

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего 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
_____ июня 2018 года

Разработка устройства контроля внешних воздействующих факторов для
применения на объектах использования атомной энергии

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ- 11.03.03.2018.245 ПЗ ВКР

Руководитель проекта
_____ И.С.Лышко
_____ 2018 год

Автор ВКР
студент группы КЭ-480
_____ Е.С.Свиридова
_____ 2018 год

Нормоконтролёр
_____ Д.С.Клыгач
_____ 2018 год

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Свиридова Е.С. Разработка устройства контроля внешних воздействующих факторов для применения на объектах использования атомной энергии. - Челябинск: ЮУрГУ, 2018, 38 с. 25 ил., библиог. список – 6 наим., 8 прил., 20 листов чертежей ф.А4, 5 лист чертежа ф. А1, 2 лист чертежа ф. А0

В ВКР было разработано устройство контроля внешних воздействующих факторов для применения на объектах использования атомной энергии.

В ходе работы над ВКР был спроектирован узел накопления и обработки информации, разработана конструкция устройства контроля, проанализированы и выбраны элементы конструкции устройства контроля. А так же разработан процесс сборки устройства контроля.

Оформлен чертеж платы печатной узла накопления и обработки информации, сборочный чертеж узла накопления и обработки информации, функциональная схема устройства контроля и сборочный чертеж устройства контроля.

Для автоматизации процесса проектирования были использованы следующие программные продукты: Altium Designer, Autodesk Inventor, КОМПАС.

<i>110303.2018.245 ПЗ</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Свиридова</i>			
<i>Провер.</i>	<i>Лышко</i>			
<i>Н. контр.</i>	<i>Клыгач</i>			
<i>Нач. отд.</i>	<i>Войтович</i>			
<i>Разработка устройства контроля внешних воздействующих факторов для применения на объектах использования атомной энергии</i>				
			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
			Д	6
			<i>Листов</i>	
			38	
<i>ЮУрГУ Кафедра КиПР</i>				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ	9
1.1 Подбор литературы, нормативных документов.....	9
1.2 Анализ известных отечественных и зарубежных технологий	9
1.3 Формирование конструкторских и технологических решений	12
1.4 Описание принципа работы устройства контроля	16
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	18
2.1 Компоновка устройства контроля	18
2.2 Обоснование и выбор элементов конструкции устройства контроля	26
2.3 Разработка узла накопления и обработки информации	27
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	29
3.1 Разработка процесса сборки устройства контроля	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	38
ПРИЛОЖЕНИЕ А	39
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ В	42
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	71
ПРИЛОЖЕНИЕ З	74

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время атомные электростанции вышли на уровень производства электроэнергии, соответствующий тепловым и другим электростанциям, а в некоторых странах обошли их.

Атомные электростанции использует 31 страна. Подавляющее большинство атомных электростанций находится в странах Европы, Северной Америки Дальневосточной Азии и на территории бывшего СССР. В мире действуют 411 энергетических ядерных реакторов, 56 энергоблоков находится в строительстве. []

Атомные станции – это объект с повышенным уровнем опасности. Для обеспечения бесперебойной работы систем верхнего уровня и общей безопасности и безаварийности АЭС в целом, к АЭС выдвигают повышенные требования к безопасности и контролю различных параметров. Необходимо обеспечить контроль параметров активности и внешней среды активной зоны реакторов, помещений размещения персонала, а также контроль внутри оборудования.

Для контроля параметров внешней среды и внешних воздействий применяются устройства контроля внешних факторов. Они являются важной частью всей системы и осуществляют контроль температуры, влажности, ударов, вибрации внутри оборудования. Для обеспечения бесперебойной работы системы верхнего уровня и общей безопасности и безаварийности АЭС в целом.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

1.1 Подбор литературы, нормативных документов

В ходе написания выпускной квалификационной работы в качестве источников будут применяться:

1) нормативные документы:

- а) ГОСТ Р МЭК 60297-3-104-2009 «Конструкции несущие базовые радиоэлектронных средств»;
- б) ГОСТ 15150-69 «Исполнение для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранение и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;
- в) ГОСТ 32137-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний»;
- д) ГОСТ 14254-2015 «Степени защиты, обеспечение оболочками (Код IP)»;

2) статьи из сети Internet;

3) учебники и учебные пособия.

1.2 Анализ известных отечественных и зарубежных технологий

В настоящее время устройства контроля являются важной частью всей системы, так как осуществляют контроль внешних воздействующих факторов внутри оборудования. Рассмотрим аналоги российского и зарубежного производства.

1.2.1 Продукция российской фирмы НПЦ «Компьютерные технологии».

ООО НПЦ «Компьютерные технологии» выпускает устройство сбора информации УСИ-8EG. Устройство предназначено для мониторинга любых объектов с передачей данных по двум каналам связи: Ethernet и GSM.

Уникальность УСИ-8EG заключается в модульной конфигурации устройства, которая меняется в зависимости от конкретных требований заказчика.

Внешний вид УСИ-8EG приведен на рисунке 1.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

Рисунок 1 – Внешний вид УСИ-8EG

Возможности УСИ-8EG:

- классический вход «сухой контакт» с возможностью контроля линии на обрыв;
- подключение датчиков с выходом по напряжению;
- подключение датчиков для контроля климата объекта: температура, влажность и затопление;
- контроль пожарных извещателей по двухпроводной схеме;
- подключение импульсного выхода счетчика;
- управление любой нагрузкой через модули согласования;
- функция авторизации и управления электронным замком с портов общего назначения.

УСИ-8EG осуществляет контроль микроклимата с помощью следующих устройств и датчиков:

- контроль влажности и температуры – датчик ДВЛТ;
- контроль наличия открытой влаги – модуль согласования RL-DV с чувствительным элементом «Затопление»;

УСИ-8EG осуществляет контроль электропитания с помощью следующих устройств и датчиков:

- контроль стационарного питания 48/60 В, АКБ 48/60 В – модули RL-SP и RL-V;
- контроль питающих вводов ~220 В/~380 В – датчик ДКФ-3М, модули RL-220-DIN и RL-220M;

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- посекционный контроль аккумуляторных батарей – блок БК-АКБ;
- фиксация импульсов в промышленной сети – модуль РВИ;
- управление нагрузкой – модули КС-1А, РУ-220, RL-OUT, ПУСК-4;
- мониторинг и управление дизель генератором – блоки БК-ДГУ, БУ-ДГУ.

1.2.2 Продукция зарубежной фирмы «DANFOSS»

Компания «DANFOSS» производит устройство мониторинга АК-SC 355, которое представляет собой блок с функцией сбора данных с различных типов датчиков и контроллеров, мониторинга и центрального управления. Внешний вид АК-SC 355 приведен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Внешний вид АК-SC 355

Платформа RS-485 LonWorks. Поддерживает подключение до 120 устройств: датчики и реле, контроллеры типа ЕКС и АК (LON и ModBus), модули расширения. Собирает данные температур для представления их пользователю, может обеспечить аварийную сигнализацию и управление холодильным оборудованием, освещением объекта, системой кондиционирования, вентиляции и отопления.

Внешние подключения: сеть Ethernet, персональный компьютер напрямую. Имеется встроенный WEB-сервер для работы через стандартный браузер - просмотр системы, прием и обработка аварийных сигналов, просмотр истории параметров. Специальное программное обеспечение для ПК позволяет изменять

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

параметры локально или удаленно, организовать визуальное представления контролируемого объекта).

1.3 Формирование конструкторских и технологических решений

Целью, данной ВКР является разработка устройства контроля внешних воздействующих факторов для применения на объектах использования атомной энергии (далее устройство контроля). Устройство контроля служит для своевременного обнаружения отклонений от нормальных рабочих режимов и предупреждения развития критических аварийных ситуаций, связанных с отказом оборудования.

Проанализируем требования, предъявляемые к устройству контроля, и сформулируем по каждому конструкторские и технологические решения.

1.3.1 Конструктивные требования

Устройство контроля представляет собой блок, который должен быть конструктивно совместимо с механическими конструкциями серии 482,6 мм (19 дюймов). Габаритные размеры устройства контроля должны быть не более (Ш×В×Г) 485×45×335 мм. Корпус для устройства контроля необходимо выбирать исходя из этих условий. Т.к. устройство контроля должно соединяться с периферийными устройствами и устройствами вышестоящего уровня, при выборе конструкции корпуса необходимо предусмотреть расположение достаточного числа соединителей подходящих типов. При этом должен быть обеспечен свободный доступ к этим соединителям.

На переднюю панель необходимо вывести индикаторы для отображения питания и общей оценки работоспособности шкафа. При сбое какого-либо параметра индикатор меняет цвет с зеленого на красный.

Важным моментом является обеспечение удобного и эргономичного управления контролем. Для предотвращения ошибок оператора необходимо разработать такой способ управления контролем, который сочетал бы в себе как удобство доступа к информации, так и минимальный набор активных элементов.

Устройство контроля рекомендуется монтировать в верхней части шкафа на переднюю сторону каркаса (допускается установка в любое свободное место на

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

задней стороне каркаса) как показано на рисунке 3.

а)

б)

Рисунок 3 — а) расположение устройства контроля в шкафу,

б) расположение крепежа устройства контроля в шкафу

Выносные датчики температуры при необходимости монтируются в местах с потенциальной опасностью повышения температуры (на пути потока нагретого воздуха, выводимого из устройства или блока с условием минимального ограничения этого потока).

Датчик дыма монтируется на пути выхода воздуха из шкафа. В случае отсутствия принудительной вентиляции – над всеми блоками наверху шкафа как показано на рисунке как показано на рисунке 4а.

Освещение шкафа монтируется в верхней части лицевого и (или) тыльного дверного проема шкафа и направляется вниз (на лицевые или задние

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

панели приборов) как показано на рисунке 4б.

а)

б)

Рисунок 4 – а) расположение датчика задымления с несущим рельсом в шкафу,
б) расположение ламп освещения шкафа

1.3.2 Требования к параметрам и характеристикам

Устройство контроля должно работать от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В и номинальной частотой 50 Гц. Поэтому важно чтобы устройство контроля было запитано от линии питания, входящей в шкаф.

Также устройство контроля имеет интерфейсы Ethernet, RS-485, RS-232, USB, по которым будет осуществляться передача информации о выходе какого-либо контролируемого параметра.

Устройство контроля должно иметь источник бесперебойного питания (аккумуляторную батарею) с запасом энергии, достаточным для обеспечения собственного функционирования при выключенных лампах освещения в течение

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

не менее 4 ч.

Собственная мощность, потребляемая устройством контроля, должна быть не более 75 Вт.

1.3.3 Требования стойкости к внешним воздействиям

Устройство контроля должно быть устойчивым к воздействию температуры от минус 15 до плюс 50 °С. Устройство контроля предназначено для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом, в нерегулярно отапливаемых помещениях. Следовательно, элементную базу для печатных плат и детали конструкции для устройства контроля необходимо выбирать с таким рабочим диапазоном температур, который удовлетворял бы заданным требованиям.

Устройство контроля должно иметь исполнение УХЛ, категорию размещения 3.1 по ГОСТ 15150-69, т.е. устройство контроля должно располагаться в обогреваемые и охлаждаемые помещения без непосредственного воздействия солнечных лучей, осадков, ветра, песка и пыли, отсутствие или незначительное воздействие конденсации.

По устойчивости к электромагнитным помехам устройство контроля должно соответствовать группе исполнения II и удовлетворять критерию качества функционирования А, группе исполнения III и удовлетворять критерию качества функционирования В.

Необходимо предпринять комплекс мер для обеспечения защиты от различных электромагнитных помех, оказывающих влияние на устройство контроля.

По сейсмостойкости устройство контроля должно относиться к I категории сейсмостойкости по НП-031-01, т.е. сохранять способность выполнять свои функции до, вовремя и после прохождения максимального расчетного землетрясения.

Устройство контроля должно относиться к группе В по месту установки и исполнению 1 по функциональному назначению по РД 25.818-87, т.е.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

монтироваться на промежуточные конструкции (например, шкафы) и выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах установленных значений вовремя и после сейсмического воздействия.

Таким образом, для обеспечения требований по сейсмостойкости, устройство контроля необходимо жестко закрепить к конструкции шкафа, который должен жестко закрепляться к несущим конструкциям здания.

1.4 Описание принципа работы устройства контроля

Устройство контроля предназначено для своевременного оповещения персонала об отклонениях от нормы параметров физического состояния оборудования, расположенного в шкафу: изменение или пропадание напряжения питания, задымление шкафа, нарушение температурного режима, изменение влажности, несанкционированный доступ внутрь шкафа, сильные удары и вибрации. Мониторинг физического состояния осуществляется с помощью датчиков. Некоторые из них расположены непосредственно в корпусе устройства контроля (контроль температуры, влажности, ударов и вибрации), другие могут являться выносными и подключаться к устройству контроля (датчик задымления, температуры, открывания дверей, состояния источника бесперебойного питания). Также устройство контроля может проводить опрос состояния оборудования по каналам связи, таким как Ethernet, RS-232 и RS-485.

На переднюю панель выведены индикаторы для отображения наличия напряжения питания и оповещения о работоспособности шкафа. При отклонении какого-либо параметра от нормы индикатор меняет цвет с зеленого на красный.

Таким образом, устройство контроля осуществляет сбор информации о физическом состоянии оборудования, размещенного в шкафу, сравнение ее с заданными порогами и протоколирование в архиве. А также передачу информации по доступным каналам связи устройствам верхнего уровня (рабочим местам операторов, пультам и т.п.) вместе с сигналом о превышении заданного порога каким-либо параметром.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

Порядок работы устройства контроля:

- при включении устройства питания происходит загрузка операционной системы;
- после загрузки операционной системы устройства контроля запускается прикладное ПО, осуществляющее алгоритм работы устройства контроля;
- прикладное ПО производит непрерывный опрос датчиков;
- по запросу с верхнего уровня по доступным, заранее сконфигурированным каналам связи, устройство контроля передает последние данные, полученные от датчиков;
- при пропадании напряжения питания модуль питания подключает резервный источник питания – аккумуляторную батарею, а узел накопления и обработки информации передает по доступным, заранее сконфигурированным каналам связи, данные о пропадании основного питания.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Компоновка устройства контроля

Устройство контроля устанавливается в шкаф или другую несущую конструкцию серии 482,6 мм (19 дюймов). Исходя из этого определим его габаритные размеры, которые должны быть не более: (Ш×В×Г) 485×45×335 мм.

В соответствии со стандартами Евромеханика существуют ряд типоразмеров субблоков: 84НР×2U×283,1 мм, 84НР×3U×280,6 мм, 84НР×3U×475 мм, 84НР×1U×460 мм и т.д.

Таким образом, габаритные размеры устройства контроля будут составлять: (Ш×В×Г) 84НР×1U×335 мм.

Определим площадь нижней панели, где будут размещаться все составные части которая составляет 162475 мм². Учитывая площадь нижней панели блока, на которой будут размещаться все составные части и размеры этих частей, взятые из справочной информации на эти составляющие, определяем размеры платы узла накопления и обработки информации.

В состав устройства контроля входят следующие составные части:

- 1) функциональные части:
 - а) узел индикации;
 - б) узел накопления и обработки информации;
- 2) оборудование электропитания:
 - а) фильтр ЭМП;
 - б) модуль питания;
 - с) аккумуляторная батарея;
 - д) тумблер питания.

Рассмотрим каждую составную часть устройства контроля подробнее и определим ее габаритные размеры.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

Функциональные части.

Узел индикации.

Узел индикации предназначен для индикации на передней панели режима работы устройства контроля посредством двухцветных индикаторов «ПИТАНИЕ», «АККУМУЛЯТОР» и «РАБОТА». Соответствие состояния индикаторов режиму работы устройства контроля представлено в таблице 1. Также узел индикации обеспечивает подключение к устройству контроля устройств по интерфейсу USB и SD-карты. Внешний вид узла индикации приведен на рисунке 5. Габаритные размеры узла индикации составляют (Ш×В×Г) 70×160× мм.

Рисунок 5 – Внешний вид платы узла индикации

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

Таблица 1

Индикатор	Цвет свечения	Режим работы
«ПИТАНИЕ»	Зеленый	Основное питание присутствует
	Красный	Отсутствует основное питание
	Нет свечения	Устройство контроля выключено или неисправно
«РАБОТА»	Зеленый	Неактивен сигнал «Тревога»
	Красный	Активен сигнал «Тревога»
	Нет свечения	Устройство контроля выключено или неисправно
«АККУМУЛЯТОР»	Зеленый	Аккумуляторная батарея исправна
	Красный	Аккумуляторная батарея полностью разряжена или неисправна
	Нет свечения	Устройство контроля выключено или неисправно

Узел накопления и обработки информации.

Узел накопления и обработки информации представляет собой печатную плату с установленными на нее элементами. В состав этих элементов входят в том числе:

- каскад подключения датчика дыма;
- каскад подключения концевых выключателей дверей;
- каскад подключения ламп освещения;
- каскад подключения ламп индикации;
- каскад приема сигналов типа «сухой контакт»;
- каскад подключения коммутируемых цепей;
- каскад подключения коммутируемой цепи питания принудительной вентиляции;
- каскад подключения внешних датчиков температуры;
- каскад интерфейсов RS-485;
- каскад интерфейсов RS-232;
- каскад интерфейса Ethernet;
- каскад обеспечения электропитанием;
- каскад измерения параметров высоковольтного питания;
- соединитель для подключения к узлу индикации;

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

- процессорное ядро;
- каскад подключения USB терминала.

При размещении элементов на печатной плате, необходимо учитывать к какому каскаду они относятся, и в соответствии с этим выбирать их расположение.

В ходе данной ВКР будет разработан узел накопления и обработки информации.

Оборудование электропитания.

Оборудование электропитания предназначено для обеспечения всех составных частей устройства контролем электропитанием постоянного тока, номинальным напряжением 12 В путем преобразования переменного тока номинальным напряжением 220 В. Также оборудование электропитания выполняет функцию источника бесперебойного питания и при пропадании основного питания подключает аккумуляторную батарею.

Фильтр ЭМП.

Фильтр ЭМП предназначен для подключения линии электропитания к устройству контроля с помощью соединителя типа С14 со встроенным фильтром ЭМП и местами для установки плавких предохранителей. Габаритные размеры фильтра ЭМП составляют (Ш×В×Г) 30×58,3×69,2 мм. Внешний вид фильтра ЭМП представлен на рисунке 6.

Рисунок 6 – Внешний вид фильтра ЭМП

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

Модуль питания.

Модуль питания предназначен для преобразования переменного тока с номинальным напряжением ~ 220 В и частотой 50 Гц в постоянный ток с номинальным напряжением 12 В, питающий составные части устройства контроля. Также модуль питания выполняет функцию источника бесперебойного питания и, при отключении основного питания ~ 220 В, подключает аккумуляторную батарею в качестве источника питания; по необходимости осуществляет ее заряд при присутствия основного питания ~ 220 В. Габаритные размеры модуля питания составляют (Ш×В×Г) 101,6×50,8×29 мм. Внешний вид модуля питания представлен на рисунке 7.

Рисунок 7 – Внешний вид модуля питания

Аккумуляторная батарея.

Аккумуляторная батарея предназначена для обеспечения электропитанием составных частей устройства контроля при прерываниях сетевого напряжения. В устройстве контроля используется необслуживаемая, герметичная, пригодная к эксплуатации и хранению в любом положении свинцово-кислотная аккумуляторная батарея с номинальным напряжением 12 В, емкостью 2 А·ч. Габаритные размеры аккумулятора питания составляют (Ш×В×Г) 98×20×150 мм. Внешний вид аккумуляторной батареи представлен на рисунке 8.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

Рисунок 8 – Внешний вид аккумуляторной батареи

Тумблер питания.

Тумблер питания предназначен для отключения электропитания устройства контроля. Он представляет собой четырехполюсной переключатель, который разрывает линии подключения электропитания и линии подключения аккумуляторной батареи. То есть, если переключатель находится в положении «ВЫКЛ», устройство контроля полностью отключено от сети электропитания, в том числе от внутреннего источника бесперебойного питания. Внешний вид тумблера питания представлен на рисунке 9.

Рисунок 9 – Внешний вид тумблера питания

Учитывая площадь нижней панели блока, на которой будут размещаться все составные части и размеры этих частей, приведенные выше, определим размеры платы узла накопления и обработки информации.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

На плате узла накопления и обработки информации необходимо разместить элементы коммутации для подключения к внешним датчикам и устройствам верхнего уровня. Так как по техническому заданию подстыковка сигнальных и интерфейсных соединителей должна производиться к устройству контроля со стороны задней панели, то необходимо разместить соответствующие соединители на одной стороне платы узла накопления и обработки информации. При этом на задней панели должно быть обеспечено удобство подключения ответных соединителей и возможность нанести идентифицирующей каждый соединитель маркировку. Таким образом, за ширину печатной платы узла накопления и обработки информации примем ширину нижней панели блока и составляет 340 мм.

Определив габаритные размеры составных частей и площадь которую они занимают на монтажной панели, для узла индикации она составляет 11200 мм², для фильтра ЭМП она составляет 2076 мм², для модуля питания она составляет 2946,4 мм², для аккумуляторной батареи 3000 мм².

Находим оставшуюся площадь нижней панели, которую занимает узел накопления и обработки информации. Внешний вид компоновки изображен на рисунке 10.

Разместив все составные части на нижней панели устройства контроля определяем, что плата узла накопления и обработки информации будет нестандартной формы. Исходя из габаритных размеров всех составных частей определяем остальные габаритные размеры платы узла накопления и обработки информации. Размеры и внешний вид представлены на рисунке 11.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

Рисунок 10 – Внешний вид компоновки устройства контроля

Рисунок 11 – Размеры и внешний вид узла накопления и обработки информации

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

2.2 Обоснование и выбор элементов конструкции устройства контроля

Исходя из конструктивных требований, предъявляемых к устройству контроля наиболее предпочтительным является корпус из стандарта Евромеханика для совмещения с несущими конструкциями, производителя «SCHROFF».

По предъявляемым габаритным размерам наиболее предпочтительным является корпус «MultipacPro», представленный на рисунке 12.

Рисунок 12 – Внешний вид корпуса устройства контроля

Корпус устройства контроля состоит из шасси, монтажной панели и крышки корпуса. Корпус предназначен для защиты узлов и блоков, входящих в состав устройства контроля от внешних воздействий, для защиты персонала от прикосновения к токоведущим частям, а также выполняет роль несущей конструкции для узлов и блоков, входящих в состав устройства контроля.

На верхней крышке корпуса необходимо наклеить прокладку из стеклотекстолита, защищающую находящиеся под напряжением части модуля питания от соприкосновения с корпусом. При сборке следует проследить, чтобы прокладка из стеклотекстолита находилась с внутренней стороны устройства контроля.

Монтажная панель устанавливается внутрь корпуса на рейки. Она необходима для крепления всех составных частей.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

2.3 Разработка узла накопления и обработки информации

Исходя из того, что плата будет устанавливаться на монтажную панель, все элементы необходимо размещать на верхней стороне платы. Разводку дорожек будем осуществлять по двум сторонам печатной платы.

Элементы размещаем с учетом удобства разводки. Хрупкие элементы, такие как микросхемы, не следует размещать на диагоналях и в центре платы, т.к. при вибрациях возможна деформация платы по этим линиям.

На плате со стороны, которая выходит на заднюю панель устройства контроля, необходимо разместить соединители.

Размещать элементы необходимо так, чтобы позиционные обозначения были рядом с элементами и визуально просматриваемы, для однозначной идентификации элементов.

При разводке следует избегать резких изломов и образования «тройников», предпочтительнее изгибать проводники под углом 45 градусов. Линии питания и земли должны быть толще остальных, наименьшую толщину проводников по классу точности будем использовать только в тех случаях, когда это оправдано недостатком свободного места для разводки. Допускается толщину проводников уменьшать в узких местах.

Также на плате необходимо определить места, где должна быть запрещена разводка и расположение элементов. Такие места находятся вблизи отверстий для креплений и у краев печатной платы.

При размещении элементов на печатной плате, необходимо учитывать к какому каскаду они относятся, и в соответствии с этим выбирать их расположение рисунок 13.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

1 – каскад подключения датчика дыма; 2 – каскад подключения концевых выключателей дверей; 3 – каскад подключения ламп освещения; 4 – каскад подключения ламп индикации; 5 – каскад приема сигналов типа «сухой контакт»; 6 – каскад подключения коммутируемых цепей; 7 – каскад подключения коммутируемой цепи питания принудительной вентиляции; 8 – каскад подключения внешних датчиков температуры; 9 – каскад интерфейсов RS-485; 10 - каскад интерфейсов RS-232; 11 – каскад интерфейса Ethernet; 12 - каскад обеспечения электропитанием; 13 – каскад измерения параметров высоковольтного питания 14 – соединитель для подключения узлу питания 15 – процессорное ядро; 16 – каскад подключения USB терминала.

Рисунок 13 – Расположение каскадов

По структуре печатная плата будет четырехслойная. Верхний и нижний слои отведены для сигнальных проводников. На одном из внутренних слоев разместим цепь заземления GND, на другом разместим цепь питания PWR.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Разработка процесса сборки устройства контроля

В устройстве контроля подлежат сборке следующие сборочные единицы: корпус, печатная плата. При описания процесса сборки устройства контроля считаем, что все электрические компоненты уже установлены на печатную плату, в корпусе изготовлены отверстия для индикации и нанесены поясняющие надписи.

Процесс сборки устройства контроля состоит из следующих этапов:

1. На монтажную панель в месте размещения модуля питания PSC-60A «MEAN WELL» использовать прокладку, установить втулки и закрепить винтами В.МЗ-6gx16.36.016 ГОСТ 17475-80. Винты В.МЗ-6gx16-19.36.016 стопорить к втулкам. Прокладку ставить на клей ВК-9 на монтажную панель в месте размещения модуля питания HSC-60A «MEAN WELL», симметрично втулок.

Рисунок 14 – Установка прокладки

2. С шасси снять заднюю панель. На переднюю панель установить и закрепить ручки передние №20860-256 «SCHROFF».

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

Рисунок 15 – Установка передних ручек

3. На заднюю панель шасси установить клемму «TYCO ELECTRONICS» и закрепить винтом В.М4-6gx12.36.016 ГОСТ 1491-80 и гайкой М4-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70. Под гайку установить шайбы С4.01.016 (2шт.) и 4 65Г 026 ГОСТ 10450-78.

Рисунок 16 – Установка клеммы

4. На заднюю панель шасси установить фильтр «SCHURTER» с держателем предохранителя «SCHURTER» и закрепить винтами В.М3-6gx10.36.016 ГОСТ 17475-80 и гайками М3-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70. Под гайки М3-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70 установить шайбы С3.01.016 ГОСТ 5915-70.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

Рисунок 17 – Установка фильтра

5. В рельсы шасси установить рейки.

Рисунок 18 – Установка реек

6. Установить монтажную панель на рельсы и закрепить винтами М3х6.36.016 ГОСТ 14-91-80.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

Рисунок 19 – Установка монтажной панели

7. На втулки установить узел накопления и обработки информации и закрепить винтами МЗ-6gx16-19.36.016 ГОСТ 17475-80 и гайками МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 10450-78. Для последующей регулировки гайки МЗ-6Н.5.016 не затягивать до конца. Под гайки МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70 установить шайбы СЗ.01.016 ГОСТ 17475-80 и 3 65Г 026 ГОСТ 5915-70.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

Рисунок 20 – Установка узла накопления и обработки информации

8. На втулки установить узел индикации и закрепить винтами МЗ-6gx16-19.36.016 ГОСТ 17475-80 и гайками МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 10450-78. Для последующей регулировки гайки МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70 не затягивать до конца. Под гайки МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70 установить шайбы СЗ.01.016 ГОСТ 10450-78 и 3 65Г 026 ГОСТ 5915-70.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

Рисунок 21 – Установка узла индикации

9. Кронштейн установить на монтажную панель, закрепить по диагонали винтами МЗ-6gx8.016 и МЗ-6gx10.36.016 ГОСТ 17475-80. Под винты МЗ-6gx10.36.016 установить площадки НС-0 «TOMAS&BETTS» Под гайки МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70 установить шайбы СЗ.01.016 ГОСТ 10450-78 и 3 65Г 026 ГОСТ 10450-78. Аккумулятор NP2-12 «YUASA» установить в кронштейн.

Рисунок 22 – Установка кронштейна

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

10.Отрегулировать расположение узла накопления и обработки информации. Гайки МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70 затянуть. Соединители должны быть расположены параллельно задней панели шасси. Расположение контролировать визуально.

11.Модуль питания PSC-60A «MEAN WELL» закрепить на шасси гайками МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 5915-40. Под гайки МЗ-6Н.5.016 ГОСТ 5915-70 установить шайбы СЗ.01.016 ГОСТ 10450-78 и 3 65Г 026 ГОСТ 10450-78.

Рисунок 23 – Установка модуля питания

12.Закрепить окончательно на передней панели шасси переключатель 5666AB «АРЕМ» гайками, из состава переключателя.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

Рисунок 24 – Установка переключателя

13. Провести внутренний электромонтаж и проверить качество соединений, а также качество сборки устройства контроля.

14. На шасси установить крышку 30860-511 «SCHROFF» и закрепить винтами, из состава шасси.

Рисунок 25 – Установка крышки

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР было разработано устройство контроля внешних воздействующих факторов для применения на объектах использования атомной энергии. При его разработки были учтены особенности работы устройства в условиях атомной станции с учетом нормативных документов регламентирующих безопасность атомных станций. Во время разработки мною были использованы современные средства проектирования, такие как: Altium Designer, Autodesk Inventor, КОМПАС.

При работе была разработана печатная плата узла накопления и обработки информации, выбран корпус устройства контроля, произведена компоновка устройства и разработан технологический процесс сборки устройства контроля.

Была разработана конструкторская документация на печатный узел и создана 3D модель устройства.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дунаев В. Системы автоматического управления и контроля для атомных электростанций./ В. Дунаев, Медведовский Е. //Control Engineering Россия. – 2013.-№3(45).-С.22-31.

2. ГОСТ 14254-2015. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. – М.: Изд-во стандартов, 2015. – 52 с.

3. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУ ТП: проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2008 – 928 с.

4. ГОСТ 15150-69. Исполнение для различных климатических районов. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – 57 с.

5. ГОСТ Р МЭК 60297–3–104–2009. Конструкции несущие базовые радиоэлектронных средств. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 16 с.

6. ГОСТ 32137–2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 35с.

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Список сокращений

АЭС – Атомные электростанции

НПЦ – Научно производственный цех

ПО – Программное обеспечение

ВКР – Выпускная квалификационная работа

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схема электрическая функциональная

110303.2018.245.01.00.00 Э2

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Многослойная плата

Перечень элементов

110303.2018.245.02.00.00 ПЭ

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Многослойная плата

Сборочный чертеж

110303.2018.245.02.00.00 СБ

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Узел печатный

Сборочный чертеж

110303.2018.245.03.00.00 СБ

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

ПРИОЖЕНИЕ Е

Узел печатный

Спецификация

110303.2018.245.03.00.00

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Устройство контроля

Сборочный чертеж

110303.2018.245.04.00.00 СБ

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Устройство контроля

Спецификация

110303.2018.245.04.00.00

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		77

					110303.2018.245 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		78