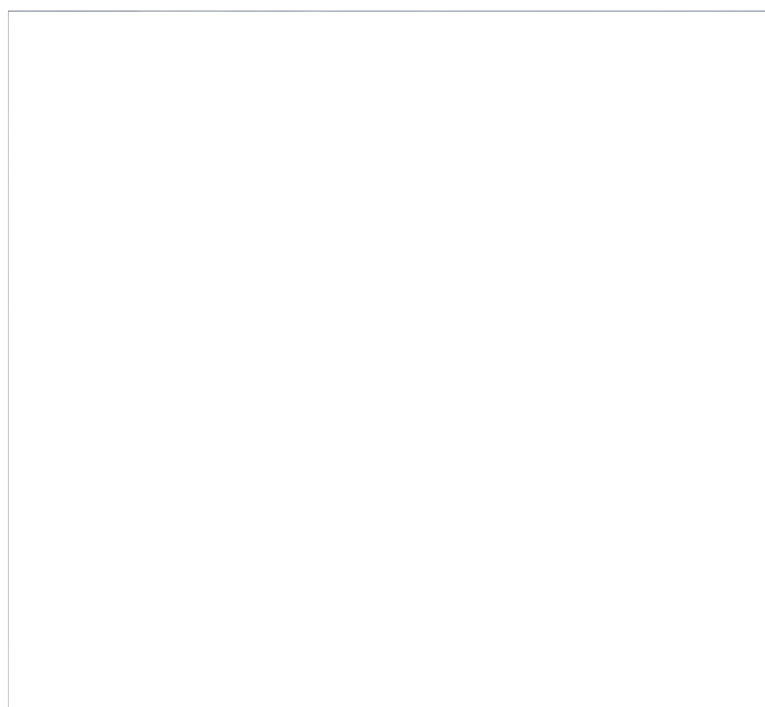


Рисунок 2.17 – Трёхмерная модель Commeng 4-Cat5P, спроектированная в Autodesk Inventor

Для защиты модемных линий на предприятии были даны рекомендации по использованию устройств защиты фирмы «Zelax» типа «УЗ-4-М». Они

предназначены для защиты телекоммуникационного и абонентского оборудования от повреждения высоковольтными импульсами напряжения, возникающими в физических линиях связи под воздействием грозовых разрядов, и от протекания больших токов при возникновении электрического контакта проводов линий связи с проводами силовых линий электропередач. Все устройства имеют на входах самовосстанавливающиеся предохранители. В случае аварийного контакта любого провода линии связи с силовой линией предохранитель разрывает цепь протекания тока, а после устранения аварийного контакта автоматически восстанавливает своё исходное рабочее состояние.

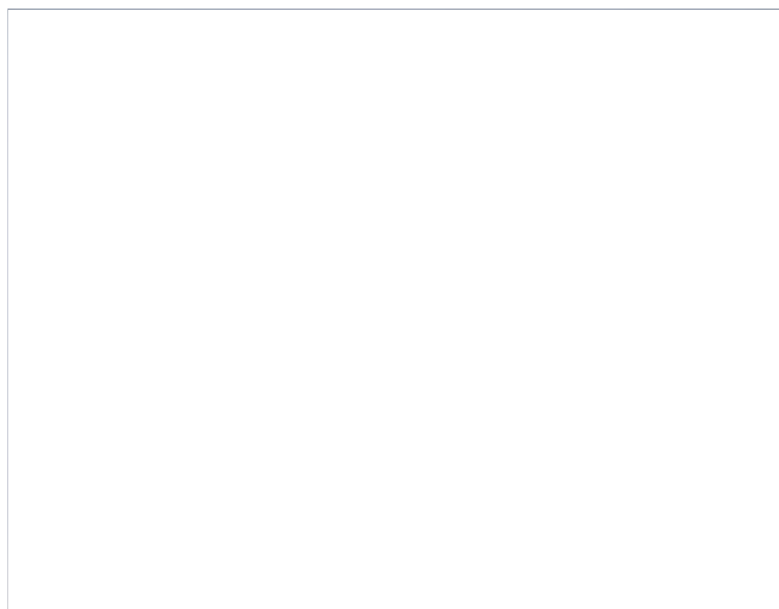


Рисунок 2.18 – Трёхмерная модель УЗ-4-М, спроектированная в Autodesk Inventor

Для защиты линии RS-485 выберем подходящий по характеристикам и параметрам УЗИП DTR 485/12 G, они предназначены для защиты линий последовательного интерфейса RS-485 со скоростью передачи данных 10 Мбит/с от импульсных перенапряжений (грозозащита, защита от электростатических разрядов и др.) Основные характеристики представлены в таблице 2.3

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

Таблица 2.3 – Характеристики УЗИП DTR 485/12 G

Количество защищаемых пар	1
Номинальное рабочее напряжение DC, UO	12 В
Макс. длительное рабочее напряжение DC, UC	13.5 В
Номинальный ток, IL	250 мА
D1 Импульсный ток (10/350), Iimp, линия-PE, линия+линия-PE	2.5 кА
C2 Номинальный разрядный ток (8/20), In, линия+линия-PE	20 кА
Макс. допустимая импульсная мощность рассеиваемая TVS-диодами	1500 Вт
Время срабатывания, tA, линия-линия, линия-SG/ SG-PE	< 1/100 нс
Скорость передачи данных, не более	10 Мбит/с
Вносимое сопротивление в проводник, R	1.5 Ом
Паразитная емкость, C	1.5 нФ
Рабочая температура	-60...+80°C
Монтаж	DIN-рейка 35 мм
Сечение присоединяемых проводников	0.25-4.0 мм ²

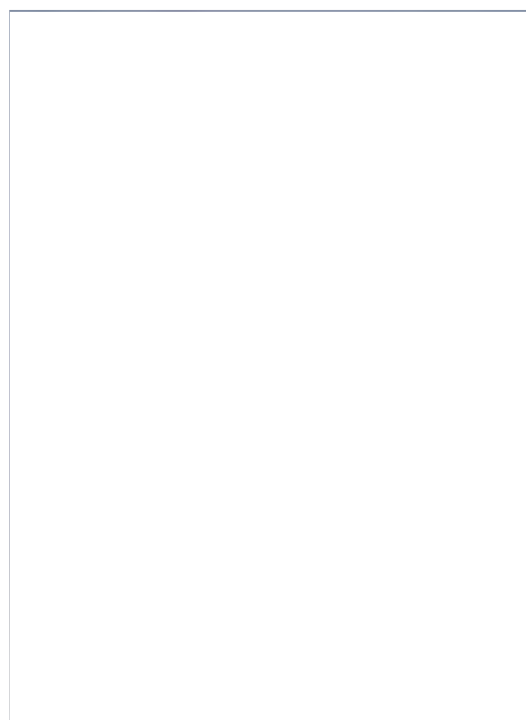


Рисунок 2.19 – Трёхмерная модель DTR 485/12 G, спроектированная в Autodesk Inventor

Для подключения внутренних линий связи в шкафу выбраны и размещены клеммные соединители европейской фирмы «WAGO». Они предназначены для соединения таких линий связи как: охранная, пожарная сигнализация, а так же телефонная линия свзя и информация о включении дизель-генератора.

Производитель заверяет, что номинальное напряжение составляет 800 В, а импульсное 8 кВ. Максимально проходящий ток может проходить до 17.5 А

Преимущества данных соединителей:

- высокий уровень безопасности;
- испытания проводятся по нормативам, превышающим промышленные стандарты.

Прекрасно себя зарекомендовавшую в промышленности технологию пружинных зажимов отличают следующие характеристики: не требующий усилий монтаж, а также виброустойчивое соединение, не требующее технического обслуживания;

Дополнительная экономия обеспечивается за счёт ускорения монтажа проводников, сокращения длительности пусконаладочных работ и сведения стоимости обслуживания – благодаря не требующим обслуживания соединениям. Обжимные инструменты и наконечники не потребуются.

Допустимые размеры и типы проводников указаны в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Допустимые размеры и типы проводников

Номинальное поперечное сечение	1 mm ²
Размеры одножильных проводников	0,14 ... 1,5 mm ² / 24 ... 16 AWG
одножильные, подсоединяются напрямую	0,5 ... 1,5 mm ² / 20 ... 16 AWG
Тонкие многожильные проводники	0,14 ... 1,5 mm ² / 24 ... 16 AWG
многожильные проводники с изолированным наконечником	0,5 ... 0,75 mm ² / 20 ... 18 AWG
мин. многожильные, с изолированным наконечником, подключение путем вставки	0,5 ... 0,75 mm ² / 20 ... 18 AWG
Длина снятия изоляции	9 ... 11 mm / 0.35 ... 0.43 inch

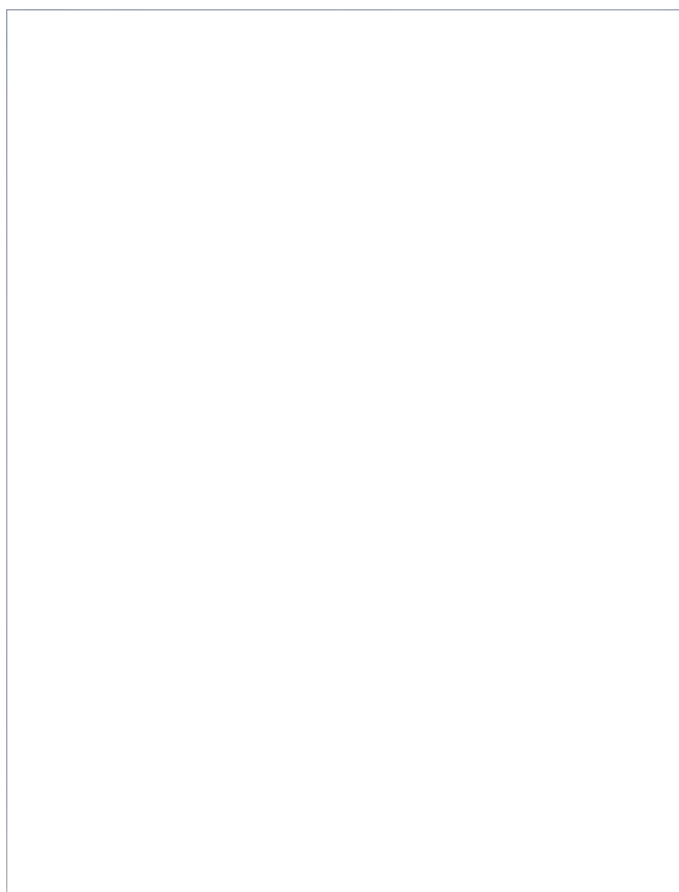


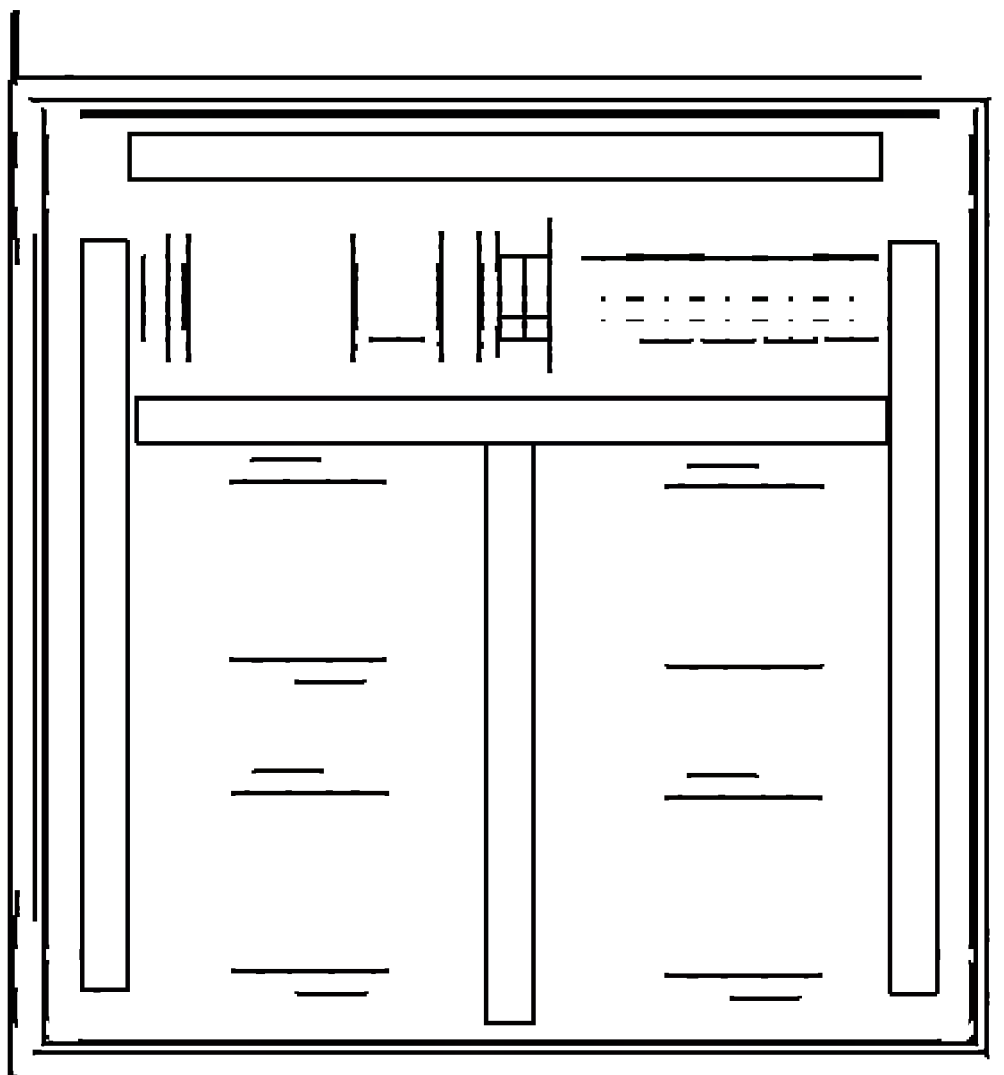
Рисунок 2.20 – Трёхмерная модель клеммы WAGO, спроектированная в Autodesk Inventor

2.5 Эскизная компоновка ЭРЭ внутри шкафа

На рисунке 2.21 изображена предпочитаемая эскизная компоновка шкафа, исходя из которой будет разрабатываться шкаф для устройств защиты и прочего оборудования. Эскизная компоновка производилась на основе исходных данных и уже выбранных и смоделированных в объёме устройств защиты и прочих элементов.

Данная компоновка основывается на следующих правилах.

1. Обеспечить прокладку кабелей.
2. Обеспечить удобство подключение кабелей .
3. Учитывать удобство сборки, но при этом не забывать про компактность.



2.6 Трёхмерное моделирование конструкции шкафа и входящего в него оборудования

С учётом эскиза компоновки, а также для обеспечения компактного размера, удобства пользования, эксплуатации и ремонта выберем размер 600x600x210. Данный корпус поставляется в комплекте с дверью, которая закрывается с помощью замков-защелок. Корпус с дверью представлен на рисунке 2.22.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43



Рисунок 2.22 – Корпус линейки GL66

Для того чтобы установить корпус на стене внутри аппаратной, необходимы кронштейны для навесного монтажа. Кронштейны поставляются вместе с корпусом, они крепятся на заранее имеющиеся отверстия к задней части корпуса с помощью стандартных шестигранных гаек. Установленные кронштейны показаны на рисунке 2.23.



Рисунок 2.23 – Корпус с установленными кронштейнами

Для установки всех элементов на внутреннюю заднюю стенку корпуса крепится монтажная панель, представленная на рисунке 2.24. Монтажная панель поставляется вместе с корпусом или может быть изготовлена на заводе, где выполняется сборка.

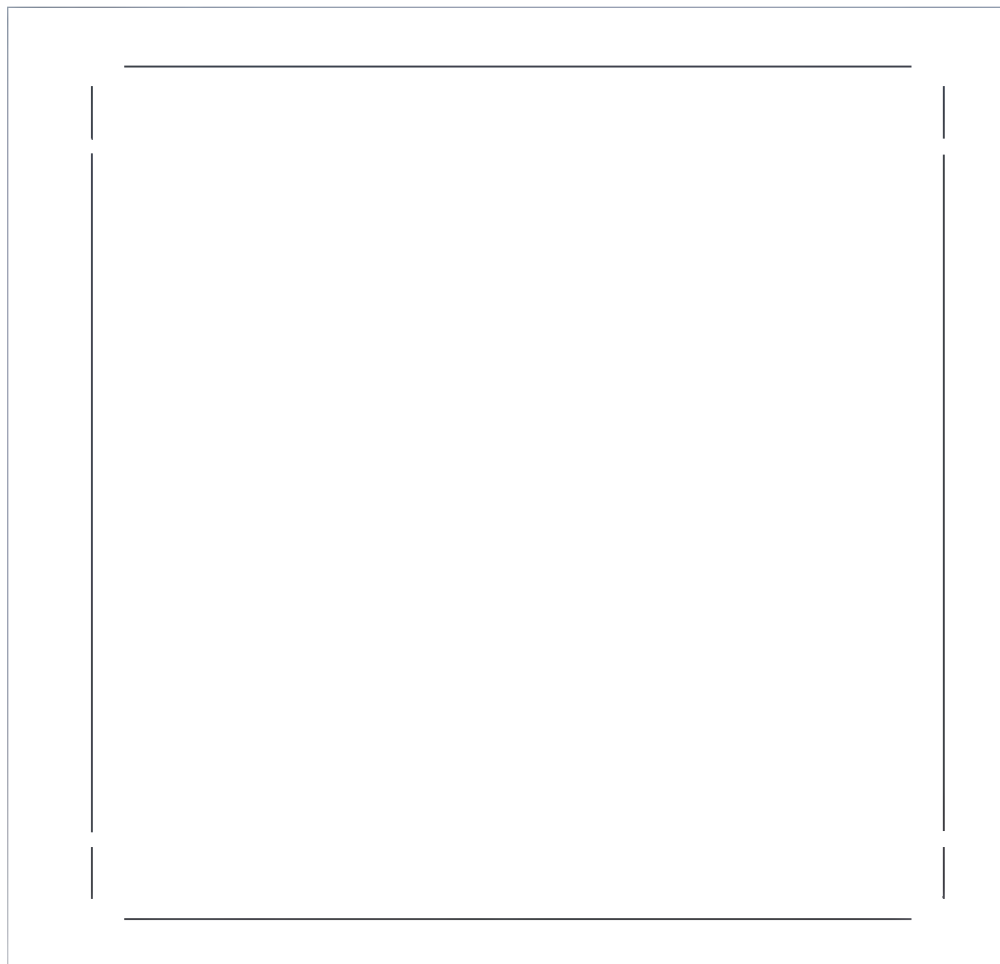


Рисунок 2.24 – Монтажная панель

Элементы электромонтажа укладываются в кабель-каналы. Они крепятся стандартными крепёжными элементами к монтажной панели. А так же устанавливается DIN-рейка. Корпус с размещенными элементами показан на рисунке 2.25.



Рисунок 2.25 – Корпус с кабель-каналами и DIN-рейкой

Далее на DIN-рейку устанавливаем элементы, продемонстрированные на рисунке 2.26. Это устройства защиты Commeng 4 Cat5, устройство защиты DTR 458/12G, клеммные соединители фирмы «Wago», нулевая шина для подключения заземляющих проводников, а так же концевой стопор. Он применяется для фиксации клеммных сборок и модульной аппаратуры, автоматических выключателей, а также других изделий на DIN-рейке. Также он применяется для маркировки и визуального разделения рядов.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

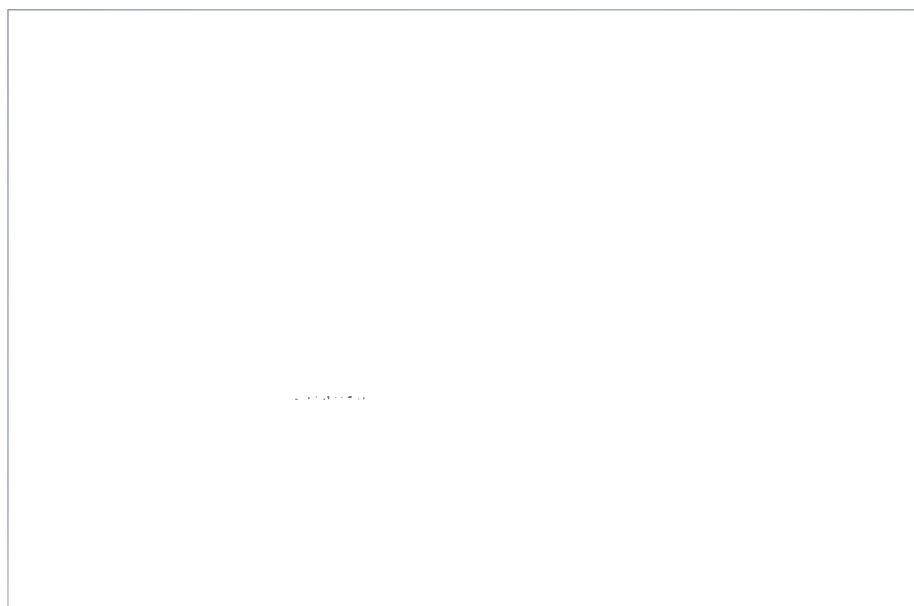


Рисунок 2.26 – Компоновка элементов на DIN-рейке

Для защиты линий контрольно диспетчерского пункта и выносным терминалом выбраны УЗ-4М. На фланцах корпуса устройства имеются два отверстия для крепления на монтажную панель стандартными крепёжными элементами как продемонстрировано на рисунке 2.27. Так же в верхней правой части панели для заземления устанавливается болтовой зажим по ГОСТ 21130-75.

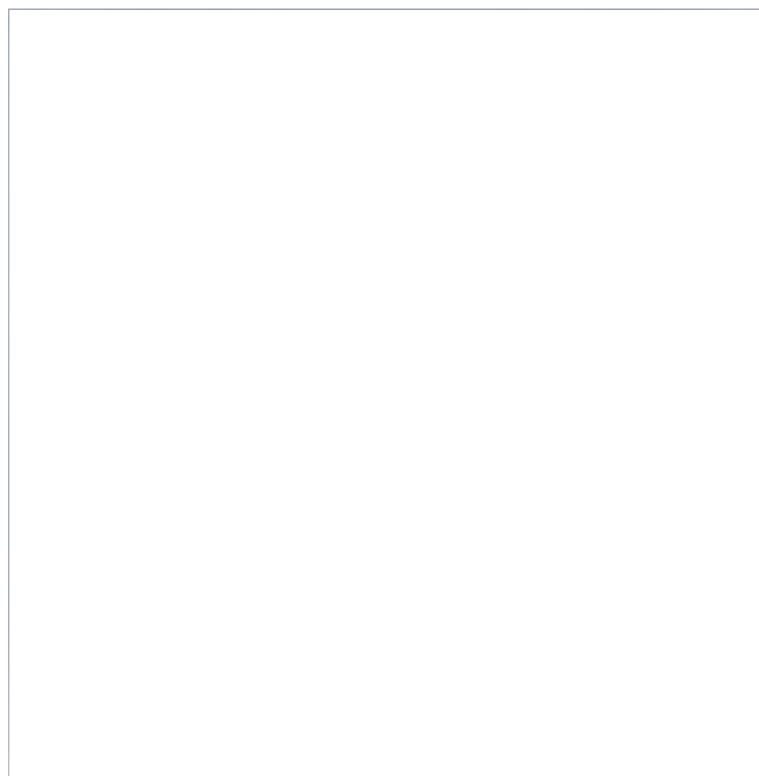


Рисунок 2.27 – Компоновка элементов на монтажной панели

Далее монтажная панель со всеми установленными и закрепленными элементами одевается на штыри, предусмотренные конструкцией корпуса, и закрепляется с помощью стандартных шестигранных гаек. Маркировка элементов производится согласно сборочному чертежу. Корпус с монтажной панелью представлен на рисунке 2.28.

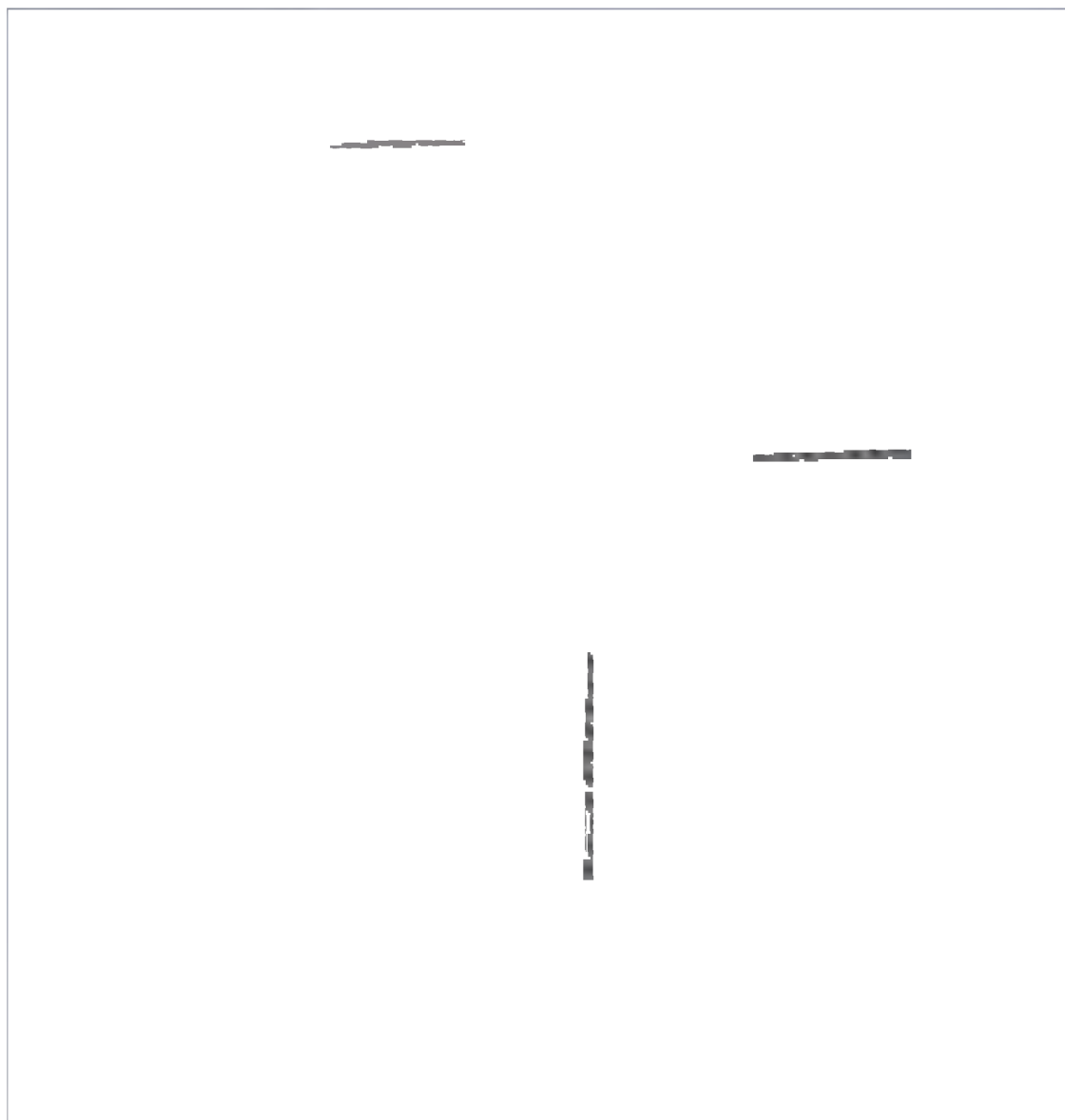


Рисунок 2.28 – Корпус с установленной монтажной панелью

Для ввода и вывода элементов электромонтажа отверстие в корпусе уже имеется. Оно расположено на нижней части корпуса (рисунок 2.29).

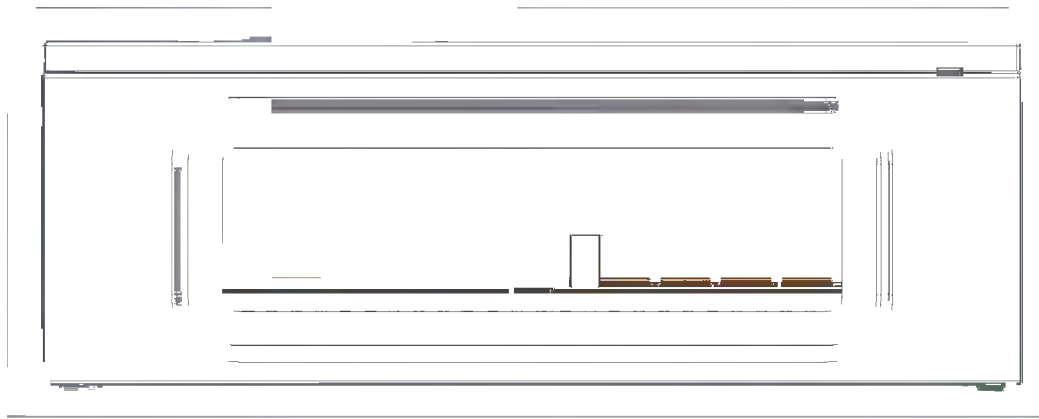


Рисунок 2.29 – Корпус с отверстием для элементов электромонтажа

После установки всех элементов внутри корпуса, на петли, расположенные на корпусе шкафа, крепится дверь (рисунок 2.30). При необходимости существует возможность переместить петли на противоположную сторону корпуса. Дверь закрывается с помощью замка-защелки. Так же на двери присутствует штырь для заземления.

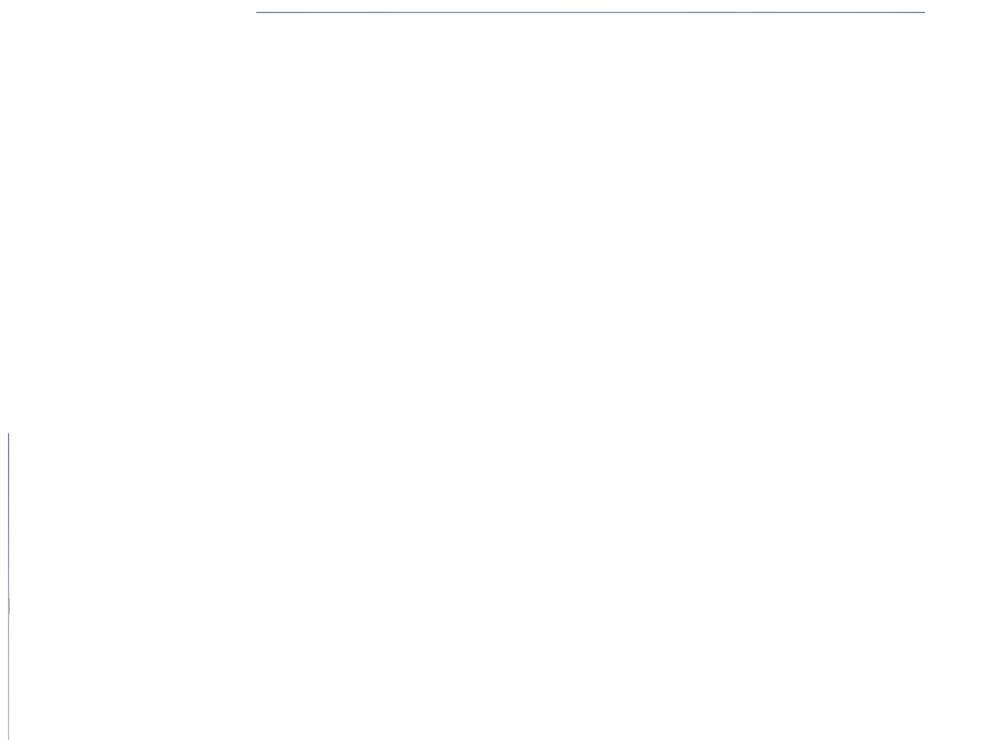


Рисунок 2.30 – Корпус с установленной дверью

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При работе над ВКР был спроектирован щит кабельного ввода для изделия ПРЛ-2СТ, а так же подобран корпус для устройств защиты и произведена компоновка ЭРЭ. Были построены 3D модели элементов. Также были закреплены навыки работы в программе Autodesk Inventor.

Был произведен анализ технического задания, включающий в себя анализ исходных данных, сравнение отечественных и зарубежных решений для щитов распределительных. В результате анализа были подобраны разъёмы для ввода линий связи и питания, а так же подобран навесной шкаф Hoffman для устройств защиты и сопутствующий конструктив.

В конструкторской части была произведена эскизная компоновка шкафа, щита и размещение электрорадиоэлементов в объеме, что является входными данными для технологического этапа разработки щита кабельного ввода. На дальнейшем этапе проведена разработка последовательности сборки шкафа и установки в него оборудования. Была разработана конструкторская документация на сборочные единицы и детали.

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО ЮУрГУ 04-2008. Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению. / Составители: Т. И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова.– Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008.— 56 с.
2. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – М.: Изд-во стандартов, 1969.
3. Посадочный радар с фазированной антенной решеткой. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polyot.ru/news/213/>
4. Электронный учебник. – Режим доступа: http://de.ifmo.ru/bk_netra/contents.php?tutindex=37
5. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. /Составители: Дмитрий Зиновьев – Москва: Изд-во «ДМК Пресс», 2017. – 256 с.
6. ГОСТ 21130-75. Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 2003.
7. ГОСТ 11371-38. Винты. Технические условия.
8. ГОСТ 11371-38. Гайки. Технические условия.
9. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов ; под ред. И. Г. Мироненко. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Академия, 2014. - 366, [1] с. ил. 22 см.
10. Nvent.Hoffman. Настенные корпуса из мягкой стали. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hoffman.nvent.com/wcsstore/ExtendedSitesCatalogAssetStore/Attachment/HoffmanEMEA/CAT-00064.pdf>

					110303.2020.457.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51