

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве

Кафедра «Технологические процессы и оборудование машиностроительного
производства»

Направление «220700 Автоматизация технологических процессов и произ-
водств»



ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

А. И. Смирнов
2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
профессор

С. В. Сергеев
07 / 07 2016 г.

Автоматизированная система контроля радиоактивности отходов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–220700.2016.109.00.000 ПЗ

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

В.Г. Некрутов
2016 г.

Руководитель проекта,
к.т.н., доцент

К.М. Виноградов
2016 г.

Автор проекта
студент группы УКФл-521

Г.Ф. Халилова
2016 г.

Нормоконтролер, к.т.н., доцент


Р.Г. Закиров
06 июля 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве

Кафедра «Технологические процессы и оборудование машиностроительного
производства»
Направление «220700 Автоматизация технологических процессов и производств»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

 /С.В. Сергеев/
_____ 2016г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студентки

Халиловой Гузель Филарисовны

Группа УКФл-521

- 1 Тема работы Автоматизированная система контроля радиоактивности отходов
утверждена приказом по филиалу от «15» апреля 2016г. № 661
- 2 Срок сдачи студентом законченной работы 20 июня 2016г.
- 3 Исходные данные к работе
 - 3.1 Материал производственной практики
 - 3.2 Техническое задание
 - 3.3 Литература

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

4.1 Сравнение отечественных и передовых зарубежных автоматизированных систем радиационного контроля. Автоматизированная система радиационного контроля RAMSYS. Автоматизированная система радиационного контроля TELEPERM ME. Автоматизированная система радиационного контроля «Пеликан». Оценка и сравнение автоматизированных систем радиационного контроля. Выводы.

4.2 Технологический раздел. Цех обращения с жидкими и твердыми горючими РАО. Цель и задачи проектирования автоматизированной системы контроля радиактивности отходов. Требования к информационному обеспечению. Требования к программному обеспечению. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Устройство детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы гамма – излучения. Устройство детектирования непрерывного контроля суммарной объемной активности жидкости. Устройство детектирования для контроля объемной активности бета – излучающих инертных радиоактивных газов. Устройство детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы нейтронного излучения. Организация вентиляционной системы. Метод дезактивации радиоактивных отходов. Программно – технический комплекс. Блок – схема автомаизированной системы радиационного контроля. Выводы.

4.4 Организационно – экономический раздел. Расчёт оптовой цены устройств детектирования. Себестоимость автоматизированной системы контроля. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Общие требования с радиоактивными отходами. Выбор и расчет системы освещения. Мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий при обращении с РАО. Выводы.

Заключение



Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

1 Цель работы, решаемые задачи, объект и предмет автоматизации. Теоретический чертеж	1 л.
2 Планировка цеха обращения твердых и горючих РАО	1 л.
3 Оценка и сравнение автоматизированных систем. Плакат	1 л.
4 Блок детектирования гамма – излучения. Сборочный чертеж	0,5 л.
5 Блок детектирования гамма – излучающих радионуклидов в жидкости. Сборочный чертеж	0,5 л.
6 Блок детектирования для контроля бета – излучающих инертных радиоактивных газов. Сборочный чертеж	0,5 л.
7 Устройство детектирования для измерения нейтронного излучения. Сборочный чертеж	0,5 л.
8 Блок многофункциональный. Сборочный чертеж	0,5 л.
9 Блок многофункциональный с алфавитно – цифровым Индикатором. Сборочный чертеж	0,5 л.
10 Узел накопления и обработки информации. Схема электрическая принципиальная	1 л.
11 Узел процессорный. Схема электрическая принципиальная	1 л.
12 Блок схема автоматизированной системы. Плакат	1 л.
13 Программное обеспечение для оперативного персонала. Плакат	1 л.
14 Выводы по выпускной квалификационной работе. Теоретический чертеж	1 л.

Всего 11 листов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

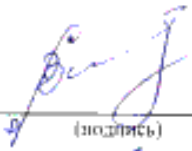
Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	Некрутов В.Г.	 07.06.16	


7 Дата выдачи задания 20.05.2016

Руководитель Виноградов Константин Михайлович
(ФИО)


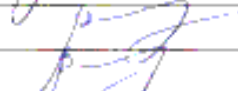
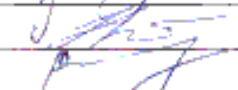




Задание принял к исполнению 20.05.2016

Студент-дипломник Халилова Гузель Филарисовна
(ФИО)


(подпись)


(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Введение	23.05.2016	
Обзорный анализ		
Технологический раздел	26.05.2016	
Конструкторский раздел	12.06.2016	
Безопасность жизнедеятельности	15.06.2016	
Экономический раздел	18.06.2016	
Оформление работы	19.06.2016	
Направление на рецензию	20.06.2016	

Зав. кафедрой _____ /С.В. Сергеев/

(подпись)

Руководитель работы _____ /К.М. Виноградов/

(подпись)

Студент-дипломник _____ /Г.Ф. Халилова/

(подпись)

АННОТАЦИЯ

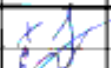



Халилова, Г. Ф. Автоматизированная система контроля радиоактивности отходов. – Усть-Катав: филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» в г. Усть-Катаве; 2016, 114 с. Библиографический список – 33 наименования, 11 чертежей ф. А1.

В результате анализа автоматизированных систем радиационного контроля для была выбрана комбинированная система, которая является наиболее простой и удобной в эксплуатации и установке. Где для 10-20 блоков детектирования необходимо всего одно устройство накопления и обработки информации.

Автоматизированная система контроля радиоактивности отходов, создаваемая для цеха обращения с твердыми и жидкими горючими радиоактивными отходами предназначена для получения, сбора, обработки, регистрации и представления информации о параметрах, характеризующих радиационное состояние объектов контроля. Разработаны электрические принципиальные схемы блоков преобразования информации. Выбраны элементные базы материалов для устройств детектирования в соответствии с ОСТ4-010.030-81.

Организована вентиляционная система, где были выбраны вентилятор и дымосос для принудительной системы вентиляции цеха. Выбран химический насос центробежного типа для системы дезактивации. Подобраны преобразователи частоты для электроприводов вентилятора, дымососа и насоса.

Разработана блок-схема автоматизированной системы радиационного контроля и программа управления.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разработ.		Халилова Г. Ф.			Автоматизированная система контроля радиоактивности отходов	Литера	Лист	Листов
Проверил		Виноградов К. М.					4	114
Рецензент		Смирнов В. В.				Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве Кафедра «ТП и ОМП»		
Н.контр.		Закиров Р. Г.		06.02				
Утвердил		Сергеев С. В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ.....	7
1.1 Автоматизированная система радиационного контроля RAMSYS.....	7
1.2 Автоматизированная система радиационного контроля TELEPERM ME.....	13
1.3 Автоматизированная система радиационного контроля «Пеликан»....	18
1.4 Оценка и сравнение автоматизированных систем радиационного контроля.....	21
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	24
2.1 Цех обращения с жидкими и твердыми горючими РАО.....	24
2.2 Цель и задачи проектирования автоматизированной системы контро- ля радиактивности отходов.....	25
2.3 Требования к информационному обеспечению.....	28
2.4 Требования к программному обеспечению.....	29
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	30
3.1 Устройство детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы гамма – излучения.....	30
3.2 Устройство детектирования непрерывного контроля суммарной объемной активности жидкости.....	41
3.3 Устройство детектирования для контроля объемной активности бета- излучающих инертных радиоактивных газов.....	53
3.4 Устройство детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы нейтронного излучения.....	61
3.5 Организация вентиляционной системы.....	66
3.6 Метод дезактивации радиоактивных отходов.....	72
3.7 Программно-технический комплекс.....	75
3.8 Блок – схема автомаизированной системы радиационного контроля...	82
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	86
4.1 Расчёт оптовой цены устройств детектирования.....	86
4.2 Себестоимость автоматизированной системы контроля.....	102
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	103
5.1 Общие требования с радиоактивными отходами.....	103
5.2 Выбор и расчет системы освещения.....	107
5.3 Мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий при обраще- нии с РАО.....	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	113

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

5

ВВЕДЕНИЕ

Большинство российских АЭС вводилось в эксплуатацию в период с 1961 по 1993 год, в период с 1993 по 2001 не было введено в эксплуатацию ни одного нового энергоблока. Срок службы каждого без проведения мероприятий по продлению этого ресурса энергоблока составляет 30 лет и на сегодняшний день практически для всех энергоблоков АЭС этот срок выработан. Строительство энергоблоков-заместителей начато только в 2008 году.

В эксплуатации на различных АЭС на сегодняшний день имеются системы радиационного контроля (далее СРК) всех поколений (УСИ-Т, «Система-8004», АКРБ-01/03/06/08). Эти СРК представляют собой автоматизированные системы с централизованной структурой и минимальной автоматизацией процессов анализа и обработки информации.

Оборудование всех указанных систем разработано на элементной базе, выпускавшейся еще в СССР, и с применением технических решений 60-80-х годов XX века. Поддержание оборудования этих систем в эксплуатации затруднено, так как выпуск отдельных видов запасных частей и комплектующих изделий прекращен.

К настоящему времени разработаны и введены в действие новые нормативные документы (СП АС-03, серии РД ЭО, ГОСТ Р 50746-2000, ГОСТ 29075-91 и т. д.), требования которых являются новыми или существенно жестче ранее применяемых.

Большинство действующих СРК (кроме модернизированных в период с 2004 по настоящее время) не соответствуют требованиям современных нормативных документов по диапазонам измерения основных параметров, показателям надежности и помехоустойчивости, информативность действующих подсистем очень низкая – отсутствуют функции самодиагностики, расширенного тестирования, степень детализации представляемой информации крайне низкая.

В результате разработки автоматизированной системы радиационного контроля (далее АСРК) создана линейка средств измерения с расширенными диапазонами измерения, что позволило сократить количество технических средств в отдельных точках контроля, применить новые технические средства и в составе подсистем нормальной эксплуатации и в составе подсистем безопасности. Новые средства измерения представляют собой программно-технические средства, большинство настроечных параметров которых определяется проектной документацией и не изменяется в процессе эксплуатации. Это позволяет провести значительный объем работ по настройке оборудования при его изготовлении на заводе. Разработанная система радиационного контроля имеет два иерархических уровня: нижний и верхний.

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

1.1 Автоматизированная система радиационного контроля RAMSYS

Французская фирма РИСТЕК является официальным Представителем и Дистрибьютором в России компании MGP Instruments, ведущего производителя и поставщика оборудования и систем радиационного контроля, входящего в MIRION TECHNOLOGIES.

Компания MGP Instruments с головным предприятием, расположенным во Франции (Ламанон), имеет большой опыт в разработке и изготовлении средств радиационного контроля. С середины 60х годов фирма поставляет это оборудование для предприятий атомной энергетики, топливной промышленности, военных объектов и исследовательских центров Франции и многих других стран мира.

С 1997 г. MGP Instruments поставляет системы радиационного контроля нового поколения - "RAMSYS". Система RAMSYS использует интеллектуальные измерительные каналы и имеет распределенную структуру, обеспечивающую, в отличие от централизованной конфигурации, высокую надежность и живучесть СРК.

Фирма MGP Instruments объединяет известных производителей оборудования и систем радиационного контроля:

- 1) стационарные и мобильные мониторы, комплексные системы радиационного контроля и программное обеспечение;
- 2) электронные дозиметры, бесконтактные считыватели, калибраторы, программное обеспечение для систем индивидуального дозиметрического контроля;
- 3) приборы, системы и программное обеспечение для военного применения и гражданской обороны- дозиметры, радиометры, приборы регистрации радиационного, химического и биологического заражения.

1.1.1 Спектрометр гамма-излучения сцинтилляционный LP(D)U/SAS-SGLM201

Спектрометр гамма-излучения сцинтилляционный LP(D)U/SAS-SGLM201 (далее - спектрометр) предназначен для измерений активности и объемной активности радионуклидов и определения изотопного состава источников гамма-излучения (рисунок 1.1).

Принцип действия спектрометра заключается в регистрации фотонов от измеряемого образца детектором излучения путём преобразования энергии гамма-квантов в пропорциональные по амплитуде электрические импульсы, получении информации об энергетическом спектре гамма-излучения.

Конструктивно спектрометр представляет собой стационарную установку с фиксированным положением блока детектирования.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

Спектрометр включает в себя следующие функциональные узлы:

- 1) блок детектирования сцинтилляционный (NaI), совмещенный с фотоумножителем и датчиком температуры;
- 2) контрольный источник Am^{241} встроенный в сцинтиллятор NaI для стабилизации усиления;
- 3) свинцовая защита.

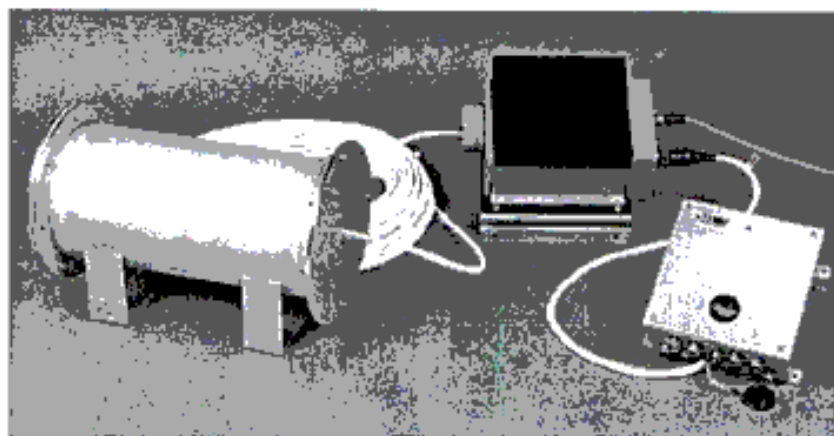


Рисунок 1.1 – Спектрометр гамма-излучения сцинтилляционный LP(D)U/SAS-SGLM201

Описание:

- 1) блок локального процессора LP(D)U обеспечивает питание детектора, набор энергетических спектров, возможность сохранения до 70 спектров;
- 2) персональный компьютер типа IBM/PC;
- 3) держатель с источниками на основе Cs^{137} , Co^{60} , $(Cm^{244}+C^{13})$ или $(Pu^{238}+C^{13})$ для энергетической градуировки и определения чувствительности спектрометра.

Спектрометр имеет возможность подключения от одного до 255 самостоятельных блоков детектирования с независимым управлением.

Режимы работы и функции реализуются с помощью специализированного электронного блока LP(D)U, в котором функции сбора, хранения, обработки и отображения данных осуществляются на базе совместимого со спектрометром персонального компьютера с программным обеспечением «MASS» - программа установки и обслуживания, и «SAMS»- программа набора и обработки спектров.

Основные технические характеристики [1]:

- 1) диапазон измерений активности, Бк: от 1×10^{-1} до 10^4 ;
- 2) пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активности, % ± 30 ;
- 3) диапазон измерений объемной активности, Бк/дм³: от 5×10^{-1} до 5×10^4 ;
- 4) пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений объемной активности, %: ± 50 ;
- 5) диапазон регистрируемых энергий гамма - излучения, МэВ: от 0,2 до 7;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

8

- 6) энергетическое разрешение для фотонов 0,662 МэВ цезия - 137, %, не более: 9;
- 7) эффективность регистрации фотонов энергией 6,13 МэВ, $n/\varphi_{4\pi}$, %, не менее: $1,7 \times 10^{-1}$ (где: $\varphi_{4\pi}$ - внешнее гамма-излучение ($E = 6,13$ МэВ) в угле 4π ср; n - скорость счета гамма - квантов энергией 6,13 МэВ);
- 8) максимальная статистическая загрузка, c^{-1} , не менее: 9×10^4 ;
- 9) время установления рабочего режима, ч, не более: 0,1;
- 10) питание спектрометра осуществляется от сети переменного тока: напряжение 220 ± 22 В, частота, 50 ± 1 Гц;
- 11) потребляемая мощность, Вт, не более: 50;
- 12) средняя наработка на отказ, ч, не менее: 20000.

1.1.2 Бета – радиометр NGM-209К

Бета-радиометр NGM-209К (далее – радиометр) предназначен для измерений объемной активности радионуклидов инертных газов в воздухе помещений и систем вентиляции различных промышленных объектов.

Конструктивно радиометр представляет собой стальную конструкцию, на которой закреплены следующие блоки:

- 1) блок детектирования (БД);
- 2) блок первичной обработки данных с дисплеем и сигнализаторами (БПОД) или без них (БПО);
- 3) блок расходомера.

Принцип действия радиометров основан на регистрации гамма- и бета- излучения радионуклидов из контролируемого объема воздуха посредством кремниевых детекторов расположенных в измерительной камере. Детекторы регистрируют гамма- и бета-излучение из контролируемого объема воздуха и выдают сигнал на блок первичной обработки данных (далее БПОД).

В пневматический тракт включен блок расходомера. Этот блок измеряет объемную скорость прокачиваемого через измерительную камеру воздуха и выдает сигнал на БПОД, пропорциональный этой скорости. Один детектор регистрирует бета-излучение контролируемого воздуха и гамма-излучение, как контролируемого воздуха, так и гамма-фон от внешней среды; другой - только гамма-излучение контролируемого воздуха и внешних источников. Это позволяет выделить бета-излучение инертных радиоактивных газов (далее ИРГ). Сигнал с расходомера (пропорциональный объемной скорости прокачиваемого воздуха) и сигнал с БД (пропорциональный активности) поступают на БПОД.

Метрологически значимое программное обеспечение (далее ПО) радиометра используется для обработки, хранения и отображения результатов измерений.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

Для защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений, используются проверка контрольной суммы файлов ПО, находящихся в памяти компьютера на соответствие эталонному значению.

Внешний вид радиометра приведён в соответствии с рисунком 1.2.



Рисунок 1.2 – Бета - радиометр NGM-209K

Метрологические и технические характеристики [2]:

- 1) диапазон измерений объемной активности бета - излучающих инертных газов, Бк/м³: от $3,7 \cdot 10^1$ до $3,7 \cdot 10^9$;
- 2) предел допускаемой относительной погрешности, %: ± 50 ;
- 3) уровень собственного фона, с⁻¹, не более: 0,2;
- 4) номинальная объемная скорость прокачки воздуха, л/мин: $22,0 \pm 2,2$;
- 5) наработка на отказ, ч, не менее: 20000;
- 6) напряжение питания от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В: от 205 до 230.

1.1.3 Спектр «интеллектуальных» детекторов для контроля альфа, бета и гамма радиоактивного загрязнения системы Multirad

Гамма-детектор «TGS» (рисунок 1.3). Позволяет очень быстро проводить измерения загрязнения поверхностей гамма - радиоактивными веществами. Особенно эффективен для контроля после дезактивации больших поверхностей, а также для поиска локальных точек загрязнения.

Детектор может работать в двух режимах: грубый (оценочный) и режим с компенсацией фона. Последний режим позволяет быстро и эффективно обнаруживать источники излучения путем регистрации малых, но значительных по сравнению с фоном уровней.



Рисунок 1.3 – Гамма-детектор «TGS»

Метрологические и технические характеристики [2]:

- 1) диапазон измерения радиометра Multirad: от 0 до 9999 имп/с;
- 2) гамма: от 0,1 до 5 МэВ;
- 3) эффективность регистрации: 1600 имп/с /мкГр/ч (Cs-137);
- 4) отслеживание уровня регистрируемого излучения: звуковая и световая индикация на радиометре;
- 5) брызгозащищенный корпус.

Рентгеновский детектор Pu-239 (рисунок 1.4). Позволяет оценивать альфа загрязнение посредством измерений с помощью рентгеновского детектора с автоматической дискриминацией естественного гамма фона. Прибор может использоваться со штангой и устройством поддержания постоянной дистанции измерения, а также ручкой для переноса.

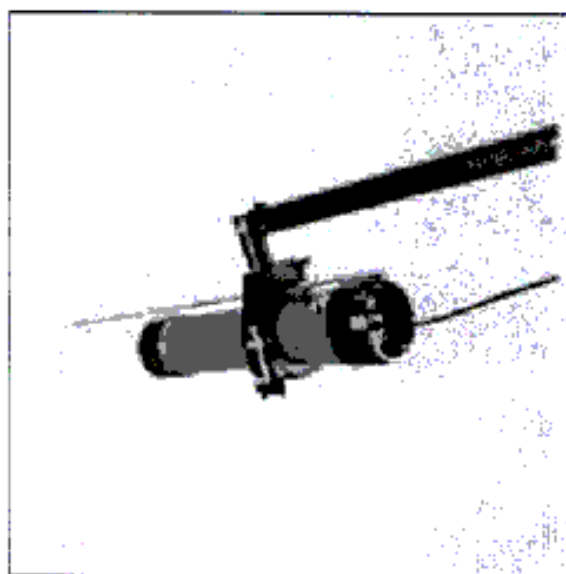


Рисунок 1.4 – Рентгеновский детектор Pu-239

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

11

Метрологические и технические характеристики [2]:

- 1) диапазон измерения радиометра Multirad: от 0 до 9999 имп/с;
- 2) рентгеновское излучение: от 10 до 30 кэВ;
- 3) чувствительность по Pu239: 185 кБк/м² на расстоянии 30 см;
- 4) отслеживание уровня регистрируемого излучения: звуковая и световая индикация на радиометре, световой индикатор на детекторе;
- 5) брызгозащищенный корпус.

1.1.4 Программа для технического обслуживания и установки параметров измерительных каналов СРК «RAMSYS» MASS

Установка, конфигурация и тестирование измерительных каналов, принадлежащих серии продуктов RAMSYS, таких как LPU, LPDU, RDU, LDU и IDU:

- 1) интуитивный интерфейс, работающий на обычном компьютере под управлением Microsoft;
- 2) соединение через стандартный параллельный порт RS232C или RS485 по протоколу MODBUS/JBUS;
- 3) быстрый доступ к параметрам конфигурации мониторов, с использованием эргономических меню;
- 4) отображение топологии сети;
- 5) интегрирование в локальную сеть.

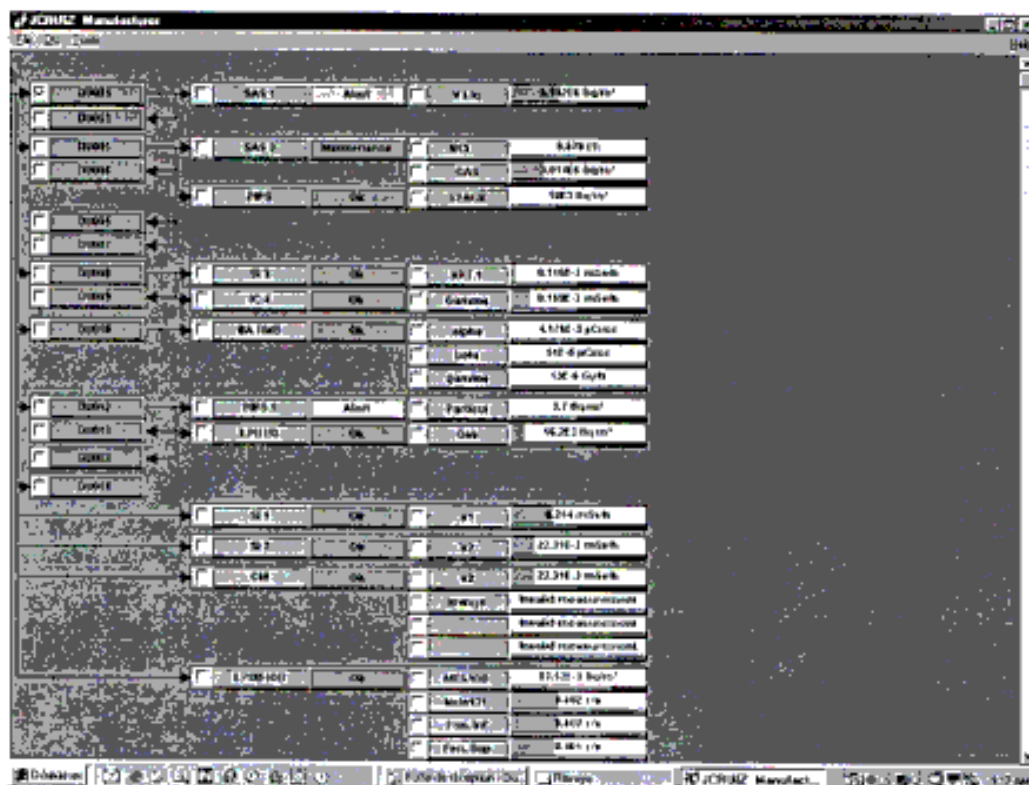


Рисунок 1.5 – Диалоговое окно оператора с программным обеспечением MASS

Взаимодействие оператора с программным обеспечением MASS (рисунок 1.5) происходит с помощью различных окон и выпадающих меню.

Оператор выбирает требуемое окно, для доступа к различным функциям [3]:

1) Основные функции: управление безопасностью доступа с использованием паролей; общие параметры MASS (время жизни пароля, директории по умолчанию, управление файлами логов и т.д.); управление сетью (локальный хост, или локальная сеть); загрузка прикладных программ и таблиц параметров.

2) Функции конфигурации: конфигурация дисплейного блока; конфигурация локального процессорного блока.

3) Функции отображения: отображение блоков сети в виде топологии; данные и состояние блоков; сводка событий; данные сбора и измерения; предыстория; набор спектра.

4) Установочные функции: рабочие параметры (сигналы превышения порогов, аналоговые выходные сигналы); системные параметры (сетевой адрес, конфигурация алгоритмов).

1.2 Автоматизированная система радиационного контроля TELEPERM ME

Немецкая фирма Siemens предлагает различные приборы и системы для решения всех задач автоматизации.

Неважно, измерительные устройства или регистраторы, аппаратные ПИД-регуляторы, анализаторы, программируемые логические контроллеры, приводы или системы управления процессом: устройства Siemens превосходно адаптированы к динамике индивидуальных процессов и гарантируют совершенную координацию.

В июне 1994 г. между Всероссийским научно-исследовательским институтом автоматики им. Н.Л. Духова (ВНИИА) и АО Siemens был подписан Лицензионный договор о передаче технологии производства TELEPERM ME во ВНИИА. В рамках Лицензионного договора ВНИИА переданы следующие права:

- 1) производить аппаратуру TELEPERM ME;
- 2) самостоятельно проводить работы по развитию и модификации производимой аппаратуры системы контроля и управления (СКУ);
- 3) разрабатывать системы на базе производимой аппаратуры;
- 4) продавать аппаратуру и системы на ее основе.

1.2.1 Система SIMATIC PCS 7 BOX

Два вида систем SIMATIC PCS 7 BOX различной производительности доступны:

- 1) SIMATIC PCS 7 BOX RTX с программным контроллером WinAC RTX;
- 2) SIMATIC PCS 7 BOX 416 с аппаратным слот - контроллером WinAC Slot 416 (рисунок 1.6).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

13

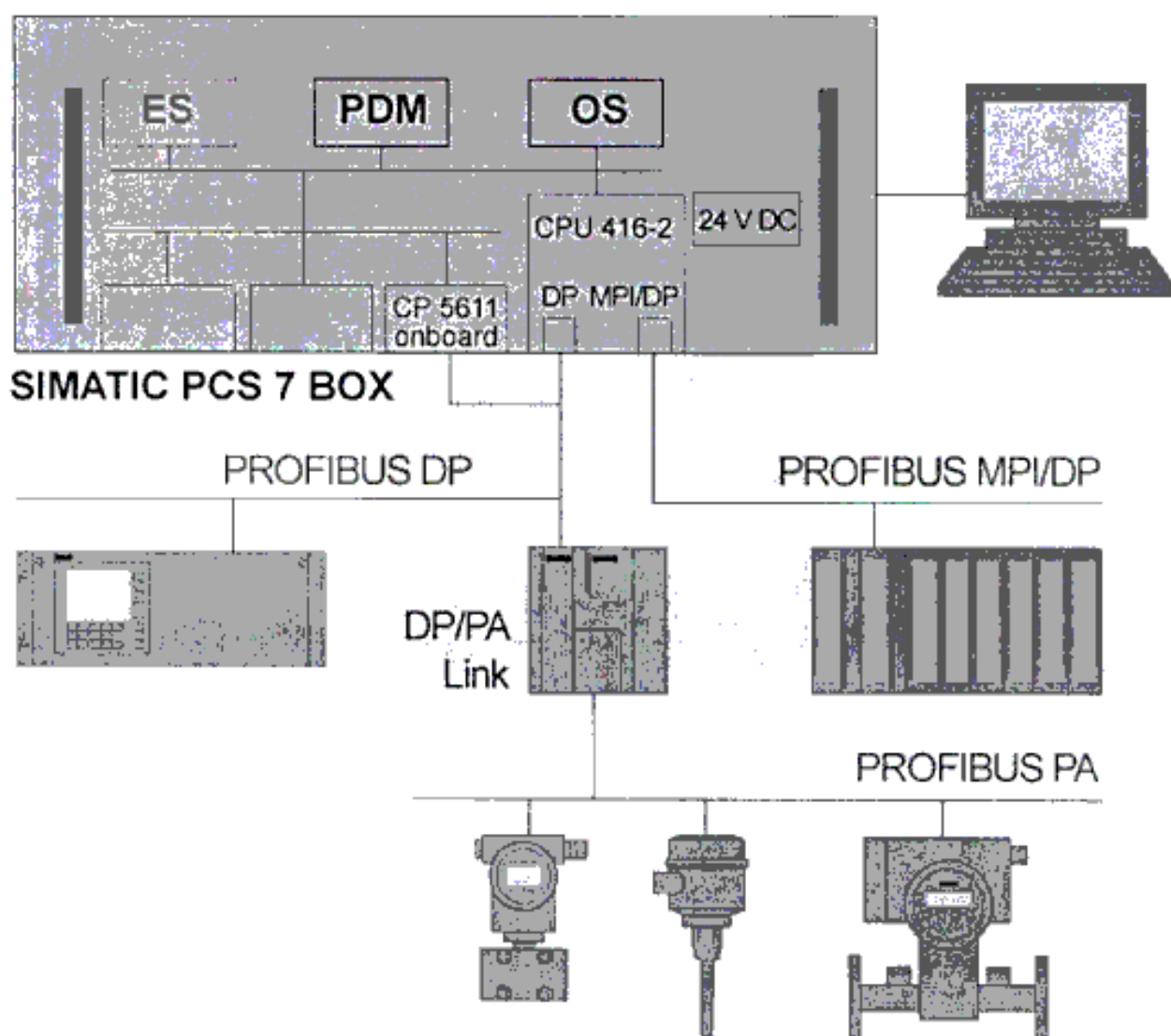


Рисунок 1.6 – Интеграция SIMATIC PCS 7 BOX 416 в системную сеть SIMATIC PCS 7

Начальные системы SIMATIC PCS 7 BOX могут иметь различные применения [4]:

- 1) автоматизация малых производств;
- 2) автоматизация подпроцессов производства (компактных установок);
- 3) автоматизации лабораторий и испытательных центров.

Как полностью отвечающие SIMATIC PCS 7 номенклатуре, они работают со стандартным системным ПО PCS 7, масштабируемы, и могут быть расширены без разрушения совместимости.

Однако, лицензии на разработку (engineering) и исполнение (runtime) для AS и OS ограничены 2000 PO (объекты процесса).

1.2.2 Блок питания/искробезопасной развязки датчиков SITRANS I

Прибор питания измерительного преобразователя / разделительный усилитель и гальваническая развязка стандартных сигналов (рисунок 1.7) [4]:

- 1) пластиковый компактный корпус (ширина 22.5/35 мм (0.88/1.38 дюйма) со штепсельными винтовыми клеммами IP 20 для монтажа на несущую шину 35 mm (1.38 inch) по DIN EN 50 022;
- 2) индикация вспомогательной энергии через фронтальные диоды;
- 3) входной сигнал (питающий, вход тока, вход напряжения) выбирается, переключается через соответствующее распределение входных клемм;
- 4) выходной сигнал (выход тока / напряжения) переставляется через штепсельные колодки под цоколем корпуса;
- 5) питание двухпроводных измерительных преобразователей;
- 6) функция передачи 0/4 ... 20 mA или 0/2 ...10 V / 0/4 ... 20 mA или 0/2 ... 10 V может переключаться через фронтальный переключатель диапазона измерения;
- 7) гальваническое разделение между входом, выходом и вспомогательной энергией.



Рисунок 1.7 – Блок питания

Преобразователь 7NG4123 блока питания и входного изолятора используется для преобразования и электрической изоляции стандартных сигналов.

Входной сигнал прикладывается к соответствующему входу усилителя и преобразуется микроконтроллером в соответствии с преобразующей функцией до поступления на выходной выпрямитель через оптическую связь. Сигнал на выходе усиливается снова как стандартный сигнал по току/напряжению.

Когда преобразователь включен, подключенный преобразователь запитывается и ток нагрузки преобразователя прикладывается на вход усилителя.

Преобразующая функция может быть переключена между (0/4 до 20 mA или 0/2 до 10 V/ 0/4 до 20 mA или 0/2 до 10 V) переключателем измерительных диапазонов. В калибровке нет необходимости, потому что все характеристики хранятся в микроконтроллере.

Изоляция блока питания, входного контура и выходного контура полностью исключает наводки на измеренные значения.

1.2.3 Блок бесперебойного питания DC-UPS

Блок DC UPS позволяют обеспечивать бесперебойное питание нагрузки как от сети постоянного/ переменного тока, так и от буферной батареи. Позволяет избежать появления негативных эффектов, связанных с исчезновением напряжения в питающей сети.

Содержит два необслуживаемых свинцово-кислотных аккумулятора одной серии, вставленных в обойму и соединенных последовательно. Включает держатель предохранителя и клеммы подключения. Низкий уровень саморазряда - около 3% в месяц (при +20 °C).

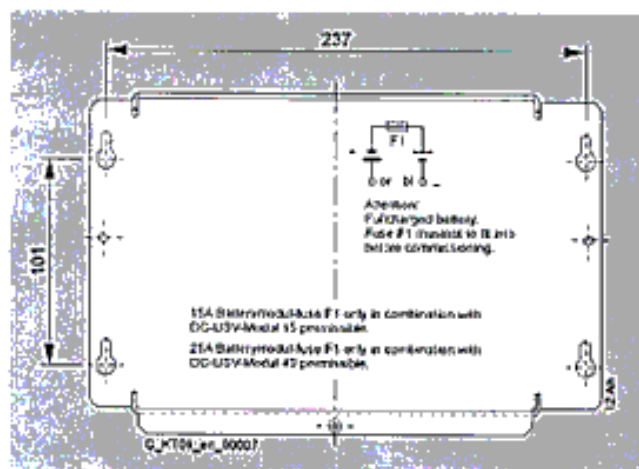


Рисунок 1.8 – Стандартный модуль 12, Ачас

Время питания нагрузки от батареи определяется временем ее разряда от полностью заряженного состояния до напряжения 21 В при температуре +25°C.

В установках с большим потреблением тока модуль DC UPS 40 А способен выдерживать импульсные токи до 120 А в течение 12 мс и токи до 40 А в течение нескольких минут (в зависимости от степени заряда батарей). Для обеспечения такой возможности модуль DC UPS 40 А должен комплектоваться не менее чем двумя параллельно включенными модулями батарей емкостью 7 Ачас.

В момент восстановления напряжения питающей сети модули батарей автоматически отключаются от нагрузки и переходят в режим заряда. Заряд продолжается до повышения напряжения батареи до уровня 27 или 27.3 В.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

16

1.2.4 Программное обеспечение SIMATIC PDM

SIMATIC PDM (Process Device Manager) содержит набор универсальных инструментальных средств конфигурирования, настройки параметров, проверки, диагностики и обслуживания интеллектуальных приборов полевого уровня (датчиков и исполнительных устройств) и полевых компонентов (удаленных входов/выходов, мультиплексоров, регуляторов и т.д.). Все операции выполняются с использованием единого интерфейса. Применение одного пакета SIMATIC PDM позволяет обслуживать более 1000 наименований приборов производства SIEMENS и более 100 крупных производителей подобной аппаратуры.

С точки зрения возможности интеграции приборов полевого уровня, SIMATIC PDM является наиболее мощным продуктом в своем классе во всем мире. Приборы, которые изначально не поддерживались SIMATIC PDM, могут быть интегрированы в его среду за счет импорта соответствующего описания прибора (EDD). Это позволяет защитить сделанные инвестиции и снизить затраты на дальнейшую эксплуатацию систем, а также обучение персонала. Параметры и функции всех поддерживаемых приборов отображаются в однородном виде независимо от вида поддерживаемых этими приборами коммуникационных интерфейсов.

SIMATIC PDM (рисунок 1.9) интегрируется в среду Asset Management SIMATIC PCS7. SIMATIC PDM обеспечивает поддержку широкого спектра информации приборов полевого уровня, описанных на языке EDD (Electronic Device Description – описание электронного прибора) [4].

SIMATIC PDM обеспечивает поддержку приборов, описываемых на языке EDD (Electronic Device Description), отвечающего требованиям стандартов EN 50391 и IEC 61804. EDD является наиболее распространенной технологией интеграции приборов полевого уровня, используемой в директивном порядке международными организациями пользователей PROFIBUS (PNO) и HART (HFC – HART Communication Foundation).

EDD содержит описание всех функций данного прибора. Используя это описание, SIMATIC PDM автоматически создает интерфейс пользователя с набором специфичных для данного прибора данных.

SIMATIC PDM обеспечивает поддержку приборов, описываемых на языке EDD (Electronic Device Description), отвечающего требованиям стандартов EN 50391 и IEC 61804. EDD является наиболее распространенной технологией интеграции приборов полевого уровня, используемой в директивном порядке международными организациями пользователей PROFIBUS (PNO) и HART (HFC – HART Communication Foundation). EDD содержит описание всех функций данного прибора. Используя это описание, SIMATIC PDM автоматически создает интерфейс пользователя с набором специфичных для данного прибора данных.

SIMATIC PDM обеспечивает поддержку приборов, описываемых на языке EDD (Electronic Device Description), отвечающего требованиям стандартов EN 50391 и IEC 61804.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

17

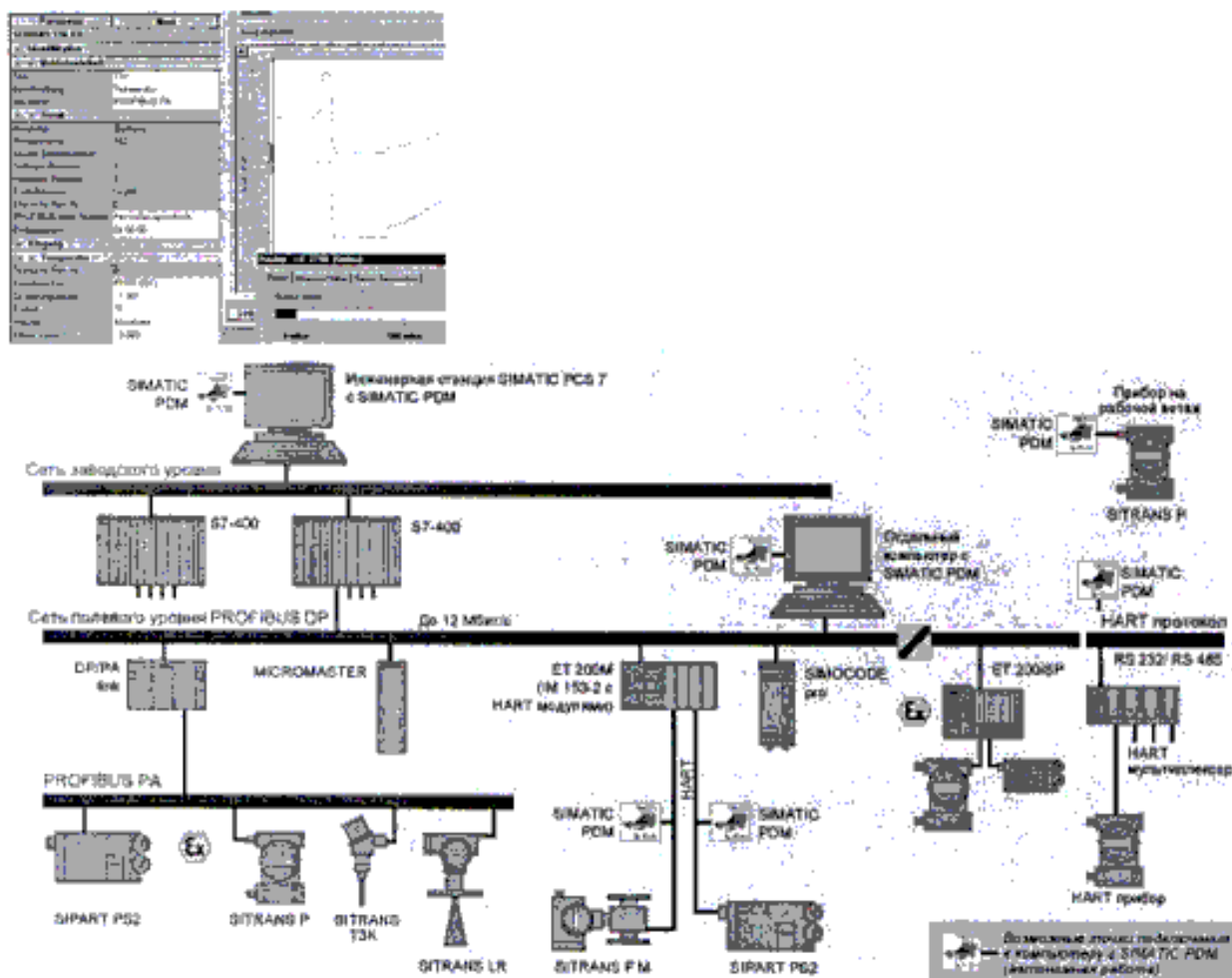


Рисунок 1.9 – Конфигурация системы с SIMATIC PDM

Библиотека SIMATIC PDM включает описание более 1000 приборов различных производителей. Дополнительные приборы могут включаться в эту библиотеку за счет импорта их EDD описаний. При необходимости в среде SIMATIC PDM могут создаваться дополнительные библиотеки приборов.

1.3 Автоматизированная система радиационного контроля «Пеликан»

Автоматизированная система радиационного контроля «Пеликан» предназначена для автоматизированного непрерывного радиационного контроля в помещениях радиационно-опасных объектов и АЭС.

Система выполняет непрерывные измерения мощности эквивалентной дозы гамма - и нейтронного излучений, объемной активности радиоактивных альфа - и бета - излучающих аэрозолей и бета - излучающих радиоактивных газов.

Информационная сеть СРК представляет собой локальную сеть стандарта Ethernet IEEE 802.3, объединяющую на правах клиентов измерительные устройства и рабочие станции операторов. Сеть имеет два сервера (основной и резервный); возможно также построение бессерверной сети. СРК позволяет производить все коммутации, связанные с ремонтом и поверкой измерительных устройств в «горячем режиме», без прерывания работы СРК.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

18

Таблица 1.1 – Результаты оценки работоспособности системы.

Отказавшее устройство	Распределенная АСРК RAMSYS	Централизованная АСРК TELEPERM ME	Комбинированная АСРК «Пеликан»
Блок первого уровня	Потеря данных с одного блока детектирования. Сохраняется работоспособность остальной системы.	Потеря данных с одного БД. Сохраняется работоспособность остальной системы.	Потеря данных с одного БД. Сохраняется работоспособность остальной системы.
Устройство второго уровня	Потеря данных с одного БД. Сохраняется работоспособность остальной системы.	Потеря данных со 100 БД. Сохраняется работоспособность остальной системы.	Потеря данных с 10-40 БД. Сохраняется работоспособность остальной системы.
Устройство третьего уровня	Потеря возможности централизованного отслеживания состояния всех БД. Сохраняется возможность следить за БД через устройства второго уровня. С помощью одного устройства можно отслеживать состояние только 1 БД.	Потеря работоспособности всей системы.	Потеря возможности централизованного отслеживания состояния всех БД. Сохраняется возможность следить за БД через устройства второго уровня. С помощью одного устройства одновременно отслеживается состояние 10-50 БД.

Стоимость аналогичной конфигурации комбинированной АСРК, выполненной на средствах АСРК «Пеликан», составляет 0,8-1,0 млн. \$US.

Распределенная система АСРК (RAMSYS) является наиболее приемлемой при небольшом количестве точек детектирования (20-30). Централизованное построение всего комплекса АСРК не является возможным, т.к. выход из строя устройства третьего уровня приведет к полной потере возможности следить за состоянием всех БД, что является не приемлемым для систем этого класса. Комбинированная система построения АСРК (АСРК2000) наилучшим образом подходит для организации мониторинга на АЭС с большим числом точек контроля (от 50 выше).

Вывод по разделу один

Перечислены основные типы построения АСРК, существующих в настоящее время. Описаны принцип работы устройств и блоков, их технические характеристики, назначения. Проведена оценка и сравнение АСРК, где были выделены их преимущества и недостатки друг перед другом.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

22

В результате сравнения АСРК для дипломной работы была выбрана комбинированная система АСРК, которая является наиболее простой и удобной в эксплуатации и установке. Где для 10-20 БД необходимо всего одно устройство второго уровня, в отличие от распределенной системы. Кроме того, выход из строя одного устройства второго уровня, ведет к потере данных не более чем от 10-20 БД, а не от 100, как в централизованной. При выходе из строя центрального пульта управления с помощью одного устройства можно одновременно следить за состоянием 10-20 БД и, таким образом, обслуживая 2-3 устройства, можно контролировать обстановку на АЭС до окончания ремонта.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

1.3.1 Автоматизированное рабочее место

Автоматизированное рабочее место для работы оперативного персонала приведен в соответствии с рисунком 1.10.



Рисунок 1.10 – Рабочее место оперативного персонала

Назначение [5]:

- 1) организации работы оперативного персонала с ПТК ВУ АСРК в диалоговом режиме посредством мониторов, акустической системы, клавиатуры;
- 2) приема и передачи информационных пакетов по каналам связи стандарта Ethernet 100BASE-TX (Ethernet 100 Base-FX);
- 3) выдачи сигнализации о неисправности оборудования АСРК и превышении контролируемыми параметрами предупредительной или аварийной уставок в виде цветового и звукового сигнала;
- 4) формирования и вывода на печать отчетной документации в виде таблиц и графиков по унифицированным формам.

1.3.2 Измеритель радиационного фона ИРТ-М

Измеритель радиационного фона (рисунок 1.11) ИРТ-М ФВКМ.412113.027 (далее - ИРТ-М) изготавливается в соответствии с требованиями ТУ 4362-088-31867313-2008. ИРТ-М предназначены для непрерывного измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД).

Принцип действия ИРТ-М основан на преобразовании энергии ионизирующих излучений в электрические импульсы. В качестве детекторов используются газоразрядные счётчики Гейгера-Мюллера различных типов.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19



Рисунок 1.11 – Измеритель радиационного фона ИРТ-М

Применяется для контроля радиационной обстановки на атомных электростанциях, предприятиях по переработке и использованию радиоактивных отходов, зонах, прилегающих к этим объектам, и могут работать как самостоятельно, так и в составе систем, комплексов и установок радиационного контроля. Имеет возможность передачи данных в информационные каналы связи и обеспечивает доступ к обработанной информации по линиям связи, организованным на базе интерфейса RS-485 и может работать как в составе систем, комплексов и установок радиационного контроля, так и самостоятельно.

1.3.3 Блок обработки и передачи информации БОП-1М

Блок обработки и передачи данных БОП-1М (рисунок 1.12) ФВКМ.468166.004 (далее - блок) предназначен для сбора данных с контрольно-измерительных устройств, взаимодействия с устройствами сигнализации и отображения информации, исполнительных устройств, поддерживающих интерфейс RS-485 с протоколом DiBUS [5].

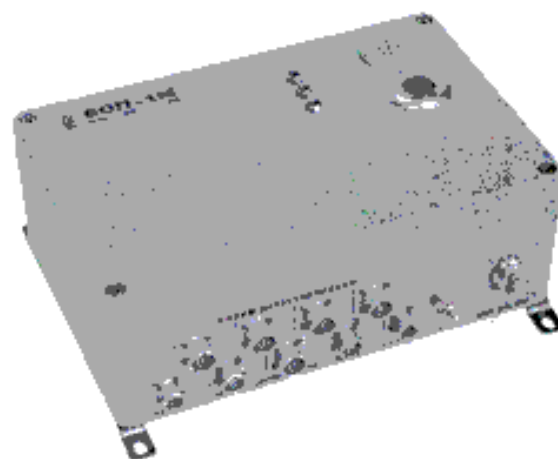


Рисунок 1.12 – Блок обработки и передачи данных БОП-1М

Блок производит последовательный опрос контрольно-измерительных устройств, подключенных к нему, получая данные о состоянии и значении измеренных величин. Проводится сравнение полученных данных с пороговыми значениями, определяемыми пользователем при настройке блока.

1.4 Оценка и сравнение автоматизированных систем радиационного контроля

В настоящее время на многих АЭС используются АСРК, технические характеристики которых не удовлетворяют целому ряду современных требований. Появление на рынке новых АСРК ставит руководство АЭС перед проблемой выбора оптимальной для себя системы. Рассмотрев на примерах основных типов построения АСРК, существующих в настоящее время, выделим их преимущества и недостатки друг перед другом.

Примером распределенной организации АСРК является система RAMSYS французской фирмы MGP Instruments, централизованной - TELEPERM ME немецкой фирмы Siemens, комбинированной - УДКС - 01 «Пеликан», Россия.

Произведем оценку и сравнение данных трех типов систем по параметрам: надежность, удобство в эксплуатации, стоимость.

Для оценки надежности разобьем каждую систему на 3 иерархических уровня: первый уровень - блоки детектирования, второй уровень - устройства обработки информации и сигнализации, третий уровень - центральные станции управления и отображения.

Произведем оценку работоспособности системы в случае отказа каждого из этих уровней. Результаты оценки представлены в таблице 1.1.

В распределенной системе при большом количестве блоков детектирования (далее БД) (300-500) сложность установки и эксплуатации резко возрастает, так как для каждого БД необходим свой блок LPU (локальный процессорный блок).

Комбинированная система АСРК приемлема при небольшом количестве точек детектирования. Выход из строя одного устройства обработки информации и сигнализации, ведет к потере данных от 10-50 БД.

Централизованное построение всего комплекса АСРК привело бы к неоправданно большому росту кабельных коммуникаций, что вызывает сложности установки и обслуживания системы. Потеря возможности контроля и управления всей системой при выходе из строя устройства третьего уровня является фактором, резко снижающим удобство эксплуатации данного типа АСРК.

Фирмы и организации, производящие и поставляющие системы АСРК, и заказчики аппаратуры обычно делают сумму договора конфиденциальной информацией. Кроме того, для каждого конкретного случая стоимость системы может меняться, так как состав аппаратуры АСРК сильно зависит от особенностей АЭС, на которую она поставляется. Поэтому о стоимости любой системы АСРК можно говорить лишь косвенно, например, на основании оценок экспертных совещаний. Так, по ряду оценок, стоимость распределенной системы АСРК (RAMSYS) на 260 каналов составляет около 5 млн. \$US. Стоимость централизованной системы АСРК TELEPERM ME составляет 7-9 млн. \$US.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Цех обращения с жидкими и твердыми горючими РАО

Согласно российскому «Закону об использовании атомной энергии» (от 21 ноября 1995 года № 170-ФЗ) радиоактивные отходы (РАО) – это ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается.

Более точно РАО можно определить как не подлежащие дальнейшему использованию вещества в любом агрегатном состоянии, материалы, изделия, оборудование, объекты биологического происхождения, радионуклидные источники, загрязненные объекты внешней среды, загрязненный грунт, в которых содержание радионуклидов превышает установленные нормами радиационной безопасности уровни.

Основная цель при обращении с радиоактивными отходами – охрана здоровья человека и обеспечение безопасности для окружающей среды, как в настоящее время, так и для будущих поколений.

Перечислим основные технологии обращения в цехе с горючими РАО [6]:

1) Сбор радиоактивных отходов. Сбор РАО проводится в специальных контейнерах, при проведении технологических процессов - в емкости. Контейнеры для транспортирования и хранения РАО отвечают всем требованиям безопасности и в обязательном порядке сертифицируются. Часто перед загрузкой РАО в контейнеры проводится их первичная сортировка. Если радиоактивными веществами загрязнено крупное оборудование, здания или территории, то сбор РАО проводится при дезактивации этих объектов.

2) Транспортирование РАО. РАО перевозятся только в специальных сертифицированных контейнерах железнодорожным, автомобильным и морским транспортом. В частности используются различные типы специальных автомобилей, отвечающие всем требованиям безопасности.

3) Переработка твердых радиоактивных отходов (ТРО):

а) Сортировка – проводится при работах по реабилитации радиационно-загрязненных объектов. Обычно РАО разделяются по либо по морфологическому составу (металл, стекло, изоляционные материалы и т.д.), либо по активности, либо по способам дальнейшей переработки.

б) Прессование – используется для уменьшения объема прессуемых ТРО (теплоизоляция, отработанные фильтры газоочистки, смешанные отходы и др.). Прессование происходит в 100 или 200 литровых бочках. Большинство используемых прессов обеспечивает уменьшение объема в 3-5 раз. Также существуют установки прессования с усилием до 2 МН, т.н. «суперкомпакторы», позволяющие достигнуть уменьшения объема в 10-15 раз.

в) Цементирование – используется, прежде всего, для кондиционирования сыпучих ТРО (зола после сжигания РАО и др.). Обеспечивает включение ТРО в состав цементной матрицы.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

Может реализовываться как при смешении твердых компонентов с водой, так и пропиткой высокопроницаемым цементным раствором первичных упаковок с ТРО.

г) Сжигание – используется для значительного уменьшения объема сжигаемых органических ТРО (ветошь, органические остатки, илы и др.). Установлено большое количество конструкций печей, температура сжигания варьируется от 800 до 1700 С (плазменная технология). Плазменная технология позволяет также сжигать смешанные ТРО со значительным количеством негорючих РАО. Недостатком данного метода является необходимость тщательной очистки отходящих дымовых газов, что повышает стоимость переработки.

4) Переработка жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Выпаривание (концентрирование) – используется для уменьшения объема ЖРО. При использовании выпарных аппаратов происходит уменьшение исходного объема в 20-100 раз. Концентрат в дальнейшем отверждается различными методами, либо, при получении высоконцентрированного солевого сплава, сразу размещается в контейнеры на хранение.

а) Цементирование – включение ЖРО в цементную матрицу, иногда – совместно с твердыми РАО. Также в матрицу включаются специальные добавки – сорбенты и др.

б) Сжигание – используется для сжигания органических ЖРО. Печь для сжигания радиоактивных отходов содержит корпус, внутри которого аксиально расположены не менее трех камер сжигания, имеющих общую камеру дожига золы, снабженную колосниковой решеткой.

5) Кондиционирование РАО. Кондиционирование жидких и твердых РАО – операция по изготовлению упаковки отходов, конечной целью которой является перевод РАО в форму, пригодную для транспортирования, хранения и захоронения. Кондиционированные РАО должны иметь твердое агрегатное состояние, характеризующееся оптимальной устойчивостью к радиационному, механическому, химическому, тепловому и биологическому воздействиям. Упаковка радиоактивных отходов предназначена: для временного хранения отходов в наземном инженерном сооружении; для транспортирования отходов по территории предприятия или за его пределами в составе транспортно-упаковочного комплекта (ТУК) или без него; для длительного хранения в инженерных сооружениях или захоронения отходов. Упаковка радиоактивных отходов предназначена для всех перечисленных стадий в целом или для временного хранения и транспортирования, или только для хранения и захоронения

2.2 Цель и задачи проектирования автоматизированной системы контроля радиактивности отходов

Автоматизированная система контроля радиактивности отходов предназначена для непрерывного радиационного контроля на территории цеха для выявления и прогнозирования возможных неисправностей основного технологического оборудования, целостности защитных барьеров.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

Так же предназначена система для эффективности работы систем водоочистки, систем герметичности оболочек, фильтров вентиляционных систем и т. д.

Служит для предупреждения или сведения к минимуму вероятности возникновения аварий и ухудшения радиационной обстановки на территории контролируемых объектов и вокруг них.

2.2.1 Назначения и цели создания АСРК

Основными целями создания АСРК являются:

- 1) обеспечение радиационной безопасности эксплуатационного персонала и населения, проживающего в зоне действия цеха, а так же повышение ее надежности за счет раннего обнаружения отклонений от нормальных режимов функционирования технологического оборудования, идентификации и устранения их причин;
- 2) предотвращение радиоактивного загрязнения окружающей среды сверх допустимых уровней, регламентированных нормами радиационной безопасности.

АСРК, создаваемая для цеха обращения с твердыми и жидкими горючими РАО, предназначена для получения, сбора, обработки, регистрации и представления информации о параметрах, характеризующих радиационное состояние объектов контроля. АСРК должна осуществлять контроль параметров при всех режимах работы, включая проектные и запроектные аварии, а также его состояние при выводе из эксплуатации.

2.2.2 Общие требования к конструкции

Технические средства (далее ТС) обеспечивают проведение необходимых операций и измерений в требуемом объеме, удобство и безопасность для работающего персонала.

ТС выполнены из коррозионностойких материалов или имеют кислото-щелочестойкое покрытие, обладающее необходимой влагостойкостью, стойкостью к повышенным температурам, малой сорбционной способностью.

Конструкция ТС обеспечивает:

- 1) удобство эксплуатации и радиационную безопасность персонала при работе;
- 2) возможность (доступность) дезактивации наружных и внутренних поверхностей ТС дезактивирующими растворами;
- 3) возможность осмотра поверхностей, удобство осуществления технического обслуживания и проверок во время работы.

ТС обеспечивают техническую и пожарную безопасность при:

- 1) монтаже и наладке;
- 2) эксплуатации, обслуживании и ремонте в течение всего назначенного срока службы.

Используемые для ТС покрытия выполнены из экологически безвредных и пожаробезопасных материалов. ТС выдерживают все режимы нормальной эксплуатации, включая испытательные режимы. Если при изготовлении, транспортировке и монтаже ТС или их элементы подвергаются нагрузкам большим, чем нагрузки при эксплуатации и испытаниях, то эти нагрузки учитываются при разработке ТС.

2.2.3 Показатели назначения

Технические средства нижнего уровня АСРК обеспечивают измерение радиационных параметров с целью диагностики состояния защитных барьеров и технологического оборудования систем с радиоактивными средами, поиска источников утечки радионуклидов и контроля утечки радиоактивных веществ в окружающую природную среду во всех режимах работы, включая аварии.

Режим работы ТС – постоянный.

2.2.4 Специальные требования к конструкции

ТС представляют собой функционально законченные измерительные средства (ИК), обеспечивающие измерение контролируемого параметра и преобразование информации в отображаемую физическую величину, доступную пониманию оператора.

Основными элементами ТС являются блок детектирования (БД) и микропроцессорный блок обработки данных. Микропроцессорный блок обработки данных обменивается информацией через сетевой шлюз с верхним уровнем АСРК посредством унифицированного резервированного интерфейса RS-485 (два независимых канала передачи данных). ТС имеет внешний выход, организованный на базе интерфейсов RS-232 для подключения переносного компьютера с целью выполнения процедур наладки и калибровки, а так же для получения информации по контролируемым параметрам и состоянию устройства в случае выхода из строя верхнего уровня АСРК.

ТС так же имеют энергонезависимую память, рассчитанную на хранение не менее 500 измерений, и обеспечивает сохранение этих данных в течение одного месяца после потери основного питания.

Микропроцессорный блок обработки данных состоит из двух модификаций: со встроенными средствами представления данных (цифровой индикатор и оптико-акустические сигнализаторы превышения пороговых уставок) и без встроенных средств.

Кроме этого, блок обработки инициирует релейные сигналы в виде «сухого контакта» (не менее 2-х сигналов) превышения пороговых уставок активности и не менее 1-го сигнала неисправности для использования этих сигналов во внешних системах.

ТС обеспечивают внутреннюю самодиагностику и проверку работоспособности с выдачей информации о результатах на верхний уровень.

При появлении неисправности в ТС и при переводе его в состояние технического обслуживания релейные сигналы превышения пороговых уставок активности должны автоматически блокироваться (функция передачи сигнала снимается).

Необходимые для функционирования ТС (ИК) внутренние кабельные связи между элементами ТС входят в его состав. Используемые для этого кабели не распространяют горение и не содержат галогенов.

ТС (ИК) контроля мощности поглощенной дозы гамма-излучения от технологических сред инициируют релейные сигналы в виде «переключающегося сухого контакта» (не менее 3-х сигналов) с максимальным напряжением и током на контакте 33 В и 10 мА соответственно. Переключение контакта происходит при включении устройства детектирования. При превышении пороговой уставки мощности поглощенной дозы или при неисправности контакт возвращается в исходное состояние.

Блоки детектирования ТС контроля мощности поглощенной дозы гамма-излучения (аварийные) размещаются внутри защитной герметичной оболочки, где расположено основное оборудование 1 контура реакторной установки. Блоки детектирования рассчитаны (включая внутренний участок кабеля) на восприятие внешних аварийных воздействий, характеризуемых повышением давления до 0,5 МПа и температурой внутри этого объема до 165°C. Блоки обработки этих ТС, располагаются вне защитной герметичной оболочки с нормальными условиями эксплуатации.

Длина кабельной связи между блоком детектирования и блоком обработки должна быть не менее 80м. При этом участок кабельной связи внутри защитной герметичной оболочки должен быть не менее 70м. Кабельная связь имеет разъемное соединение между БД и блоком обработки со стороны внутренней части защитной герметичной оболочки. Конструкция герметичной проходки, входящей в комплект поставки, обеспечивает возможность замены БД, в случае выхода его из строя, без нарушения её целостности.

2.3 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение ТС совместимо с информационным обеспечением ТС, взаимодействующих с ним, по содержанию, системе кодирования, методам адресования, форматам данных и форме представления информации.

Информационное обеспечение содержит совокупность решений по количеству, организации, форме, содержанию, распределению, хранению и объему информации, используемой в ТС при их функционировании, а также по способам ее регистрации и отображения, распределению информационных потоков, видам и формам ее представления, правилам работы с этой информацией.

Информационное обеспечение ТС удовлетворяет требованиям ГОСТ 24.104-85, РД 50-34.698-90.

В основу информационного обеспечения ТС положены следующие принципы:

- 1) контроль достоверности данных;
- 2) защита информации от несанкционированного доступа;

- 3) исключение разрушения данных при сбоях и отказах оборудования;
- 4) хранение информации в течение заданного количества циклов;
- 5) отображение информации в виде цифровых текущих значений параметров, графиков, гистограмм, таблиц;
- 6) восстановление данных.

2.4 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение ТС реализовывает техническое обслуживание, установки параметров, просмотр результатов измерения (используется для доступа к блокам обработки устройств детектирования с помощью интерфейсов RS-485 или RS-232).

В процессе разработки программного обеспечения обеспечено его соответствие показателям качества по всем факторам, установленным ГОСТ 28195-89 (надёжность, сопровождение, удобство применения, эффективность, универсальность и корректность).

Вывод по разделу два

Основная цель при обращении с радиоактивными отходами – охрана здоровья человека и обеспечение безопасности для окружающей среды, как в настоящее время, так и для будущих поколений. Основные технологии обращения в цехе с твердыми и жидкими горючими РАО: сбор радиоактивных отходов; транспортирование РАО; переработка твердых и жидких радиоактивных отходов; кондиционирование РАО.

АСРК, создаваемая для цеха предназначена для получения, сбора, обработки, регистрации и представления информации о параметрах, характеризующих радиационное состояние объектов контроля. В данном разделе были описаны технические требования, которые определяют требования к разработке, изготовлению, обеспечению и контролю качества.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Устройство детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы гамма – излучения

3.1.1 Назначение устройства

Устройство (далее УДМГ) предназначено для контроля радиационной обстановки и измерения мощности эквивалента амбиентной дозы (МЭАД) гамма – излучения. Может работать как самостоятельно, так и в составе систем радиационного контроля на АЭС, а также на других ядерно – опасных и радиационно – опасных объектах. Осуществляет вычисление значения измеряемого радиационного параметра непосредственно в устройстве, передачу измеренного значения радиационного параметра по цифровым каналам, выработку сигналов превышения контролируемых уровней, индикацию измеренного значения МЭАД поля гамма-излучения в цифровой форме при помощи встроенного алфавитно-цифрового индикатора (АЦИ).

Состоит из одного измерительного канала (ИК), состоящего из двух счетных каналов (СК). ИК - комплекс программно – технических средств, реализующих функцию вычисления значения одного контролируемого параметра, определения его состояния и состояния самого комплекса. СК – программно – технические средства, реализующие функцию вычисления значения физической величины на основе данных, полученных от одного детектора ионизирующего излучения.

Режим работы – длительное, непрерывное, круглосуточное функционирование. Устройство устойчиво к воздействию атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.). По защищенности от проникновения твердых предметов и воды устройство соответствует степени защиты по ГОСТ 14254–96: блок многофункциональный с АЦИ – IP55, блок детектирования мощности гамма – излучения (БДМГ) – IP67.

3.1.2 Технические характеристики

Чувствительность устройства соответствует данным, приведенным в таблице 3.1, в соответствии с градуировочной характеристикой при увеличении $H^*(10)$ по формулам:

$$H^*(10) = \begin{cases} H^*(10)_{\text{чув}}, \text{ при } H^*(10)_{-1} < p H^*(10)_{\text{пр}}; \\ H^*(10)_{\text{пр}}, \text{ при } H^*(10)_{-1} \geq H^*(10)_{\text{пр}}, \end{cases}$$

где $H^*(10)_{\text{чув(ГР)}}$ – значение МЭАД поля гамма-излучения чувствительного (грубого) поддиапазона, определяемое по формуле:

$$H^*(10)_{\text{чув(ГР)}} = \frac{1}{S_{\text{СК чув(ГР)}}} \left[\frac{F_{\text{чув(ГР)}}}{1 - \tau_{\text{чув(ГР)}} \cdot F_{\text{чув(ГР)}}} \right] \cdot H^*(10)_{\text{эф.чув(ГР)}},$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

30

где $S_{cs, \text{чув(ГР)}}$ – чувствительность при измерении МЭАД поля гамма-излучения для чувствительного (грубого) поддиапазона измерений (см. таблицу 3.1), $\text{с}^{-1}/(\text{Зв} \cdot \text{ч}^{-1})$;

$F_{\text{чув(ГР)}}$ – среднее значение скорости счета для чувствительного (грубого) поддиапазона измерений, с^{-1} ;

$\tau_{\text{чув(ГР)}}$ – коэффициент линейаризации для чувствительного (грубого) поддиапазона измерений (см. таблицу 3.1), с;

$H^*(10)_{\text{сф.чув(ГР)}}$ – значение МЭАД поля гамма-излучения, обусловленной собственным фоном устройства, для чувствительного (грубого) поддиапазона измерений, Зв/ч ;

$H^*(10)_{,1}$ – значение МЭАД поля гамма-излучения, полученное на предыдущем цикле измерений, Зв/ч ;

$H^*(10)_{\text{ГР}}$ – значение МЭАД поля гамма-излучения, при котором происходит переключение в грубый поддиапазон. Значение задается на месте эксплуатации и должно находиться в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-4}$ до $1,0 \text{ Зв/ч}$;

$\Delta H^*(10)$ – гистерезис для перехода между грубым и чувствительным поддиапазонами, Зв/ч . Определяется как разница между точкой переключения и началом грубого поддиапазона. Максимальное значение составляет $0,9999 \text{ Зв/ч}$.

Чувствительность устройства соответствует данным, в соответствии с градуировочной характеристикой при уменьшении $H^*(10)$ по формулам:

$$H^*(10) = \begin{cases} H^*(10)_{\text{чув}}, \text{ при } H^*(10)_{,1} < H^*(10)_{\text{ГР}} - \Delta H^*(10); \\ H^*(10)_{\text{ГР}}, \text{ при } H^*(10)_{,1} \geq H^*(10)_{\text{ГР}} - \Delta H^*(10). \end{cases}$$

Таблица 3.1 – Измерение МЭАД гамма – излучения.

Поддиапазон	Чувствительный	Грубый
Диапазон, Зв/ч	$1,0 \cdot 10^{-7} - 1,0$	$1,0 \cdot 10^{-4} - 1,0 \cdot 10^2$
Чувствительность по радионуклиду ^{137}Cs , S_{cs} , $\text{с}^{-1}/(\text{Зв/ч})$	$(1,2 \pm 0,2) \cdot 10^6$	$(9,0 \pm 2,0) \cdot 10^3$
Чувствительность измерений по ОСГИ ^{137}Cs , S_{Tcs} , $\text{с}^{-1}/\text{Бк}$	$(1,3 \pm 0,4) \cdot 10^4$	$(1,2 \pm 0,4) \cdot 10^6$
Коэффициент перехода на штатном месте от МЭАД гамма-излучения к активности ОСГИ, Кпш , $(\text{Зв/ч})/\text{Бк}$	$(1,4 \pm 0,6) \cdot 10^{-10}$	$(1,4 \pm 0,6) \cdot 10^{-10}$
Коэффициент линейаризации τ , с	$(2,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-6}$	$(2,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-6}$

Время установления рабочего режима устройства (без учета времени выполнения первого измерения) не более 100 с. Время измерения в начале диапазона (от $1,0 \cdot 10^{-7}$ до $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ Зв/ч}$) не превышает 2000 с.

Питание осуществляется от источника постоянного тока с номинальным напряжением 48 В. Устойчиво к изменению напряжения питания от 20 В до 60 В.

Предел допускаемой основной относительной погрешности устройства при измерении МЭАД гамма-излучения образцового спектрометрического гамма-источника (ОСГИ) радионуклидов (^{57}Co , ^{137}Cs , ^{60}Co), а так же при измерении МЭАД поля гамма-излучения в диапазоне измерений, представленном в таблице 3.1, не более $\pm 25\%$.

Значение МЭАД гамма-излучения, обусловленное собственным фоном устройства детектирования мощности гамма-излучения, должно быть не более $4,2 \cdot 10^{-8}$ Зв/ч для чувствительного поддиапазона и не более $8,3 \cdot 10^{-7}$ Зв/ч для грубого поддиапазона при мощности экспозиционной дозы гамма-излучения не более 0,25 мкЗв/ч (25 мкР/ч).

Режим работы устройства непрерывный, нестабильность импульсного потока на выходе устройства за 24 ч составляет не более $\pm 5\%$. Пусковой ток не более 15 А при длительности переходного процесса не более 0,1 с. Мощность составляет не более 10 Вт.

Обеспечивает обмен информацией с устройствами вышестоящего уровня, а также трансляцию пакетов при обмене информацией между устройствами верхнего уровня и устройствами, подключенными к тому же сегменту, по протоколу ModBus в режиме RTU.

Предусмотрена возможность ручной, дистанционной и автоматической проверки (контроля) функционирования. При удаленном управлении выполняет следующие функции:

- 1) передачу на вышестоящий уровень текущих и архивных значений контролируемых параметров, состояния ИК, состояния подключенного оборудования;
- 2) прием и исполнение команд управления бленкером (генератор проверки работоспособности, состоящий из генератора импульсов и светодиода);
- 3) прием и исполнение команд управления режимами работы устройства.

Предел допускаемой относительной погрешности срабатывания сигнализации соответствует пределу допускаемой основной относительной погрешности устройства. При переводе ИК в состояние тестирования, обеспечивает автоматическое включение блокировки выдачи сигналов превышения порогов, предназначенных для управления сигнализаторами.

УДМГ обеспечивает вычисление и сохранение в архиве следующих данных:

- 1) значение контролируемого параметра;
- 2) состояние ИК и подключенного оборудования;
- 3) дата и время записи в архив.

Устройство предоставляет:

- 1) защиту от искажения входной информации, поступающей по каналам связи с устройствами верхнего уровня;
- 2) защиту от сбоев и частичных отказов, в том числе по общей причине;
- 3) защиту от ошибочных действий персонала;
- 4) защиту от несанкционированного доступа к управлению режимами работы.

Устройство детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы гамма – излучения состоит из БДМГ, блока многофункционального с АЦИ.

3.1.3 Конструкция изделия

3.1.3.1 Блок детектирования мощности гамма – излучения

БДМГ представляет собой цилиндрический корпус, выполненный из нержавеющей стали, внутри которого расположен узел детектирования (рисунок 3.1).

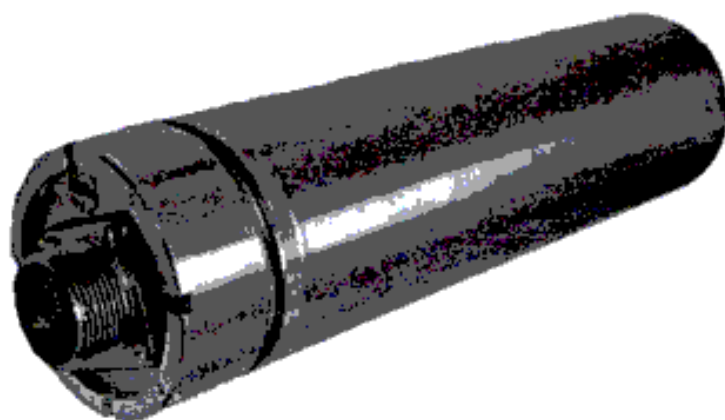


Рисунок 3.1 – Блок детектирования мощности гамма – излучения

Узел детектирования состоит из узла детекторов, узла комбинированного и узла питания. Содержит два кремниевых ионно–имплантированных детектора площадью 250 и 1 мм² и один светодиод. Детекторы и светодиод размещены в металлическом корпусе и залиты кремнийорганическим компаундом, на корпус одевается фильтр. Металлический корпус обеспечивает защиту детекторов от помех. Фильтр выравнивает коэффициенты преобразования детекторов по энергиям фотонов.

Узел комбинированный содержит двухканальный импульсный усилитель, два амплитудных селектора, два магистральных импульсных усилителя, один генератор импульсных сигналов. Все элементы узла комбинированного размещены на печатной плате и защищены от помех металлическим экраном.

На печатной плате узла комбинированного также установлен выходной соединитель с узлом детектирования.

Узел питания содержит DC\DC преобразователи и фильтры входной и выходной цепей питания. DC\DC преобразователи и фильтры питания помещены в металлический экран.

Узел детекторов, узел комбинированный и узел питания закреплены на шасси.

- 3) выделение команд и данных, предназначенных для устройства;
- 4) отправку ответных сообщений в соответствующий канал связи RS-485.

3.1.4 Разработка электрической принципиальной схемы для процессорного узла

3.1.4.1 Выбор электрорадиоизделий

Условия эксплуатации различных типов радиоизделий существенно зависят от климатических особенностей местности, где они будут работать, от рода объекта, на котором они установлены, и других причин.

Блок многофункциональный с АЦИ по объекту установки относится к классу наземной электронной аппаратуры. По устойчивости к воздействию температуры окружающего воздуха устройство удовлетворяет требованиям ГОСТ 27451-87 группе В4 с диапазоном температур: от минус 40 до плюс 75 °С.

Устойчиво к воздействию относительной влажности окружающего воздуха до 98 % при температуре 35°С и более низких температурах без конденсации влаги. Класс защиты IP55, что означает частичная защита от пыли (проникающее количество не мешает работе устройства) и защита от водяных потоков с любого направления.

В сейсмостойком исполнении, относится к категории I по НП-031-01, элементы которых должны сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до максимального расчетного землетрясения (МРЗ) включительно и сохранять работоспособность при землетрясении интенсивностью до проектного землетрясения (ПЗ) включительно и после его прохождения. Выдерживает сейсмические воздействия до уровня МРЗ включительно интенсивностью по шкале MSK-64 и на высоте размещения от нулевой отметки: 9 баллов и до 70 м.

Элементы выбираем в соответствии с ОСТ4-010.030-81.

3.1.4.2 Выбор пассивных элементов схемы

Конденсаторы С1-С9, С11, С12, С15, С17-С25 керамические, серии В37641К, имеющие емкость в 1 мкФ с допустимым отклонением ±10%. Работают в диапазоне температур от -55 до +85°С с номинальным напряжением 16В.

Конденсаторы С13, С14, С16, С26, С27 керамические, серии GRM32 с емкостью в 10 мкФ. Рабочий диапазон температуры составляет от -30 до +85°С. Номинальное напряжение конденсаторов 25В.

Конденсатор С10 керамический, серии К154К20Х7RF5, номинальное напряжение которых составляет 100В. Емкость в 0,1 мкФ с допустимым отклонением ±10% и рабочим диапазоном температуры от -50 до +125°С.

Все резисторы (кроме R16) в процессорном узле постоянные непроволочные безвыводные общего применения Р 1-12. Номинальная мощность рассеивания составляет 0,25Вт и допускаемое отклонение сопротивления ±5%.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

Максимально допустимая рабочая температура резисторов при снижении номинальной мощности рассеяния +155°C. Пониженная рабочая и предельная температура среды -60°C. Диапазон номинальных сопротивлений от 0,75 до 22×10⁶ Ом с предельным рабочим напряжением в 200В.

Резистор подстроечный R16 серии PVG5H103A01. Номинальное сопротивление 10Ком с допускаемым отклонением ±10%, номинальная мощность 0,25Вт.

Катушка индуктивности L1 серии B82464G. Технические параметры: номинальная индуктивность 22мкГн; допуск номинальной индуктивности ±20%; максимальный постоянный ток 2250мА; активное сопротивление 0,052Ом; рабочая температура от - 55 до +125°C.

Диоды кремниевые VD1 – VD3. Технические параметры: максимальное постоянное обратное напряжение 75В; максимальное импульсное обратное напряжение 85В; максимальный прямой (выпрямленный за полупериод) ток 0,2А; максимально допустимый прямой импульсный ток 0,45А; максимальный обратный ток 0,05мкА; максимальное прямое напряжение 1,25В; максимальное время обратного восстановления 0,004мкс; общая емкость 1,5ПФ; рабочая температура от - 65 до +150°C.

3.1.4.3 Выбор активных элементов схемы

Модуль питания В1 (DC-DC) серии TEN 8-4811W1. Номинальное входное напряжение 48В и мощностью 8Вт. Напряжение одного выхода 5В, ток которого составляет до 1А. Коэффициент полезного действия 69%. Рабочая температура от - 40 до +85°C. Защита от короткого замыкания продолжительная с автовосстановлением.

Батарея GB1 серии BR2032-1HF литиевая с двумя выводами и высокой надежностью. Емкость батареи 190мАч и напряжение 3В. Диапазон температуры составляет от -30 до +80°C.

Светодиоды HL1, HL3 – HL5 с углом обзора 15⁰ зеленого цвета. Устойчивы к воздействию ультрафиолетового излучения благодаря эпоксидной смоле. Длина волны составляет 526нм с минимальной интенсивностью света при 20мА – 5500, максимальной – 9300. Светодиод HL2 с углом обзора 15⁰ красного цвета. Длина волны составляет 630нм.

Транзистор полевой VT1 серии IRLML2803. Технические параметры: полярность N; максимальная рассеиваемая мощность 0,54Вт; предельно допустимое напряжение сток-исток 30В; предельно допустимое напряжение затвор-исток 4,5В; максимально допустимый постоянный ток стока 1,2А; сопротивление сток-исток открытого транзистора 0,25 Ом. Диапазон температуры составляет от -40 до +150°C.

3.1.4.4 Выбор микросхем

Стабилизатор напряжения DA1 LM3940IMP-3.3 с номинальным выходным током 1А и выходным напряжением 3,3В.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

36

Минимальное входное напряжение стабилизатора составляет 4,5В, а максимальное входное напряжение 7,5В. Рабочая температура от -40 до +125°C.

Микросхема DA2 ADM232LAR - высокоскоростной приемопередатчик RS-232. Количество приема/передатчиков 2/2, скорость передачи которых 120Кбит/с. Напряжение питания 5В. Диапазон температуры составляет от -40 до +85°C. Количество внешних конденсаторов 5 шт. с номинальной емкостью 1мкФ.

Микросхема DA3 ADM660AR – DC-DC конвертор. Диапазон входных напряжений 1,5 ... 7 В, диапазон выходных напряжений -7 ... -14 В. Максимальный выходной ток 100мА. Рабочая частота составляет 120кГц. Диапазон температуры составляет от -40 до +85°C.

Микроконтроллер DD1 DS89C450-ENL серии 89С. Технические параметры: процессор 8051; размер ядра 8-Bit; скорость 33МГц; число вводов/выводов 44; размер программируемой памяти 64Кбит; тип программируемой памяти Flash; напряжение источника (Vcc/Vdd) 4,5 ... 5,5 В; рабочая температура от -40 до +85°C.

Микроконтроллер DD2 FM1808-70-S серии FM1808-70. Технические параметры: размер программируемой памяти 256Кбит; размер памяти 32К; время цикла доступа 70нс; число вводов/выводов 28; рабочее напряжения питания 0 ... 5 В; рабочая температура от -40 до +85°C.

Микроконтроллер DD3 K6X0808C1D-BF55 серии K6X0808C1D. Технические параметры: объем памяти 256Кбит; напряжение питания 4,5 ... 5,5 В; время цикла доступа 55нс; размер памяти 32К; число вводов/выводов 28; рабочая температура от -40 до +85°C.

Модуль часов реального времени DD4 RTC-72423A. Технические параметры: формат времени 12/24 часа (часы:минуты:секунды); форма даты (год:месяц:число); интерфейс подключения параллельный; напряжение питания 4,5 ... 5,5 В; рабочая температура от -40 до +85°C.

Программируемый кварцевый генератор DD5 SG-8002CA 22.1184 PTC. Технические параметры: частота 22,1184МГц; потребление тока 45мА; напряжение питания 4,5 ... 5,5 В; рабочая температура от -20 до +70°C.

Температурный датчик DD6 MAX6577ZUT. Технические параметры: температура считывания от -40 до +125°C; точность от ±3 до 7,5 °C; напряжение питания 2,7 ... 5,5 В.

Интегральная программируемая микросхема DD7 EPM3512AQI208-10 серии MAX 3000A. Технические параметры: задержка $t_{pd}(1)$ макс. 10.0 нс; напряжение питания 3 ... 3,6 В; число макроячеек 512; число вводов/выводов 172; количество логических блоков/элементов 32; количество вентилях 10000; рабочая температура от -40 до +85°C.

Микросхема DD8 ЭКФ1554ЛН1. Технические параметры: функциональное назначение НЕ; количество вентилях 6; номинальное напряжение питания 5 В; ток потребления 0,008А; время задержки распространения 13,5 нс; рабочая температура от -40 до +85°C.

3.1.4.5 Выбор коммутирующих элементов

Матричная клавиатура SA1 и SA2 87FC3-201. Клавиатура содержит 4 модуля. Номинальное напряжение составляет 24 В с током потребления 0,01А. Диапазон температуры составляет от -40 до +80°С.

3.1.5 Принцип работы устройства и схемы электрической принципиальной

В блоке многофункциональном происходит обработка и логический анализ информации (рисунок 3.3), поступающей с БДМГ. Обработка и анализ заключается в следующем:

- 1) распознавание работающего поддиапазона и, следовательно, выбор соответствующего набора констант;
- 2) вычисление МЭАД в основных или альтернативных единицах измерения.

Переключение поддиапазонов происходит следующим образом. Если импульсный поток n_1 возрастает (рисунок 3.4) и становится равным установленному предельному значению $n_{1пр}$, вырабатывается сигнал, по которому устройство переходит на работу в грубом поддиапазоне.

После переключения на грубый поддиапазон цикл измерения в грубом поддиапазоне начинается с начала, выставляется сигнал «Недостовренность данных» и значение физической величины устанавливается равным значению физической величины в чувствительном поддиапазоне до окончания цикла измерения физической величины в грубом поддиапазоне.

Работа устройства в грубом поддиапазоне аналогична работе в чувствительном. Если при измерениях в грубом поддиапазоне n_2 уменьшается и становится равным установленному предельному значению $n_{2пр}$, вырабатывается сигнал, по которому устройство переходит в исходное состояние.

После переключения на чувствительный поддиапазон цикл измерения в чувствительном поддиапазоне начинается с начала, выставляется сигнал «Недостовренность данных» и значение физической величины остается равным значению физической величины в грубом поддиапазоне до окончания цикла измерения физической величины в чувствительном поддиапазоне.

Если значение физической величины меньше нижней границы диапазона измерений, выставляется признак «Выход за нижнюю границу диапазона измерений». Если значение физической величины больше верхней границы диапазона измерений, выставляется признак «Выход за верхнюю границу диапазона измерений».

Устройство осуществляет взаимодействие с аппаратурой верхнего уровня по двум последовательным каналам передачи данных (основному и резервному) в соответствии с протоколом ModBus: 2 x RS -485.

При взаимодействии происходит передача следующих параметров:

- 1) от устройства:
 - а) текущее значение МЭАД поля гамма-излучения;
 - б) состояние ИК;
 - в) состояние оборудования устройства;
 - г) состояние подключенных к устройству местных сигнализаторов;
 - д) значение конфигурационных параметров (констант);
- 2) в устройство:
 - а) команды управления режимами работы;
 - б) команды установки текущего астрономического времени;
 - в) команды записи конфигурационных параметров (констант).

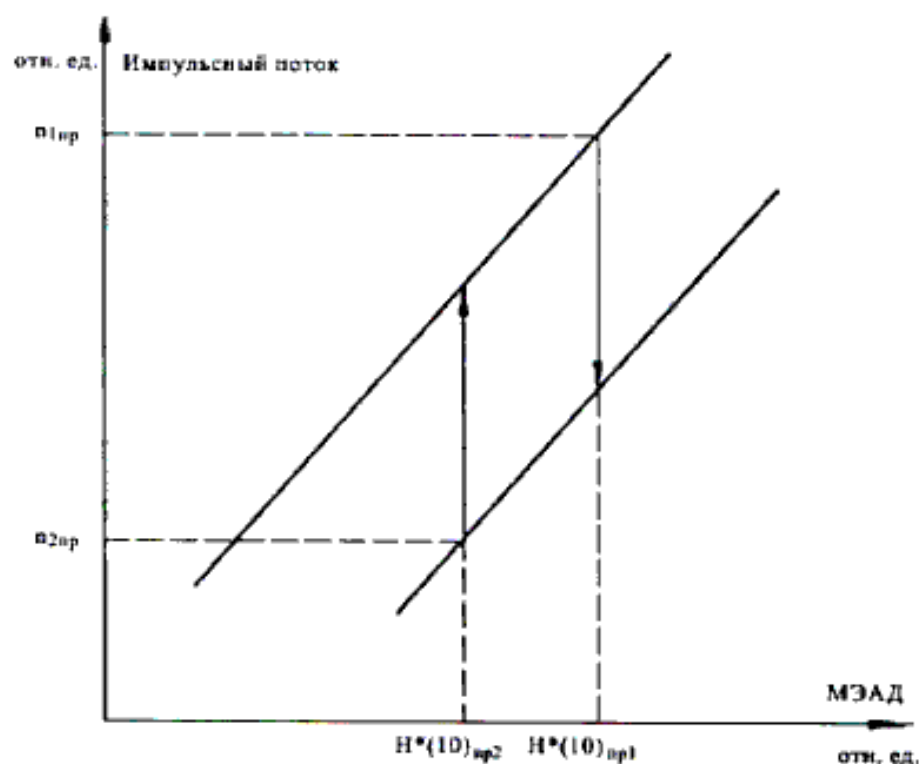


Рисунок 3.4 – Переключение поддиапазонов устройства

Блок многофункциональный с АЦИ предоставляет индикацию с помощью единичных индикаторов и встроенного сигнализатора:

- 1) включенного состояния устройства (зеленый цвет свечения);
- 2) сигнала «Норма» (зеленый цвет свечения);
- 3) сигнала обобщенной неисправности устройства подключенного оборудования (красный цвет свечения);
- 4) сетевой активности последовательных каналов передачи данных RS-485 (зеленый цвет свечения);
- 5) готовности (работоспособности) устройства (зеленый цвет свечения);

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

40

Устройство отображает на АЦИ:

- 1) измеренного значения МЭАД с размерностью;
- 2) сигналов состояния ИК;
- 3) диагностической информации о неисправности устройства и подключенного оборудования (в соответствующих исполнениях).

3.2 Устройство детектирования непрерывного контроля суммарной объемной активности жидкости

3.2.1 Назначение устройства

Устройство (далее УДЖГ) предназначено для непрерывного измерения объемной активности (ОА) гамма-излучающих радионуклидов в жидкости на объектах ядерной энергетики, как в автономном режиме, так и в составе автоматизированных систем и установок радиационного контроля. Осуществляет вычисление значения измеряемого радиационного параметра непосредственно в устройстве, передачу измеренного значения радиационного параметра по цифровым каналам без внесения дополнительной метрологической погрешности, выработку сигналов превышения контролируемых уровней, индикацию измеренного значения радиационного параметра в цифровой форме при помощи встроенного АЦИ.

Состоит детектор из одного ИК, состоящего из одного СК. Режим работы - длительное, непрерывное, круглосуточное функционирование.

Устройство устойчиво к воздействию атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

По защищенности от проникновения твердых предметов и воды соответствует степени защиты по ГОСТ 14254-96: для блока многофункционального – IP55, для блока детектирования гамма-излучающих радионуклидов в жидкости (БДЖГ) – IP65.

3.2.2 Технические характеристики

Устройство обеспечивает измерение ОА в жидкости по двум ИК и по одному разностному каналу (РК), $A_{V1(2,3)}$, Бк/м³, в диапазоне, указанном в таблице 3.2, в соответствии с градуировочной характеристикой по формулам

$$\text{ИК1: } A_{V1} = A_{VБД1};$$

$$\text{ИК2: } A_{V2} = A_{VБД2};$$

$$\text{РК: } A_{V3} = A_{VБД1} - A_{VБД2};$$

где $A_{VБД1(БД2)}$ – значения ОА в жидкости для ИК 1 и ИК 2, Бк/м³, определяемые по формуле:

$$A_{VБД1(БД2)} = \frac{F_{БД1(БД2)}}{S_{БД1(БД2)}} \cdot A_{VБД1(БД2)Ф},$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

41

где $S_{БД1(БД2)}$ – чувствительности при измерении ОА в жидкости для ИК 1 и ИК 2, $м^3/(Бк \cdot с)$;

$F_{БД1(БД2)}$ – значения импульсных потоков по ИК 1 и ИК 2, соответственно, $с^{-1}$;

$A_{v БД1(БД2)Ф}$ – значение ОА, измеренное в чистой (не радиоактивной) воде, для ИК 1 и ИК 2, $Бк/м^3$.

Устройство регистрирует гамма-излучение в диапазоне энергий от 0,1 до 1,5 МэВ, при этом чувствительность устройства при измерении активности образцовых спектрометрических гамма – источников (ОСГИ) соответствует данным. Чувствительности $S_{БД1(БД2)}$ устройства при измерении ОА радионуклидов кобальт-57, цезий-137 и кобальт-60 в жидкости соответствуют значениям.

Предел допускаемой основной относительной погрешности устройства при измерениях активности ОСГИ кобальт-57, кобальт-60 и цезий-137 равен $\pm 20 \%$. Предел допускаемой основной относительной погрешности устройства при измерении ОА радионуклидов кобальт-57, цезий-137 и кобальт-60 в жидкости равен $\pm 30 \%$.

Измеренное значение ОА, погруженного в чистую (не радиоактивную) воду так, что расстояние от центра детектора Д123 до ближайшей к нему точки стенки, дна емкости или поверхности жидкости составляет не менее 0,6 м, не более $3,0 \cdot 10^4$ $Бк/м^3$ ($40 с^{-1}$). Собственный фон устройства, помещенного в свинцовую защиту толщиной не менее 5 см, при размещении его в помещении с естественным фоном гамма-излучения мощностью дозы не более 25 $мкР/ч$, составляет $(5,8 \pm 4,0) \cdot 10^3$ $Бк/м^3$. Значения ОА, имитированное включенным бленкером, составляет $(8,8 \pm 3,0) \cdot 10^5$ $Бк/м^3$ (от 800 до 1200 $с^{-1}$).

Переходные коэффициенты $K_{П БД1(БД2)}$ от чувствительности при измерении ОА радионуклидов кобальт-57, цезий-137 и кобальт-60 в жидкости к чувствительности при измерении активности ОСГИ кобальт-57, цезий-137 и кобальт-60 соответствуют значениям, и определяются по формуле:

$$K_{П БД1(БД2)} = \frac{S_{БД1(БД2)}}{S_{БД1(БД2)П}}$$

где $S_{БД1(БД2)}$ - чувствительность при измерении ОА радионуклидов кобальт-57, цезий-137 и кобальт-60 в жидкости, $м^3/(Бк \cdot с)$;

$S_{БД1(БД2)П}$ - чувствительность при измерении активности ОСГИ (кобальт-57, цезий-137 и кобальт-60), $с^{-1} \cdot Бк^{-1}$.

Время измерения (время усреднения информации) для начального значения диапазона измерений не превышает 2000 с.

Питание осуществляется от источника постоянного тока с номинальным напряжением 48 В. Устойчиво к изменению напряжения питания от 20 до 60 В.

Режим работы непрерывный, нестабильность за 24 ч непрерывной работы не превышает $\pm 5 \%$. Пусковой ток не более 15 А при длительности переходного процесса не более 0,1 с. Потребляемая мощность не более 10 Вт.

Обеспечивает обмен информацией с устройствами вышестоящего уровня, а также трансляцию пакетов при обмене информацией между устройствами верхнего уровня и устройствами, подключенными к тому же сегменту по двум последовательным каналам передачи данных RS-485 (основному и резервному), функционирующим в соответствии с протоколом ModBus в режиме RTU.

Таблица 3.2 - Диапазон ОА гамма-излучающих радионуклидов в жидкости.

Канал	ИК		
	^{57}Co	^{137}Cs	^{60}Co
Радионуклид			
Диапазон измерений, Бк/м ³ (Ки/л)	$2,5 \cdot 10^4 - 2,5 \cdot 10^6$ ($6,7 \cdot 10^{-10} - 6,7 \cdot 10^{-8}$)	$2,5 \cdot 10^3 - 2,5 \cdot 10^6$ ($6,7 \cdot 10^{-11} - 6,7 \cdot 10^{-8}$)	
Чувствительность к радионуклидам (^{57}Co , ^{137}Cs , ^{60}Co) в жидкости, $S_{\text{БД1(БД2)}}$, м ³ /(Бк·с)	$(3,80 \pm 0,57) \cdot 10^{-4}$	$(12,00 \pm 1,80) \cdot 10^{-4}$	$(31,00 \pm 4,65) \cdot 10^{-4}$
Чувствительность по ОСГИ, $S_{\text{БД1(БД2)}}$ л, с ⁻¹ ·Бк ⁻¹	$(9,0 \pm 0,9) \cdot 10^{-4}$	$(7,0 \pm 0,7) \cdot 10^{-4}$	$(15,0 \pm 1,5) \cdot 10^{-4}$
Коэффициент перехода от чувствительности к радионуклиду ^{137}Cs в жидкости к чувствительности по ОСГИ, $K_{\text{ПБД1(БД2)}}$, м ³	$1,33 \pm 0,27$	$1,71 \pm 0,34$	$0,80 \pm 0,16$
Энергия гамма-излучения, МэВ	0,12	0,66	1,25

УДЖГ вычисляет и сохраняет в архиве следующие данные: значение контролируемого параметра; состояние ИК и подключенного оборудования; дата и время записи в архив.

При переводе ИК в состояние тестирования автоматически включает блокировки выдачи сигналов превышения порогов, предназначенных для управления сигнализаторами. Гарантируется диагностика собственной работоспособности и работоспособности подключенного оборудования.

Устройство предоставляет:

- 1) защиту от искажения входной информации, поступающей по каналам связи с устройствами верхнего уровня;
- 2) защиту от сбоев и частичных отказов, в том числе по общей причине;
- 3) защиту от ошибочных действий персонала;
- 4) защиту от несанкционированного доступа к управлению режимами работы устройства, ведущими к изменению порядка функционирования.

Устройство вычисляет текущее время и запоминает конфигурационные параметры, в том числе при отключении питания, в течение всего срока службы.

3.2.3 Конструкция изделия

Устройство детектирования состоит из блока многофункционального и блока детектирования гамма-излучающих радионуклидов в жидкости.

БДЖГ (рисунок 3.5) состоит из блока детектирования преобразования гамма-излучающих радионуклидов и корпуса. Защитный корпус выполнен из нержавеющей стали и имеет с наружной стороны покрытие эмалью для придания антикоррозийной стойкости при работе в морской воде. В зоне расположения детектора ионизирующего излучения сцинтилляционного на основе кристаллов натрия иодистого, активированного таллием (Д123) толщина стенок корпуса 0,5 мм.



Рисунок 3.5 – Блок детектирования гамма-излучающих радионуклидов в жидкости

Блок детектирования преобразования гамма-излучающих радионуклидов в свою очередь содержит Д123, фотоумножитель (ФЭУ-139), световод со светодиодом, узел питания высоковольтный и узел дискриминации амплитудный, которые смонтированы в светонепроницаемом кожухе.

Для защиты от магнитных полей детектор Д123 и ФЭУ помещены в экран из сплава с высокой магнитной проницаемостью.

Детектор Д123, ФЭУ и световод для улучшения оптического контакта притерты друг к другу с помощью вазелина КВ-3/10Э ГОСТ 15975-70 и соединены резиновой манжетой.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

3.2.3.1 Блок детектирования преобразования гамма-излучающих радионуклидов

Состоит блок из следующих основных узлов: детектор Д123 на основе сцинтилляционного кристалла NaI (Тl) диаметром 63 мм и высотой 63 мм; фотоумножитель; световод со светодиодом; узел многофункциональный; узел питания высоковольтный; узел дискриминации амплитудный.

Узел многофункциональный представляет собой делитель напряжения, задающий распределение потенциалов на диодах ФЭУ, и линейный усилитель. Входные сигналы - импульсы тока отрицательной полярности. Выходные сигналы - импульсы напряжения отрицательной полярности с временем нарастания от 0,2 до 0,3 мкс и длительностью от 1,5 до 2 мкс.

Узел дискриминации амплитудный состоит из двух интегральных дискриминаторов, двух одновибраторов, формирователя, выходного усилительного каскада и генератора проверки работоспособности.

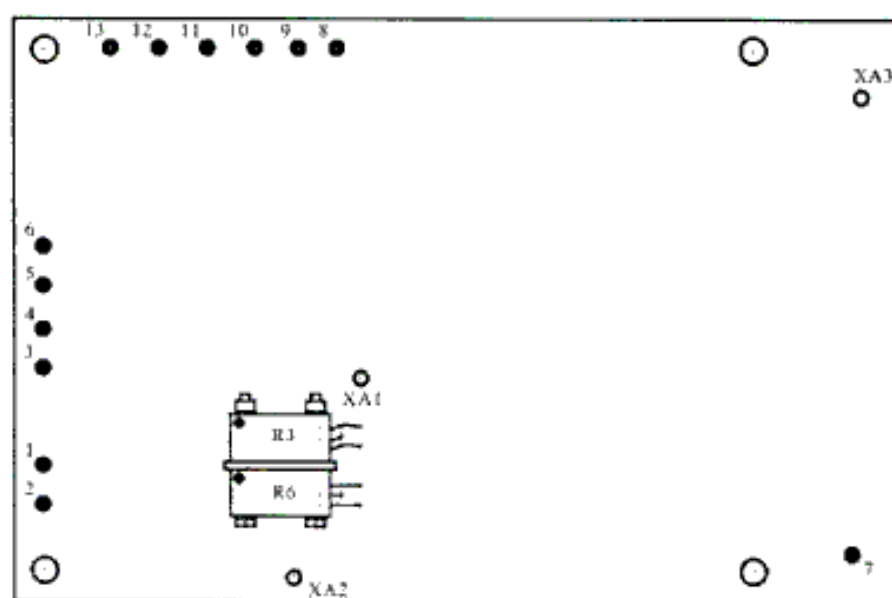


Рисунок 3.6 – Расположение регулировочных резисторов R3, R6

Генератор проверки работоспособности используется для управления работой единичного индикатора, установленного в световоде, размещенном между детектором Д123 и ФЭУ.

Параметры сигнала на выходе генератора импульсов (бленкера) (контакт "8" узла дискриминации, рисунок 3.6) следующие:

- 1) частота $1000 \pm 200 \text{ с}^{-1}$;
- 2) полярность положительная;
- 3) длительность от 1,5 до 2,5 мкс;
- 4) амплитуда $10 \pm 2 \text{ В}$.

Переменные резисторы R3 и R6 служат для установки напряжений, соответственно, верхнего и нижнего порога интегральных дискриминаторов.

Амплитуда выходного сигнала - от 8 до 12 В (контакт "9"). Напряжение нижнего порога может изменяться в диапазоне от минус 0,04 до минус 2,5 В (контакт "ХА2"), напряжение верхнего порога - от минус 0,04 до минус 9 В (контакт "ХА1").

Питание осуществляется по шинам 12 В (контакт "12"), ток потребления не более 25 мА и минус 12 В (контакт "13"), ток потребления не более 20 мА.

Узел питания высоковольтный преобразует постоянное напряжения 48 В в 12 В и минус 12 В для питания узлов и в высокое напряжение, которое предназначено для питания ФЭУ. Регулировка выходного высокого напряжения производится переменным резистором.

3.2.3.2 Блок многофункциональный

Предназначен для вычисления значения ОА, вычитания импульсных потоков, управления бленкером, индикации состояния ИК, управления внешней сигнализацией, осуществления связи с аппаратурой верхнего уровня. Габаритный чертеж блока представлен на рисунке 3.7.

Блок представляет собой конструкцию, выполненную из стального листа, крепящуюся на стене с помощью четырех болтов.

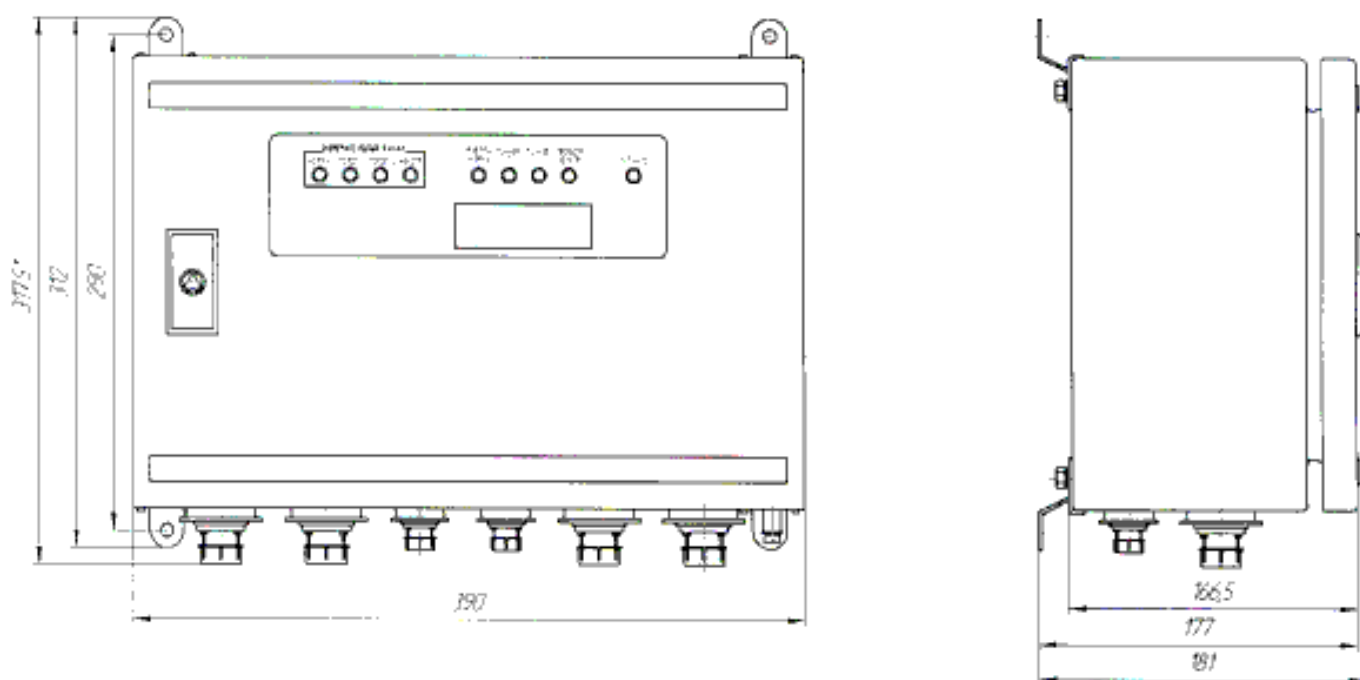


Рисунок 3.7 – Блок многофункциональный

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

46

3.2.4 Разработка электрической принципиальной схемы для узла накопления и обработки информации

3.2.4.1 Выбор электрорадиоизделий

Условия эксплуатации различных типов радиоизделий существенно зависят от климатических особенностей местности, где они будут работать, от рода объекта, на котором они установлены, и других причин.

Блок многофункциональный с по объекту установки относится к классу наземной электронной аппаратуры. Устойчиво работает при изменении температуры от 5 до 50 °С.

Устойчиво к воздействию относительной влажности окружающего воздуха до 98 % при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги. Класс защиты IP55, что означает частичная защита от пыли (проникающее количество не мешает работе устройства) и защита от водяных потоков с любого направления.

В сейсмостойком исполнении, относится к категории I по НП-031-01, элементы которых должны сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно и сохранять работоспособность при землетрясении интенсивностью до ПЗ включительно и после его прохождения. Выдерживает сейсмические воздействия до уровня МРЗ включительно интенсивностью по шкале MSK-64 и на высоте размещения от нулевой отметки: 9 баллов и до 70 м.

Элементы выбираем в соответствии с ОСТ4-010.030-81.

3.2.4.2 Выбор пассивных элементов схемы

Конденсаторы С1-С6, С9, С11, С12, С18, С21, С22, С24, С32-С39, С44 керамические, серии В37641К, имеющие емкость в 1 мкФ с допустимым отклонением ±10%. Работают в диапазоне температур от -55 до +85°С с номинальным напряжением 16В.

Конденсаторы С23, С25, С26, С40-С42 керамические, серии В37931К, имеющие емкость в 22 нФ с допустимым отклонением ±10%. Работают в диапазоне температур от -55 до +85°С с номинальным напряжением 50В.

Конденсаторы С17, С19, С20, С27-С31, С43 керамические, серии GRM32 с емкостью в 10 мкФ. Рабочий диапазон температуры составляет от -30 до +85°С. Номинальное напряжение конденсаторов 25В.

Конденсаторы С10, С13, С15, С16 керамические, серии К154К20Х7RF5, номинальное напряжение которых составляет 100В. Емкость в 0,1 мкФ с допустимым отклонением ±10% и рабочим диапазоном температуры от -50 до +125°С.

Конденсатор С14 алюминиевый электролитический с аксиальными выводами. Емкость в 47 мкФ с допустимым отклонением ±20% и рабочим диапазоном температуры от -50 до +125°С. Номинальное напряжение составляет 100В.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

Конденсаторы С7, С8 керамические, имеющие емкость в 4700 ПФ с допустимым отклонением $\pm 10\%$. Работают в диапазоне температур от -55 до $+125^{\circ}\text{C}$ с номинальным напряжением 1кВ.

Все резисторы (кроме R90) в процессорном узле постоянные непроволочные безвыводные общего применения Р 1-12. Номинальная мощность рассеивания составляет 0,25Вт и допускаемое отклонение сопротивления $\pm 5\%$. Максимально допустимая рабочая температура при снижении номинальной мощности рассеивания $+155^{\circ}\text{C}$. Пониженная рабочая и предельная температура среды -60°C . Диапазон номинальных сопротивлений от 0,75 до 22×10^6 Ом с предельным рабочим напряжением в 200В.

Резистор подстроечный R90 серии PVG5H103A01. Номинальное сопротивление 10кОм с допускаемым отклонением $\pm 10\%$, номинальная мощность 0,25Вт.

Дроссель L1 серии RN1 – фильтр с радиальными выводами. Технические параметры: номинальная индуктивность 10 мГн; номинальный ток 800мА; активное сопротивление 370 мОм; рабочая температура от -40 до $+125^{\circ}\text{C}$.

Диоды кремниевые VD4 – VD6, VD11 – VD16. Технические параметры: максимальное постоянное обратное напряжение 75В; максимальное импульсное обратное напряжение 85В; максимальный прямой (выпрямленный за полупериод) ток 0,2А; максимально допустимый прямой импульсный ток 0,45А; максимальный обратный ток 0,05мкА; максимальное прямое напряжение 1,25В; максимальное время обратного восстановления 0,004мкс; общая емкость 1,5ПФ; рабочая температура от -65 до $+150^{\circ}\text{C}$.

Диоды Шоттки кремниевые VD1, VD2, VD7, VD8. Технические параметры: максимальное постоянное обратное напряжение 60В; максимальное импульсное обратное напряжение 60В; максимальный прямой (выпрямленный за полупериод) ток 2,1А; максимально допустимый прямой импульсный ток 10А; максимальный обратный ток 500мкА; максимальное прямое напряжение 0,63В; общая емкость 31ПФ; рабочая температура от -40 до $+150^{\circ}\text{C}$.

Защитные диоды двунаправленные VD3, VD29, VD30. Технические параметры: пиковая мощность 600Вт; минимальное напряжение открывания 6,45В; максимальное напряжение открывания 7,14В; напряжение закрывания обратное 5,8В; максимальный ток утечки при напряжении закрывания 1000мкА; максимально допустимый импульсный ток 57А; максимальное напряжение защелки 10,5В; рабочая температура от -60 до $+175^{\circ}\text{C}$.

Диоды подавления переходных скачков напряжения VD9, VD10. Технические параметры: максимальное напряжение ограничения 21,7В; максимальный пиковый импульсный ток 184А; минимальное пробивное напряжение 11,4В; пиковое рассеяние мощности в импульсе 600Вт; испытательный ток 2мА; рабочая температура от -55 до $+150^{\circ}\text{C}$.

Диоды подавления переходных скачков напряжения VD21-VD26. Технические параметры: максимальное напряжение ограничения 27,2В; максимальный пиковый импульсный ток 147А; минимальное пробивное напряжение 14,3В; пиковое рассеяние мощности в импульсе 600Вт; испытательный ток 1мА; рабочая температура от -55 до $+150^{\circ}\text{C}$.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Диоды защитные двунаправленные VD27, VD28. Технические параметры: пиковая мощность 1500Вт; минимальное напряжение открывания 360В; максимальное напряжение открывания 440В; напряжение закрывания обратное 324В; максимальный ток утечки при напряжении закрывания 5мкА; максимально допустимый импульсный ток 4А; максимальное напряжение защелки 572В; рабочая температура от - 65 до +175°C.

Стабилитроны VD21-VD26 серии BZX84-C3V3. Технические параметры: мощность рассеяния 0,2Вт; минимальное напряжение стабилизации 3,1В; номинальное напряжение стабилизации 3,3В; максимальное напряжение стабилизации 3,5В; статическое сопротивление 40Ом; рабочая температура от - 55 до +150°C.

3.2.4.3 Выбор активных элементов схемы

DC-DC модульный преобразователь В1 серии AM6TW. Технические параметры: выходная мощность 6Вт; количество каналов 1; входное напряжение 18 ... 72 В; параметры выходов 12В; комплекс защит короткого замыкания, перегрузки; номинальное входное напряжение 48В; напряжение 1 выхода 12В; ток 1 выхода 0 ... 500 мА; уровень пульсаций 127мВ; КПД 73%; напряжение изоляции вход-выход 5,2 КВ; рабочая температура от - 40 до +85°C.

Однополярный DC/DC преобразователь питания В2 серии JTA1048S05 производства с выходной мощностью 10Вт, в DIP корпусе. Конвертер с широким диапазоном 4:1 входного напряжения постоянного тока 48 В. Диапазон входных напряжений от 18 до 75 В. С выходным напряжением постоянного тока 5 В и гальванической развязкой от входа 1500 В. Данный конвертер питания имеет стабилизацию выходного напряжения, встроена полная защита от короткого замыкания. Выходное напряжение 5В и выходной ток 2000мА. Рабочая температура составляет от - 40 до +100°C.

Элемент питания литиевый GB1 серии LS 14250-CNA. Цилиндрический гальванический элемент литиевый на основе Li-SOCl₂ (литий-тионилхлорида) предназначен для устройств с непрерывным потреблением тока до 130мА и выполнен в корпусе 1/2 АА. Емкость элемента 950 мА/ч. Ключевой особенностью источников питания является концентрическая конструкция электродов (бобинная), которая позволяет достичь максимальной нагрузочной способности активного вещества и выделения соответствующей энергии. Номинальное напряжение 3,6В. Рабочая температура: -60+85С.

Транзистор полевой VT1 серии IRLML2803. Технические параметры: полярность N; максимальная рассеиваемая мощность 0,54Вт; предельно допустимое напряжение сток-исток 30В; предельно допустимое напряжение затвор-исток 4,5В; максимально допустимый постоянный ток стока 1,2А; сопротивление сток-исток открытого транзистора 0,25 Ом. Диапазон температуры составляет от -40 до +150°C.

Светодиоды HL1, HL2, HL4- HL6 серии HLMP-3519 с углом обзора 24° зеленого цвета. Длина волны составляет 569нм. Интенсивность освещения 10,6мкд.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

49

Ток в прямом направлении составляет 10мА. Диапазон температуры составляет от -20 до +100°С.

Светодиод HL8 серии HLMP-3416 с углом обзора 35° желтого цвета. Длина волны составляет 585нм. Интенсивность освещения 14,7мкд. Ток в прямом направлении составляет 10мА. Диапазон температуры составляет от -40 до +100°С.

Светодиоды HL3, HL7, HL9 серии HLMP-3316-I00xx с углом обзора 35° красного цвета. Длина волны составляет 626нм. Интенсивность освещения 22мкд. Ток в прямом направлении составляет 10мА. Диапазон температуры составляет от -40 до +100°С.

3.2.4.4 Выбор микросхем

Микроконтроллер DD1 DS89C450-ENL серии 89С. Технические параметры: процессор 8051; размер ядра 8-Bit; скорость 33МГц; число вводов/выводов 44; размер программируемой памяти 64Кбит; тип программируемой памяти Flash; напряжение источника (Vcc/Vdd) 4,5 ... 5,5 В; рабочая температура от -40 до +85°С.

Микроконтроллер DD2 FM1808-70-S серии FM1808-70. Технические параметры: размер программируемой памяти 256Кбит; размер памяти 32К; время цикла доступа 70нс; число вводов/выводов 28; рабочее напряжения питания 0 ... 5 В; рабочая температура от -40 до +85°С.

Микроконтроллер DD3 K6X0808C1D-BF55 серии K6X0808C1D. Технические параметры: объем памяти 256Кбит; напряжение питания 4,5 ... 5,5 В; время цикла доступа 55нс; размер памяти 32К; число вводов/выводов 28; рабочая температура от -40 до +85°С.

Модуль часов реального времени DD4 RTC-72423A. Технические параметры: формат времени 12/24 часа (часы:минуты:секунды); форма даты (год:месяц:число); интерфейс подключения параллельный; напряжение питания 4,5 ... 5,5 В; рабочая температура от -40 до +85°С.

Программируемый кварцевый генератор DD5 SG-8002CA 22.1184 PTC. Технические параметры: частота 22,1184МГц; потребление тока 45мА; напряжение питания 4,5 ... 5,5 В; рабочая температура от -20 до +70°С.

Температурный датчик DD6 MAX6577ZUT. Технические параметры: температура считывания от -40 до +125°С; точность от ±3 до 7,5 °С; напряжение питания 2,7 ... 5,5 В.

Интегральная программируемая микросхема DD7 EPM3512AQI208-10 серии MAX 3000A. Технические параметры: задержка tpd(1) макс. 10.0 нс; напряжение питания 3 ... 3,6 В; число макроячеек 512; число вводов/выводов 172; количество логических блоков/элементов 32; количество вентилях 10000; рабочая температура от -40 до +85°С.

Микросхемы DD8-DD12 ЭКФ1554ЛН1. Технические параметры: функциональное назначение НЕ; количество вентилях 6; номинальное напряжение питания 5 В; ток потребления 0,008А; время задержки распространения 13,5 нс; рабочая температура от -40 до +85°С.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Стабилизатор напряжения DA1 LM3940IMP-3.3 с номинальным выходным током 1А и выходным напряжением 3,3В. Минимальное входное напряжение составляет 4,5В, а максимальное входное напряжение 7,5В. Рабочая температура от -40 до +125°C.

Микросхемы DA2, DA3 серии MAX1480AЕРІ Интерфейс RS-485/RS-422 изолированный, законченный, высокоскоростной [DIP-28]. Технические параметры: количество приемо/передатчиков 1/1; скорость передачи 2,5 Мбит/с; время реакции приемника 100нс; время реакции передатчика 2000нс; напряжение питания 5В; рабочая температура от -40 до +85°C.

Микросхема DA4 ADM232LAR - высокоскоростной приемопередатчик RS-232. Количество приемо/передатчиков 2/2, скорость передачи которых 120Кбит/с. Напряжение питания 5В. Диапазон температуры составляет от -40 до +85°C. Количество внешних конденсаторов 5 шт. с номинальной емкостью 1мкФ.

Оптопары DA5, DA6, DA10 серии HCPL2631-300. Технические параметры: максимальный входной ток 20мА; число каналов 2; число выводов 8; ток выходной 50мА; обратное напряжение 5В; рассеивание мощности 60мВт; время спада 10нс; время нарастания 24нс; рабочая температура от -40 до +85°C.

Микросхемы DA7- DA9 серии PVT322S двухканальное реле АС/DC. Технические параметры: управляющий ток 2мА; ток размыкания 0,4мА; коммутируемое постоянное напряжение -250 ... 250 В; коммутируемое переменное напряжение 0 ... 250 В; максимальный ток нагрузки 0,17А; время включения максимальное 3мс; время выключения максимальное 0,5мс; сопротивление в открытом состоянии максимальное 10 Ом; сопротивление в закрытом состоянии минимальное 1000Мом; напряжение изоляции 4КВ; рабочая температура от -40 до +85°C.

Микросхема DA11 ADM660AR – DC-DC конвертор. Диапазон входных напряжений 1,5 ... 7 В, диапазон выходных напряжений -7 ... -14 В. Максимальный выходной ток 100мА. Рабочая частота составляет 120кГц. Диапазон температуры составляет от -40 до +85°C.

Оптопары DA12, DA13 серии PVX6012. Технические параметры: управляющий ток 5мА; ток размыкания 0,4мА; коммутируемое постоянное напряжение 0 ... 600 В; коммутируемое переменное напряжение 0 ... 600 В; максимальный ток нагрузки 0,001А; время включения максимальное 7мс; время выключения максимальное 1мс; сопротивление в открытом состоянии максимальное 25 Ом; сопротивление в закрытом состоянии минимальное 1000Мом; напряжение изоляции 3,75КВ; рабочая температура от -40 до +85°C.

Микросхемы DA14, DA15 реле однополярное серии PVG612S. Технические параметры: управляющий ток 5мА; ток размыкания 0,4мА; коммутируемое постоянное напряжение 0 ... 60 В; коммутируемое переменное напряжение 0 ... 60 В; максимальный ток нагрузки 1,5А; время включения максимальное 2мс; время выключения максимальное 0,5мс; сопротивление в открытом состоянии максимальное 0,5 Ом; сопротивление в закрытом состоянии минимальное 10000Мом; напряжение изоляции 4КВ; управляющее напряжение максимальное 7 В; рабочая температура от -40 до +85°C.

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

51

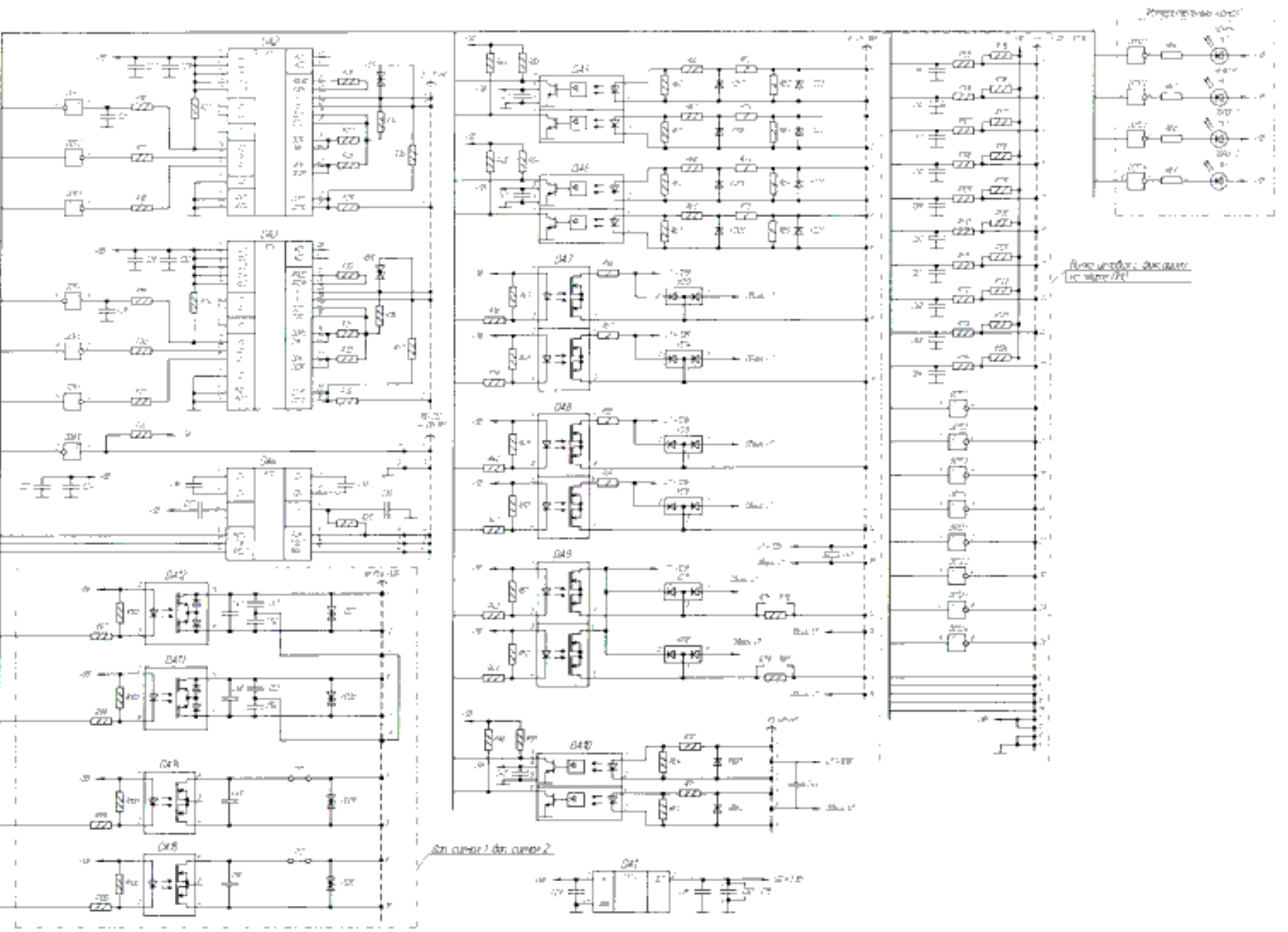


Рисунок 3.8 – Схема электрическая принципиальная узла накопления и обработки информации

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

3.2.5 Принцип работы устройства и схемы электрической принципиальной

БДЖГ преобразует поток гамма-квантов, испускаемых радионуклидами, содержащимися в воде, в электрические импульсы, средняя частота следования которых пропорциональна ОА радионуклидов. Блок многофункциональный обрабатывает информацию (рисунок 3.8), поступающую с БДЖГ, и выдает конечное значение ОА. О появлении радионуклидов в контролируемой жидкости судят по превышению величины ОА на выходе устройства над фоновым значением. Гамма-кванты регистрируются сцинтилляционным детектором Д123. Импульсы тока с ФЭУ усиливаются в узле многофункциональном и затем поступают на узел дискриминации амплитудный, производящий отбор импульсов в энергетическом диапазоне от 0,1 до 1,5 МэВ. С выхода БДЖГ сформированные по амплитуде и длительности импульсы передаются в блок многофункциональный для обработки информации и представления ее в удобной для оператора форме.

Проверка работоспособности устройства в ходе эксплуатации проводится по световым импульсам от единичного индикатора.

Высокая чувствительность устройства достигается за счет использования сцинтилляционного детектора Д123, имеющего значительные размеры, и большого объема контролируемой жидкости. Применение сцинтиллятора значительных размеров делает устройство чувствительным к фону внешнего гамма-излучения.

Использование большого объема контролируемой жидкости позволяет увеличить чувствительность измерения и одновременно снижает ОА, обусловленную внешним фоном.

В ходе наладочных работ и не реже одного раза в месяц при эксплуатации необходимо проводить контрольные замеры фоновой ОА измерительного БДЖГ, в случае их повышения необходимо выяснить причины и устранить их. Во время этих работ чистота контролируемой воды должна подтверждаться радиохимическими методами.

3.3 Устройство детектирования для контроля объемной активности бета-излучающих инертных радиоактивных газов

3.3.1 Назначение устройства

Устройство (далее УДГБ) предназначено для непрерывного измерения ОА бета-излучающих радионуклидов в ИРГ, в том числе в аргоне, криптоне, ксеноне и на объектах ядерной энергетики, как в автономном режиме, так и в составе автоматизированных систем и установок радиационного контроля. Осуществляет вычисление значения измеряемого радиационного параметра непосредственно в устройстве, передачу измеренного значения радиационного параметра по цифровым каналам, выработку сигналов превышения контролируемых уровней, прием двух сигналов состояния.

Устройство состоит из одного ИК, состоящего из четырех СК. Режим работы - длительное, непрерывное, круглосуточное функционирование.

Устойчиво к воздействию атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа (от 648 до 800 мм рт. ст.).

В сейсмостойком исполнении, относится к категории I по НП-031-01, элементы которых должны сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно и сохранять работоспособность при землетрясении интенсивностью до ПЗ включительно и после его прохождения. Выдерживает сейсмические воздействия до уровня МРЗ включительно интенсивностью по шкале MSK-64 и на высоте размещения от нулевой отметки: 9 баллов и до 70 м.

Степень защиты по ГОСТ 14254-96 от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов и воды соответствует IP55.

3.3.2 Технические характеристики

Градуировочная характеристика устройства при измерении ОА ИРГ, А, Бк/м³.

Устройство обеспечивает измерение ОА ИРГ в диапазоне, указанном в таблице 3.3, с заданной статистической погрешностью или за заданный интервал времени, определяемый по формулам:

$$A = \begin{cases} A_{\text{ЧОК}} - A_{\text{ЧКК}}, & \text{при } A_{i-1} < A_{\text{ГР}} - \Delta A; \\ A_{\text{ГОК}} - A_{\text{ГКК}}, & \text{при } A_{i-1} \geq A_{\text{ГР}}, \end{cases}$$

где $A_{\text{ЧОК(ЧКК, ГОК, ГКК)}}$ - значение ОА бета-излучающих радионуклидов в ИРГ i -го СК, Бк/м³, определяемое по формуле

$$A_{\text{ЧОК(ЧКК, ГОК, ГКК)}} = \frac{1}{S_{\text{Кл}}} \left(\frac{F_i}{1 - F_i \cdot \tau_i} \right) - A_{\text{Фн}},$$

где $S_{\text{Кл}}$ - чувствительность i -го СК при измерении ОА бета-излучающих радионуклидов в ИРГ, м³/(с·Бк);

F_i - среднее значение частоты импульсного потока i -го СК, с⁻¹;

τ_i - коэффициент линеаризации («мертвое» время) i -го СК, с;

$A_{\text{Фн}}$ - значение собственного фона i -го СК, Бк/м³;

A_{i-1} - значение ОА ИРГ, полученное на предыдущем цикле измерения, Бк/м³;

$A_{\text{ГР}}$ - начало грубого поддиапазона (задается отдельно для ОК и КК), Бк/м³;

ΔA - гистерезис для перехода между грубым и чувствительным поддиапазонами, Бк/м³. Определяется как разница между точкой переключения и началом грубого поддиапазона.

Время установления рабочего режима устройства не более 100 с. Режим работы непрерывный, нестабильность импульсного потока на выходе устройства за 24 ч не более ± 5 %.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

54

Таблица 3.3 – Диапазоны измерений и основные параметры.

Диапазон измерений		
По ^{85}Kr , Бк/м ³ (Ки/л)	1,0·10 ⁴ -8,0·10 ⁹ (2,7·10 ⁻¹⁰ -2,2·10 ⁻⁵)	
Время измерения (для начальных значений диапазона), с, не более	2000	
Основные параметры		
Поддиапазон	Чувствительный	Грубый
Поддиапазоны измерений, Бк/м ³ (Ки/л)	1,0·10 ⁴ -4,4·10 ⁷ (2,7·10 ⁻¹⁰ -1,2·10 ⁻⁶)	4,4·10 ⁶ -8,0·10 ⁹ (1,2·10 ⁻⁷ -2,2·10 ⁻⁵)
Чувствительность $S_{\text{кр}}$ (по ^{85}Kr), м ³ /(с·Бк) (л/(с·Ки))	$S_{\text{г. чув.}}$ 2,3·10 ⁻⁵ (0,86·10 ⁹)	$S_{\text{г. гр.}}$ 1,4·10 ⁻⁷ (5,2·10 ⁶)
Чувствительность S_{T} (по $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$), отн. ед.	(1,50±0,27)·10 ⁻²	1,1·10 ⁻³
Переходной коэффициент $K_{\text{л}}$, (с·Бк)/м ³ (с·Ки)/л	$K_{\text{л. чув.}}$ 6,52·10 ² (1,74·10 ⁻¹¹)	$K_{\text{л. гр.}}$ 7,86·10 ³ (2,12·10 ⁻¹⁰)
Уровень собственного фона устройства, Бк/м ³ , не более	3,3·10 ³	7,2·10 ⁵
Уровень собственного фона счетчика (СК), с ⁻¹ , не более	3	0,3

УДГБ регистрирует бета-излучение ИРГ в диапазоне энергий от 0,48·10⁻¹³ до 4,8·10⁻¹³ Дж (от 0,3 до 3,0 МэВ). При этом чувствительность не отличается от чувствительности к радионуклиду криптону-85 более, чем на ±30 %.

Покрывтия и резиновые уплотнения выдерживают дезактивацию путем влажной обтирки наружной поверхности устройства, внутренней поверхности и резиновых уплотнений измерительной камеры дезактивирующими растворами с последующей промывкой чистой водой.

Пусковой ток не более 15 А при длительности переходного процесса не более 0,1 с. Питание осуществляется от источника постоянного тока с номинальным напряжением 48 В. Устойчиво к изменению напряжения питания от 20 до 60 В. Потребляемая мощность не более 10 Вт.

Обмен информацией происходит с устройствами вышестоящего уровня. Также обеспечивается трансляция пакетов при обмене информацией между устройствами верхнего уровня и устройствами, подключенными к тому же сегменту по двум последовательным каналам передачи данных RS-485 (основному и резервному), функционирующим в соответствии с протоколом ModBus в режиме RTU со скоростью передачи из ряда 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с.

При удаленном управлении УДГБ выполняет следующие функции:

1) передачу на вышестоящий уровень текущих и архивных значений контролируемых параметров, состояния ИК, состояния подключенного оборудования;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

55

- 2) прием и исполнение команд управления режимами работы устройства;
- 3) прием, исполнение и выдачу квитанций об исполнении команд управления внешнему исполнительному механизму (ВИМ).

Устройство предоставляет выдачу сигналов «Превышение порога 1», «Превышение порога 2». Активному сигналу соответствует замкнутое состояние реле (сопротивление между контактами не более 5 Ом при токе через контакты не более 300 мА). Пассивному состоянию сигналов соответствует разомкнутое состояние контактов (ток через контакты не более 10 мкА при напряжении на контактах не более 50 В). При активном сигнале «Тестирование ИК» выдача активных сигналов «Превышение порога 1», «Превышение порога 2» блокируется.

Вычисляет и сохраняет в архиве следующие данные: значение контролируемого параметра; состояние ИК и подключенного оборудования; дата и время записи в архив. Также предоставляет:

- 1) защиту от искажения входной информации, поступающей по каналам связи с устройствами верхнего уровня;
- 2) защиту от сбоев и частичных отказов, в том числе по общей причине;
- 3) защиту от ошибочных действий персонала;
- 4) защиту от несанкционированного доступа к управлению режимами работы устройства, ведущими к изменению порядка функционирования.

3.3.3 Конструкция изделия

Конструктивно устройство состоит из блока многофункционального и блока детектирования бета-излучающих инертных радиоактивных газов (БДИР). Габаритный чертеж детектора показан на рисунке 3.9.

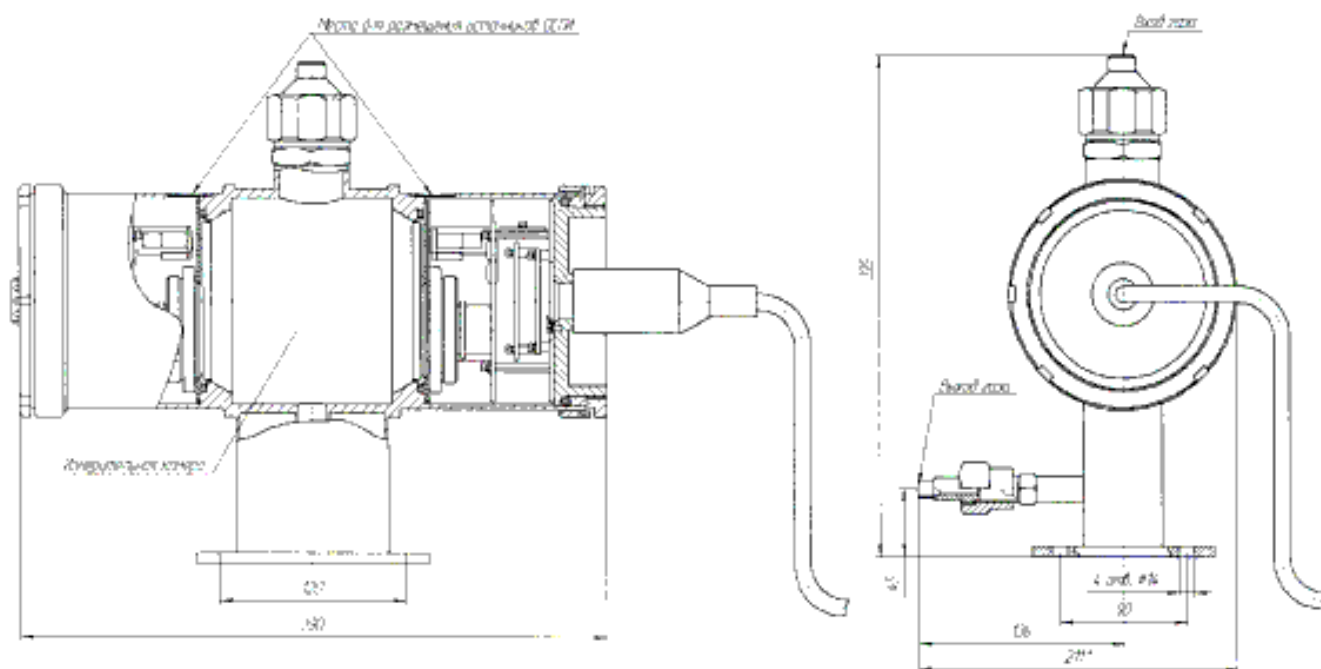


Рисунок 3.9 – Блок детектирования бета-излучающих инертных радиоактивных газов

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

56

БДГБ представляет собой цилиндрический корпус на опоре, в который с двух сторон герметично установлен узел детекторов.

Между детекторами находится измерительная камера. Объем измерительной камеры равен 2 л. Измерительная камера герметично отделена от детекторов вкладышами с пленкой толщиной 20 мкм. Вкладыши имеют окна в местах расположения счетчиков в узлах. Со стороны узла компенсационного канала окна перекрыты экраном из алюминиевой фольги толщиной 200 мкм.

Измерительная камера имеет два патрубка для входа и выхода контролируемого газа. Патрубки снабжены ниппелями для приварки к магистралям диаметром 14x2 и 18x2,5 мм, по которым прокачивается контролируемый газ.

Узел детекторов содержит торцевой счетчик Гейгера-Мюллера СИ8БМ для регистрации бета- и гамма-излучения в широком диапазоне энергий от 60кэВ до 2МэВ, обеспечивающий измерения в чувствительном поддиапазоне мощности экспозиционной дозы $3,0 \text{ мкР} \times \text{с}^{-1}$. И содержит счетчик Гейгера-Мюллера СИ19БГМ для регистрации бета- и гамма-излучения в широком диапазоне энергий от 60кэВ до 2МэВ, обеспечивающий измерения в грубом поддиапазоне мощности экспозиционной дозы $10,0 \text{ мкР} \times \text{с}^{-1}$. Так же в узел детекторов входят два узла питания, узел преобразования, блочный соединитель 2РМГ24Б19Ш1Е2 ГЕ0.364.140 ТУ.

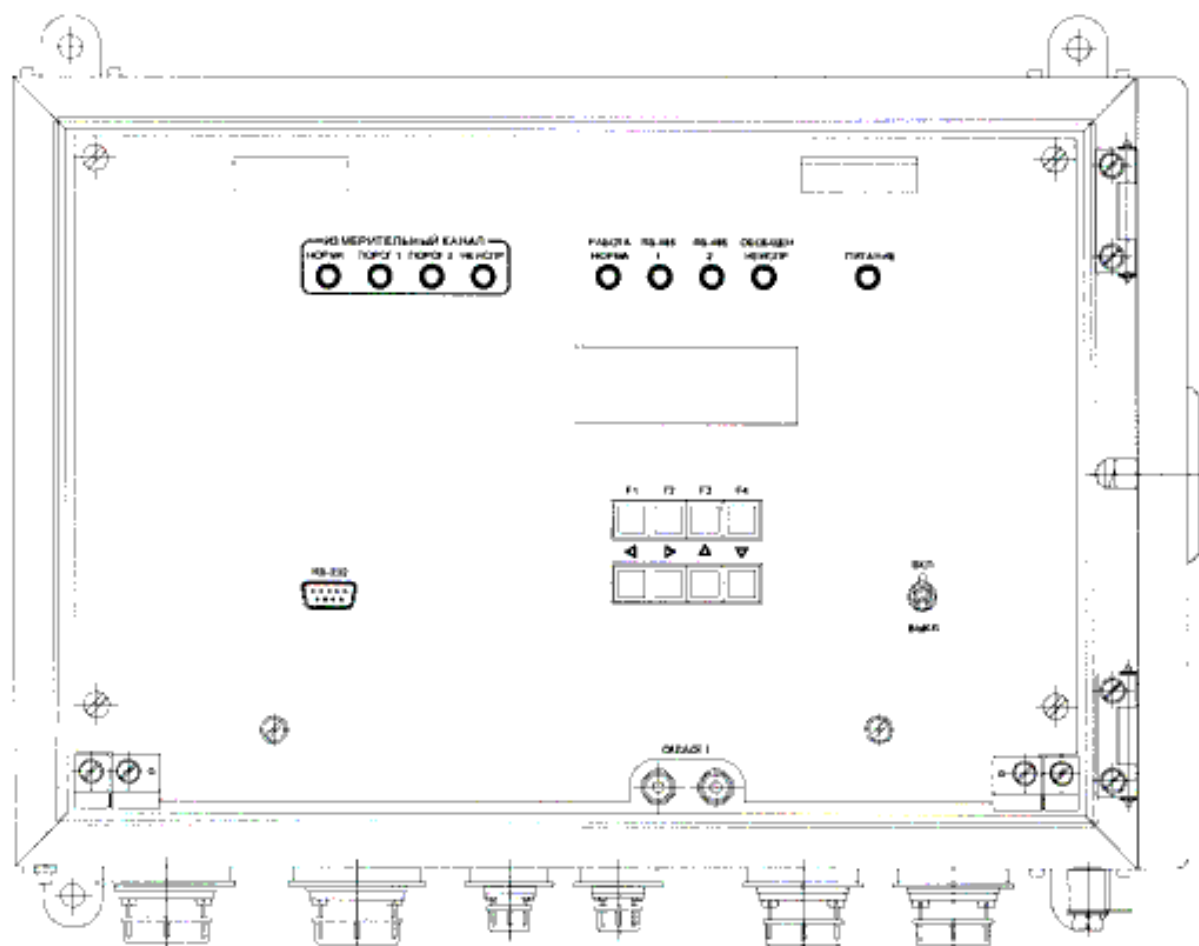


Рисунок 3.10 – Общий вид блока многофункционального

Узел преобразования предназначен для передачи импульсного потока со счетчиков на блок многофункциональный. Узлы питания предназначены для преобразования напряжения 12 В в напряжение питания счетчика 400 В, выключения напряжения 400 В по команде управления устройством. Узел питания представляет собой стабилизированный преобразователь напряжения, обеспечивающий поддержание с необходимой точностью выходного напряжения.

Блок многофункциональный (рисунок 3.10) выполнен в виде навесного шкафа с дверью. Для защиты от несанкционированного доступа дверь шкафа, предотвращающая доступ к узлам блока, снабжена замком.

На задней стенке корпуса установлены кронштейны, предназначенные для крепления блока на место эксплуатации.

Предназначен блок для выравнивания чувствительностей счетчиков, вычитания импульсных потоков, управления узлом преобразования, индикации, осуществления связи с аппаратурой верхнего уровня.

3.3.4 Принцип действия устройства

Контролируемый газ поступает в измерительную камеру БДГБ. По торцам камеры расположены детекторы, содержащие по два счетчика СИ8БМ и СИ19БГМ для регистрации бета-излучения контролируемого газа.

Один из детекторов относится к основному каналу (ОК), другой – компенсационному каналу (КК). Перед узлом детектора компенсационного канала установлена алюминиевая фольга, частично поглощающая бета-излучение. В исходном состоянии в начале работы включены счетчики чувствительного поддиапазона. Импульсные потоки n_{10} ОК и n_{1k} КК, c^{-1} , равны

$$\begin{aligned} n_{10} &= A \cdot S_{\beta 10} + P_{\gamma} \cdot S_{\gamma 10} + n_{\phi 0}; \\ n_{1k} &= M \cdot A \cdot S_{\beta 1k} + P_{\gamma} \cdot S_{\gamma 1k} + n_{\phi k}, \end{aligned}$$

где A – ОА ИРГ в измерительной камере, $Bk \cdot m^{-3}$ ($Kи \cdot л^{-1}$);

$S_{\beta 10}$, $S_{\beta 1k}$ – чувствительности регистрации бета-излучения счетчиками ОК и КК, $m^3 \cdot c^{-1} \cdot Bk^{-1}$ ($л \cdot c^{-1} \cdot Kи^{-1}$);

P_{γ} – мощность дозы гамма-излучения в месте установки БДГБ, $P/ч$;

$S_{\gamma 10}$, $S_{\gamma 1k}$ – чувствительности регистрации гамма-излучения счетчиками ОК и КК, $кг \cdot c^{-1} \cdot A^{-1}$ ($ч \cdot P^{-1} \cdot c^{-1}$);

$n_{\phi 0}$, $n_{\phi k}$ – импульсные потоки собственного фона счетчиков ОК и КК, c^{-1} ;

M – коэффициент ослабления бета-излучения в фольге.

Импульсные потоки поступают на блок индикации, в котором происходит их подсчет и обработка результатов. Также позволяет при настройке устройства скомпенсировать разброс в чувствительности счетчиков основного и компенсационного каналов посредством умножения импульсных потоков на коэффициенты m_{10} , m_{1k} .

В блоке происходит вычитание импульсных потоков. Разностный импульсный поток n_1, c^{-1} , равен

$$\begin{aligned} n_1 &= m_{1\alpha} \cdot n_{1\alpha} - m_{1\beta} \cdot n_{1\beta} = \\ &= A(m_{1\alpha} \cdot S_{\beta 1\alpha} - M \cdot m_{1\beta} \cdot S_{\gamma 1\alpha}) + (m_{1\alpha} \cdot n_{\beta 0} - m_{1\beta} \cdot n_{\gamma 0}) + P_{\gamma} (m_{1\alpha} \cdot S_{\gamma 1\alpha} - m_{1\beta} \cdot S_{\gamma 1\beta}) = \\ &= A \cdot S_{\beta 1} + P_{\gamma} \cdot S_{\gamma 1} + n_{\phi 1}, \end{aligned}$$

где $S_{\beta 1}$ – чувствительность регистрации бета-излучения контролируемого газа устройства, $m^3 \cdot c^{-1} \cdot Bk^{-1}$ ($л \cdot c^{-1} \cdot Ки^{-1}$);

$S_{\gamma 1}$ – чувствительность регистрации гамма-излучения контролируемого газа устройства, $кг \cdot c^{-1} \cdot A^{-1}$ ($ч \cdot P^{-1} \cdot c^{-1}$);

$n_{\phi 1}$ – импульсный поток собственного фона устройства, c^{-1} .

Коэффициенты $m_{1\alpha}$, $m_{1\beta}$ подобраны таким образом, чтобы обеспечить наименьшую зависимость n_1 от энергии бета-излучения и наименьшие величины $S_{\gamma 1}$ и $n_{\phi 1}$.

В блоке многофункциональном происходит обработка и логический анализ информации, поступающей с БДГБ. Обработка и анализ заключается в следующем: распознавание работающего поддиапазона и, следовательно, выбор соответствующего набора констант; вычисление ОА ИРГ; выработка команды на переключение поддиапазона.

Переключение поддиапазонов происходит следующим образом. Если импульсный поток n_1 возрастает (рисунок 3.11) и становится равным установленному предельному значению $n_{1пр}$ (это означает, что A соответствует верхнему значению чувствительного поддиапазона и равно $A_{пр1}$).

Вырабатывается сигнал выключения напряжения питания счетчиков чувствительного поддиапазона. По этому сигналу устройство переходит на работу в грубом поддиапазоне.

После переключения на грубый поддиапазон цикл измерения начинается с начала, выставляется сигнал «Недостоверность» и значение физической величины устанавливается равным значению физической величины в чувствительном поддиапазоне до окончания цикла измерения физической величины в грубом поддиапазоне.

Работа устройства в грубом поддиапазоне аналогична работе в чувствительном. Если при измерениях в грубом поддиапазоне n_2 уменьшается и становится равным установленному предельному значению $n_{2пр}$, вырабатывается сигнал, по которому устройство переходит в исходное состояние (рисунок 3.10).

После переключения на чувствительный поддиапазон цикл измерения начинается с начала, выставляется сигнал «Недостоверность» и значение физической величины остается равным значению физической величины в грубом поддиапазоне до окончания цикла измерения физической величины в чувствительном поддиапазоне. Если значение физической величины меньше нижней границы диапазона измерения, выставляется признак «Выход за нижнюю границу измерительного диапазона».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Если значение физической величины больше верхней границы диапазона измерения, выставляется признак «Выход за верхнюю границу измерительного диапазона».

Устройство отключает СК грубого поддиапазона: при выходе за верхнюю границу диапазона измерений; при превышении средней частоты импульсного потока по любому из СК грубого поддиапазона заданной величины.

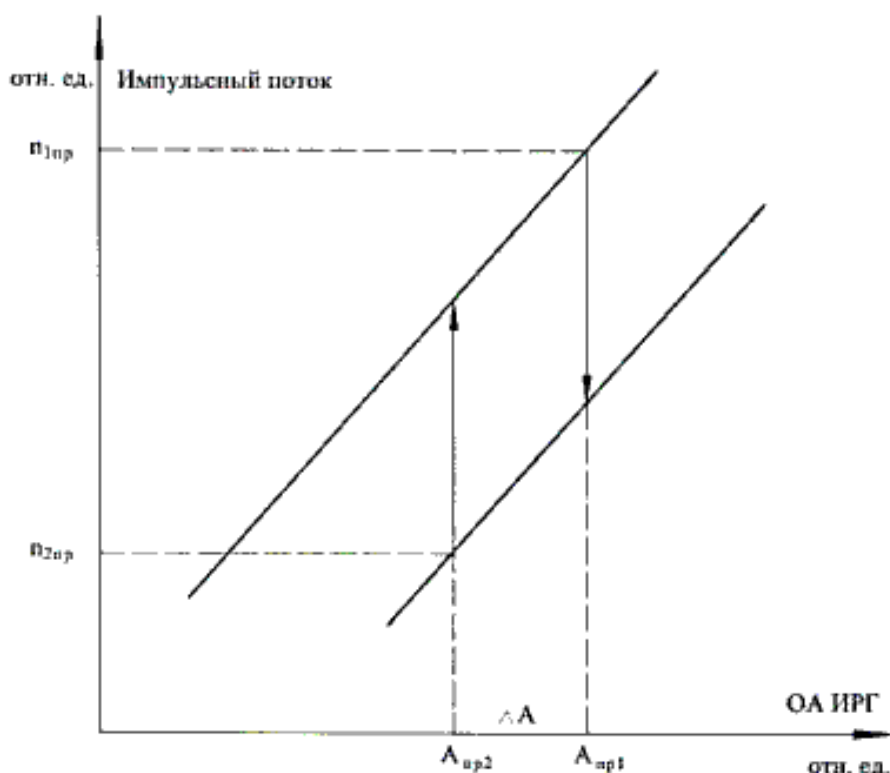


Рисунок 3.11 – Переключение поддиапазонов устройства

Устройство осуществляет взаимодействие с аппаратурой верхнего уровня по двум последовательным каналам передачи данных RS-485 (основному и резервному) в соответствии с протоколом ModBus. При взаимодействии происходит передача следующих параметров:

- 1) от устройства:
 - а) текущее значение ОА ИРГ;
 - б) состояние ИК;
 - в) состояние оборудования устройства;
 - г) состояние подключенного к устройству оборудования;
 - д) значение конфигурационных параметров;
- 2) в устройство:
 - а) команды управления режимами работы;
 - б) команды установки текущего астрономического времени;
 - в) команды записи конфигурационных параметров.

УДГБ обеспечивает формирование сигналов состояния ИК на основе анализа измеренных значений ОА ИРГ, сигналов управления и конфигурационных параметров. Так же выдает сигнал с помощью единичных индикаторов:

- 1) включенного состояния устройства (зеленый цвет свечения);
- 2) сигнала «Норма» (зеленый цвет свечения);
- 3) сигнала «Превышен порог 1» (желтый цвет свечения);
- 4) сигнала «Превышен порог 2» (красный цвет свечения);
- 5) сигнала «Неисправность ИК» (красный цвет свечения);
- 6) сигнала обобщенной неисправности устройства и подключенного оборудования (красный цвет свечения);
- 7) сетевой активности последовательных каналов передачи данных RS-485 (зеленый цвет свечения);
- 8) готовности (работоспособности) устройства (зеленый цвет свечения).

Устройство вычисляет текущее время и запоминает конфигурационные параметры, в том числе при отключении питания, в течение всего срока службы. Так же реализованы:

- 1) программные средства защиты от искажения входной информации, поступающей по каналам связи с устройствами верхнего уровня;
- 2) программно-аппаратные средства защиты от сбоев и частичных отказов, в том числе по общей причине;
- 3) программные средства защиты от ошибочных действий персонала;
- 4) средства, предотвращающие несанкционированный доступ к управлению режимами работы устройства, ведущими к изменению порядка функционирования.

3.4 Устройство детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы нейтронного излучения

3.4.1 Назначение устройства

Устройство (далее УДМН) предназначено для измерения МЭАД нейтронного излучения.

Может работать как самостоятельно, так и в составе автоматизированных систем радиационного контроля, локальных установках радиационного контроля на объектах использования атомной энергии или связанных с получением, переработкой и использованием радиоактивных материалов.

УДМН осуществляет вычисление значения измеряемой МЭАД нейтронного излучения, передачу значения МЭАД нейтронного излучения по цифровым каналам, выработку сигналов превышения контролируемых уровней. Режим работы – длительное, непрерывное, круглосуточное функционирование.

Функционально устройство представляет собой один ИК, состоящий из одного СК.

В сейсмостойком исполнении, относится к категории I по НП–031–01, элементы которых должны сохранять способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности, во время и после прохождения землетрясения интенсивностью до МРЗ включительно и сохранять работоспособность при землетрясении интенсивностью до ПЗ включительно и после его прохождения. Выдерживает сейсмические воздействия до уровня МРЗ включительно интенсивностью по шкале MSK–64 и на высоте размещения от нулевой отметки: 9 баллов и до 70 м.

Воздействие атмосферного давления находится в диапазоне от 84 до 106,7 к Па (от 630 до 800 мм рт. ст.) по ГОСТ 52931-2008. По защищенности от проникновения твердых предметов и воды соответствует степени защиты IP55 по ГОСТ 14254-96.

3.4.2 Технические характеристики

Устройство обеспечивает измерение МЭАД нейтронного излучения, $H^*(10)$, Зв/ч, в диапазоне, указанном в таблице 3.4, в соответствии с градуировочной характеристикой по формуле:

$$H^*(10) = \frac{F}{S} \cdot H^*(10)_{\text{с.ф.}}$$

где F - среднее значение импульсного потока, с^{-1} ;

S – чувствительность при измерении МЭАД нейтронного излучения $\text{с}^{-1}/(\text{Зв/ч})$;

$H^*(10)$ - значение собственного фона устройства $\text{с}^{-1}/(\text{Зв/ч})$.

Таблица 3.4 – Измерение МЭАД нейтронного излучения.

Параметр	Значение
Диапазон измерений, Зв/ч	от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-1}$
Чувствительность к быстрым нейтронам, $\text{с}^{-1}/(\text{Зв/ч})$	$(6,25 \pm 1,50) \cdot 10^3$
Коэффициент перехода от активности образцового закрытого источника быстрых нейтронов с радионуклидом калифорний-252 типа NScf2.P01 к МЭАД на штатном месте, $K_{\text{ПШ NScf2.P01}}$, Бк/(Зв/ч)	$(6,20 \pm 1,50) \cdot 10^9$

Время установления рабочего режима устройства (без учета времени выполнения первого измерения) – не более 100 с. Время измерений в начале диапазона не превышает 2000 с.

Значение МЭАД, обусловленное собственным фоном, составляет не более $6 \cdot 10^{-7}$ Зв/ч, при мощности экспозиционной дозы гамма-излучения не более 0,22 мкГр/ч (25 мкР/ч). В режиме проверки работоспособности $(3,0 \pm 1,5) \cdot 10^{-5}$ Зв/ч.

Регистрирует нейтронное излучение в диапазоне энергий от 0,025 эВ до 15 МэВ, при этом основная погрешность при измерении МЭАД нейтронного излучения для типовых спектров – не более $\pm 55\%$. Пределы допускаемой основной относительной погрешности устройства при измерении МЭАД нейтронного излучения образцового закрытого источника быстрых нейтронов с радионуклидом калифорний-252 типа NCf2.P01 составляет $\pm 25\%$.

Питание осуществляется от источника постоянного тока с номинальным напряжением 48 В. Устойчиво при изменении напряжения питания от 20 до 60 В. Суммарная (по основной или резервной линии электропитания), потребляемая мощность составляет 10Вт. Пусковой ток не более 15 А при длительности переходного процесса не более 0,1 с.

Обеспечивает обмен информацией по двум каналам RS-485 (основному и резервному) с устройствами вышестоящего уровня, а также трансляцию пакетов при обмене информацией между устройствами верхнего уровня и устройствами, подключенными к тому же сегменту, в соответствии с протоколом ModBus в режиме RTU. Предусмотрена возможность ручной, дистанционной и автоматической проверки (контроля) функционирования.

При удаленном управлении устройство выполняет следующие функции:

- 1) передачу на вышестоящий уровень текущих и архивных значений контролируемых параметров, состояния ИК, состояние подключенного оборудования;
- 2) прием и исполнение команд управления режимами работы устройства.

УДМН имеет возможность в установке двух контролируемых уровней сигнализации (предупредительного и аварийного) во всем диапазоне измерений. Предел допускаемой относительной погрешности срабатывания сигнализации соответствует пределу допускаемой основной относительной погрешности устройства.

При переводе ИК в состояние тестирования, обеспечивает автоматическое включение блокировки выдачи сигналов превышения контролируемых уровней, предназначенных для управления сигнализаторами.

Сохраняет в архиве следующие данные: значение контролируемого параметра; состояние ИК и подключенного оборудования; дата и время записи в архив. Также предоставляет:

- 1) защиту от искажения входной информации, поступающей по каналам связи с устройствами верхнего уровня;
- 2) защиту от сбоев и частичных отказов, в том числе по общей причине;
- 3) защиту от ошибочных действий персонала;
- 4) защиту от несанкционированного доступа к управлению режимами работы устройства, ведущими к изменению порядка функционирования.

Гарантируется диагностика собственной работоспособности и работоспособности подключенного оборудования. Так же выполняется хранение текущего астрономического времени и конфигурационных параметров, в том числе при отключении питания, в течение всего срока службы устройства.

3.4.3 Конструкция изделия

Конструктивно устройство состоит из блока многофункционального с АЦИ и блока детектирования мощности нейтронного излучения (БДМН). БДМН (рисунок 3.12) состоит из корпуса, колпака, узла детектирования, экрана, крышки, провода заземления и жгута.

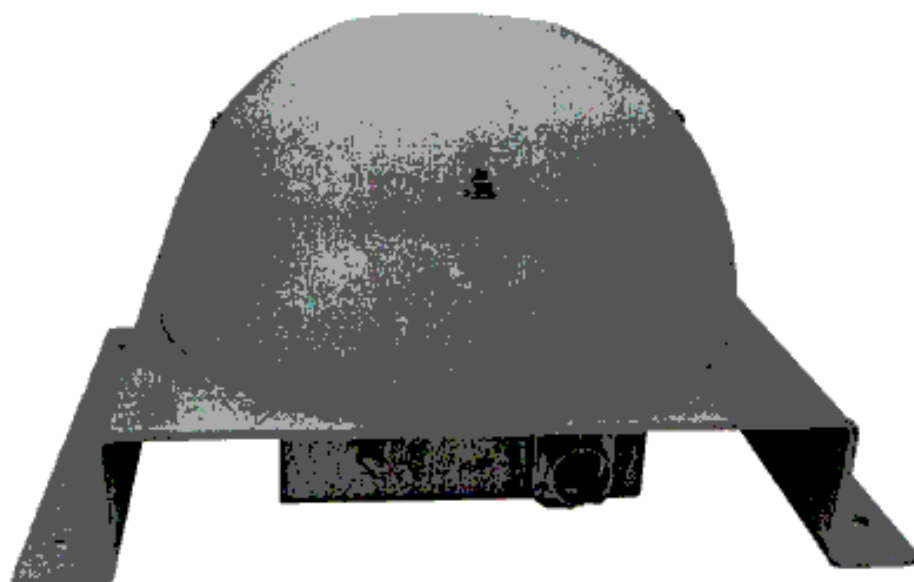


Рисунок 3.12 – Блок детектирования мощности нейтронного излучения

Корпус представляет собой П-образную металлическую пластину, выполненную из нержавеющей стали и покрытую краской. На нем предусмотрены четыре отверстия для крепления на стене или промежуточной конструкции и стакан для установки узла детектирования.

Колпак представляет собой полиэтиленовый замедлитель в виде вытянутой полусферы. Внутри колпака предусмотрено место для размещения узла детектирования.

Экран представляет собой круглую металлическую пластину, выполненную из нержавеющей стали, с отверстием для прокладки жгута и для извлечения / установки экрана.

Провод заземления представляет собой провод сечением 2,5 мм² с наконечниками на противоположных концах.

Жгут представляет собой плоский кабель с соединителями на противоположных концах. С одной стороны вилка P2MG24B19Ш1E2 GE0.364.140 ТУ, с другой розетка IDC-16F.

БДМН соединен кабелем с блоком многофункциональным с АЦИ, изготовленным по рисунку 3.13, где X1 – розетка 2PM24KPN19Г1B1 GE0.364.126 ТУ, а X2 – вилка 2PM24KPN19Ш1A1B GE0.364.126 ТУ.

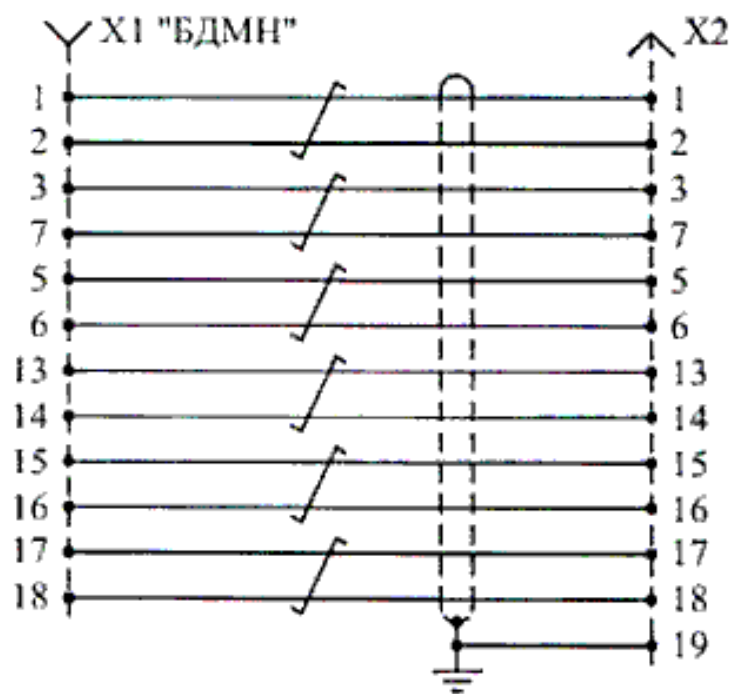


Рисунок 3.13 – Схема кабеля для соединения БДМН с блоком многофункциональным

Рекомендуемые характеристики кабеля для соединения блока многофункционального с АЦИ и БДМН: проводники скручены в пары с шагом скрутки не более 40 мм; номинальное сечение токопроводящих жил не менее 0,35 мм²; электрическое сопротивление токопроводящей жилы постоянному току при температуре 20°С не более 66,6 Ом/км; длина (при $U_{пит}$ не менее 35 В) не более 1000 м.

Узел детектирования состоит из узла детектора, узла комбинированного и узла питания.

Узел детектора содержит кремниевый ионно-имплантированный детектор и литиевый радиатор. Детектор размещен в металлическом корпусе и залит кремнийорганическим компаундом. Металлический корпус обеспечивает защиту детекторов от помех.

Узел комбинированный содержит импульсный усилитель, амплитудный селектор, магистральный импульсный усилитель, генератор импульсных сигналов.

Все элементы узла комбинированного размещены на печатной плате и защищены от помех металлическим экраном. На печатной плате узла комбинированного также установлен выходной соединитель.

Узел питания содержит DC\DC преобразователи и фильтры входной и выходной цепей питания.

Узел детектора, узел комбинированный и узел питания смонтированы на печатной плате. Узел детектора расположен на одной стороне печатной платы. Узел комбинированный и питания расположены на другой стороне печатной платы. На печатной плате имеются отверстия для крепления в БДМН.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

65

Блок многофункциональный с АЦИ выполняет следующие функции:

- 1) обработку и логический анализ информации, поступающей от БДМН;
- 2) прием команд и данных от устройств вышестоящего уровня независимо по каждому из двух каналов связи RS-485 (основному и резервному). Обмен данными производится в соответствии с правилами протокола ModBus в режиме RTU;
- 3) выделение команд и данных, предназначенных для устройства;
- 4) отправку ответных сообщений в соответствующий канал связи RS-485.

3.4.4 Принцип действия устройства

Поток быстрых нейтронов замедляется в полиэтилене. Поток тепловых нейтронов преобразуется в импульсный поток, пропорциональный МЭАД нейтронного излучения. В усилителе-дискриминаторе полезные импульсы, отделенные от шумов, усиливаются, формируются и поступают на схему обработки информации. После математической обработки импульсного потока выдается измеряемая величина МЭАД нейтронного излучения.

В режиме проверки работоспособности снижается порог дискриминации, и при этом увеличиваются показания устройства за счет увеличения чувствительности к гамма-излучению.

При взаимодействии УДМН с аппаратурой верхнего уровня происходит передача следующих параметров:

- 1) от устройства:
 - а) текущее значение МЭАД нейтронного излучения;
 - б) состояние ИК;
 - в) состояние оборудования устройства;
 - г) состояние подключенных к устройству местных сигнализаторов;
 - д) значение конфигурационных параметров (констант);
- 2) в устройство:
 - а) команды управления режимами работы;
 - б) команды установки текущего астрономического времени;
 - в) команды записи конфигурационных параметров (констант).

Устройство обеспечивает формирование сигналов состояния ИК на основе анализа измеренного значения МЭАД нейтронного излучения, сигналов управления и конфигурационных параметров. Блок многофункциональный с АЦИ выдает индикацию с помощью единичных индикаторов и встроенного трехцветного светового сигнализатора.

3.5 Организация вентиляционной системы

При работе с радиоактивными материалами могут образоваться газообразные радиоактивные отходы, чаще всего представляющие собой газовые или аэрозольные радиоактивные продукты в воздухе.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		66

Газообразные отходы обладают повышенной подвижностью и могут быстро распространяться в окружающей среде. Для локализации, сбора и обработки газообразных отходов используются различного типа изолированные объемы, снабженные вентиляционными системами. Комбинация вентиляции с очисткой собранного воздуха предотвращает радиоактивное загрязнение воздуха в рабочих помещениях и окружающей атмосфере.

На установках по обращению с радиоактивными материалами воздушные потоки, выходящие непосредственно из рабочих областей, например, горячих камер или печей сжигания, называют отходящими газами. Отходящие газы, как правило, содержат более высокие концентрации радионуклидов, чем вентиляционные потоки из рабочих помещений, в которые радионуклиды обычно попадают лишь путем утечек из закрытых рабочих областей. Поэтому отходящие газы различных установок, как правило, очищаются от радионуклидов до их смешивания с вентиляционным воздухом из рабочих помещений.

Главными задачами систем вентиляции являются: снижение и поддержание уровня радиоактивного загрязнения рабочих помещений в безопасных допустимых пределах; поддержание минимальной концентрации пыли в рабочих помещениях и уменьшение поверхностного загрязнения; поддержание направления потока воздуха от объема с меньшим загрязнением к объему с большим загрязнением, что позволяет защитить помещения от неконтролируемого распространения загрязнения; очистка отходящих газообразных потоков перед выбросом в атмосферу.

Вентиляционная система помещений по обращению с жидкими и твердыми горючими радиоактивными материалами состоит из приточновытяжной вентиляции.

3.5.1 Выбор вентилятора и преобразователя частоты электропривода

Для цеха обращения с жидкими и твердыми горючими РАО используется центробежный дутьевой вентилятор одностороннего всасывания типа ВДН-15Х-1500 (рисунок 3.14).

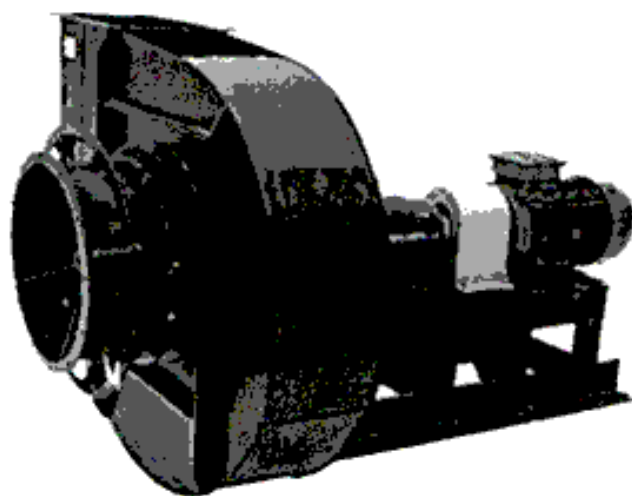


Рисунок 3.14 – Центробежный дутьевой вентилятор ВДН-15Х-1500

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

67

Рассчитан на продолжительный режим работы в помещениях и на открытом воздухе под навесом в условиях умеренного климата (климатическое исполнение У и Т, категория размещения 1, 2, 3, 4, ГОСТ 15150-69). Технические параметры вентилятора приведены в таблице 3.5.

Температура окружающей среды: от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Основным свойством вентиляции является устранение вредных выделений в помещениях, к которым относят: избыточное тепло и влагу, различные газы и пары вредных веществ, а так же пыль и смог.

Таблица 3.5 – Технические характеристики вентилятора ВДН-15Х-1500.

Наименование показателя	Значение
Диаметр рабочего колеса, м	1,5
Частота вращения двигателя (синхронная), max, об/мин	1500
Типоразмер двигателя	АИР355М4
Установленная мощность двигателя, кВт	315
Потребляемая мощность, кВт	218
Производительность на всасывании, $\text{м}^3/\text{ч}$	77500
Полное давление, даПа	880
Температура перемещаемой среды на всасывании, $^{\circ}\text{C}$	30
КПД max, %	84
Предельная запыленность перемещаемой среды, $\text{г}/\text{м}^3$	0,1
Предельная температура перемещаемой среды на всасывании, $^{\circ}\text{C}$	200
Габариты поставочные с э/дв., LxВxН, мм	3855x2710x2220
Масса с э/дв. (без э/дв.), кг	3480 (2070)

Вентилятор ВДН-15Х-1500 комплектуются асинхронным двигателем переменного тока с короткозамкнутым ротором АИР355М4, параметры которого приведены в таблице 3.6. Данная модель электродвигателя с мощностью в 315 кВт. При этом скорость вращения системы составляет полторы тысячи оборотов в минуту.

Такой интенсивный режим работы и дает возможность обеспечивать электроэнергией габаритной машины во время производственного процесса. Для работы электродвигателя АИР355М4 необходимо напряжение в 380 В. При этом уровень тока должен составлять не менее 558 А. В таких условиях гарантируется КПД на уровне 95,6%. Коэффициент мощности конструкции составляет 0,9, что является довольно высоким показателем. При этом коэффициент соотношения номинального и пускового механизма равен 6,9. Это свидетельствует о быстром «разогреве» системы и достижении максимальной мощности за кратчайший промежуток времени. Общий же вес составляет почти две тонны.

Таблица 3.6 - Технические характеристики электродвигателя АИР355М4.

Наименование показателя	Значение
Напряжение, В	380
Номинальный ток, А	556
Ипуск	6,9
Номинальная частота вращения, об/мин	1480
Мпуск/Мном	2,1
Коэффициент мощности, $\cos \varphi$	0,9
КПД %	95,6
Мощность, кВт	315
Ммакс/Мном	2,2
Номинальный крутящий момент, Н·м	2032
Масса, кг	1862

Для выбора модели преобразователя необходимо знать номинальный ток двигателя. Выбираем частотный преобразователь UNIDRIVE SP 8414 (рисунок 3.15).

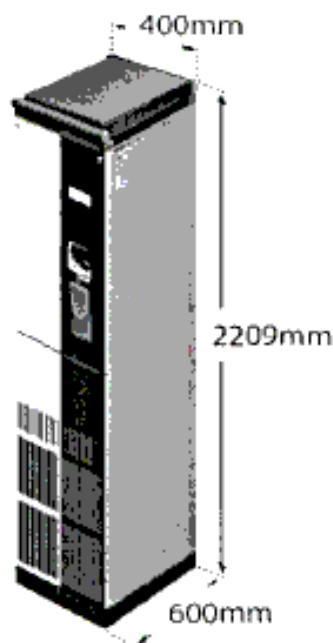


Рисунок 3.15 – Шкаф преобразователя частоты

Преобразователь имеет шкафное исполнение полностью, в котором имеются готовые к установке приводы с компактно установленными компонентами. Преобразователь рассчитан на мощность 355 кВт при 380 В, класс защиты IP20. Выдаваемый ток в нормальном режиме 620А, что соответствует двигателю воздушной. Для обеспечения работы всех вентиляторов понадобится 2 таких шкафа.

Для того чтобы обеспечить работу вентиляторов при ремонте и отключении контроллера, предусмотрен ручной режим управления, который включается в шкафу преобразователя.

3.5.2 Выбор дымососа и преобразователя частоты электропривода

Для локализации, сбора и обработки газообразных отходов используются различного типа изолированные объемы, снабженные дымососом. В цехе обращения с жидкими и твердыми горючими РАО используется тягодутьевый химический дымосос ДН - 19 (рисунок 3.16), который предназначен для перемещения дымовых газов, воздуха температурой от -30 градусов до +200 градусов.

Допускается применение дымососа ДН-19 в технологических установках для перемещения неагрессивных газов с запыленностью до 2 г/м^3 , по абразивности и склонности к налипанию не отличающихся от озоленных дымовых газов. По характеру кривых полного давления дымосос ДН-19 применяется как для одиночной, так и для последовательно-параллельной работы.

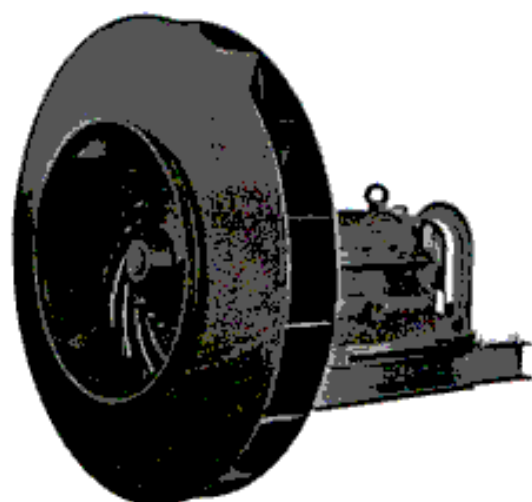


Рисунок 3.16 – Тягодутьевый дымосос ДН - 19

Дымосос ДН-19 рассчитан на продолжительный режим работы в помещениях и на открытом воздухе в условиях умеренного климата (климатическое исполнение У, категория размещения 1, ГОСТ 15150-69). Запуск дымососа разрешается при температуре в щитке не ниже -28°C . Максимально допустимая температура на входе в дымосос не должна превышать 250°C .). Технические параметры дымососа приведены в таблице 3.7.

Дымосос ДН-19 комплектуется асинхронным двигателем переменного тока с короткозамкнутым ротором АИР355МВ6, параметры которого приведены в таблице 3.8. Режим работы - продолжительный, S1. (S1 по ГОСТ 183-74: продолжительный при неизменной нагрузке и стабильности). Данная модель электродвигателя с мощностью в 250 кВт. Такой интенсивный режим работы и дает возможность обеспечивать электроэнергией габаритной машины во время производственного процесса. Для работы электродвигателя АИР355МВ6 необходимо напряжение в 380 В. При этом уровень тока должен составлять не менее 451 А. В таких условиях гарантируется КПД на уровне 94,5%.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

Таблица 3.7 – Технические характеристики дымососа ДН-19

Наименование показателя	Значение
Диаметр рабочего колеса, м	1,9
Частота вращения двигателя (синхронная), max, об/мин	1000
Типоразмер двигателя	АИР355МВ6
Установленная мощность двигателя, кВт	250
Потребляемая мощность, кВт	160
Производительность на всасывании, м ³ /ч	105000
Полное давление, даПа	4620
Температура перемещаемой среды на всасывании, С	40
КПД max, %	83
Предельная запыленность перемещаемой среды, г/м ³	0,2
Предельная температура перемещаемой среды на всасывании, С	250
Габариты поставочные с э/дв., LxВxН, мм	6070x3800x3890
Масса с э/дв. (без э/дв.), кг	5084 (3150)

Коэффициент мощности конструкции составляет 0,88, что является довольно высоким показателем. При этом коэффициент соотношения номинального и пускового механизма равен 6,7.

Таблица 3.8 - Технические характеристики электродвигателя АИР355МВ6.

Наименование показателя	Значение
Напряжение, В	380
Номинальный ток, А	451
Пуск	6,7
Номинальная частота вращения, об/мин	990
Мпуск/Мном	1,9
Коэффициент мощности, cos φ	0,88
КПД %	94,5
Мощность, кВт	250
Ммакс/Мном	2,0
Номинальный крутящий момент, Н·м	1929
Масса, кг	1934

Степень защиты электродвигателя IP54 - согласно International Protection, 5 – защита от пыли, 4 – защита от попадания воды. Климатического исполнения У (температура окруж. среды, С°-20 ... +40).

Наиболее подходящий частотный преобразователь для этого двигателя UNIDRIVE SP 8413, мощностью 315 кВт. Выдаваемый ток в нормальном режиме 540А, что соответствует двигателю дымососа. Класс защиты IP20.

3.6 Метод дезактивации радиоактивных отходов

Обращение с радиоактивными отходами требует соблюдения комплекса мер радиационной безопасности. В связи с тем, что исключить загрязнение объектов радиоактивными веществами не всегда представляется возможным, а в некоторых случаях принципиально не осуществимо, возникает проблема удаления с объектов радиоактивных веществ, или дезактивации загрязненных поверхностей. Термин «дезактивация» означает полное или частичное удаление радиоактивного загрязнения специально подобранными физическими, химическими или другими способами.

Дезактивация является сопутствующим процессом практически всех операций по переработке и транспортировке РАО, призванным предотвратить распространение загрязнения и обеспечить необходимый уровень радиационной безопасности. Так же дезактивация служит для безопасности людей и окружающей среды при аварийных ситуациях.

Объектами дезактивации являются оборудования, контейнеры, спецодежда, средства индивидуальной защиты и т.д. В цехе по обращению с жидкими и твердыми горючими радиоактивными материалами при аварийных ситуациях и полном удалении радиоактивного загрязнения используется химический центробежный насос, который является защитой от возможных протечек вредных смесей, пары которых способны образовывать с воздухом взрывоопасные составы.

3.6.1 Выбор химического центробежного насоса

Разновидностей химических насосов достаточно много. Основным их отличием является возможность перекачивания жидкостей, имеющих в своем составе агрессивные или взрывчатые вещества.

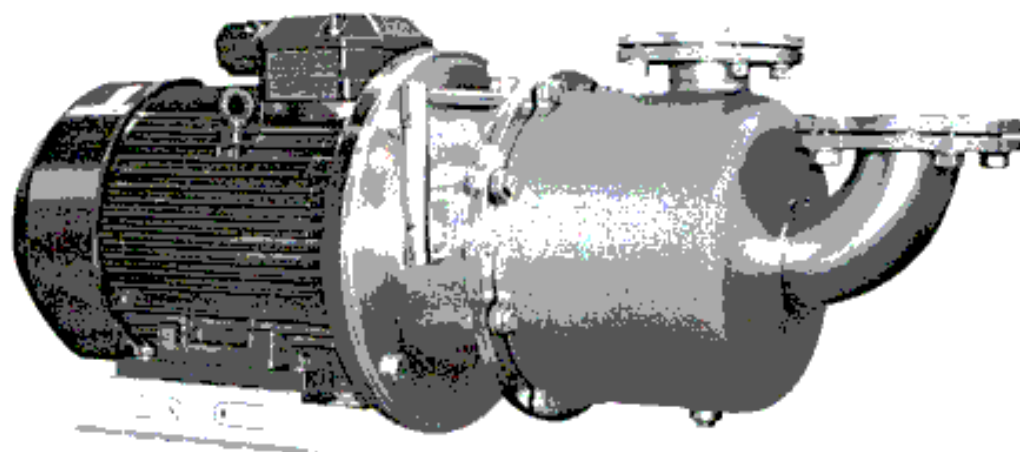


Рисунок 3.16 – Химический центробежный насос XM 100/50K5-30/2

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

Наиболее популярным среди насосного оборудования является центробежный тип устройств, а в сегменте химических агрегатов значительную часть составляют герметичные центробежные насосы. Они обеспечивают полную изоляцию перекачиваемой жидкости, защищая окружающую среду от возможных протечек вредных смесей, пары которых способны образовывать с воздухом взрывоопасные составы.

Для цеха используется насос ХМ 100/50К5-30/2 (рисунок 3.17) с параметрами рабочей точки: производительность от 80 до 100м³/час и напор от 45 до 55 метров (4,5 - 5,5 атм.).

Насос способен перекачивать такие среды как: кислоты, щелочи, солевые растворы, различные суспензии, моющие средства и спирт и другое. Все детали проточной части насоса ХМ 100/50К5-30/2, выполнены из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т. Присоединения у насоса фланцевые. Температура жидкости от -40 С до +140 С (-50 С +200 С). Технические параметры насоса приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики ХМ 100/50К5-30/2

Наименование показателя	Значение
Напряжение сети, В	380~400
Частота вращения двигателя (синхронная), max, об/мин	2900
Потребляемая мощность, кВт	30
Максимальная пропускная способность, м ³ /ч	110
Максимальное рабочее давление, бар	5,5
Напор, м	55-45
Диаметр входного патрубка, мм	100
Диаметр выходного патрубка, мм	65
Максимальная температура рабочей жидкости, С	140
Тип рабочего колеса	закрытое
Габариты поставочные без э/дв., LxВxН, мм	770x279x415

Химический центробежный насос ХМ 100/50К5-30/2 комплектуется асинхронным двигателем переменного тока с короткозамкнутым ротором АИР180М2, параметры которого приведены в таблице 3.10. Категория размещения - 2 (эксплуатация под навесом, отсутствие прямого воздействия осадков и солнечного излучения), или 3 (эксплуатация в закрытых помещениях без регулирования климатических условий).

Режим работы - продолжительный, S1. (S1 по ГОСТ 183-74: продолжительный при неизменной нагрузке и стабильности). Класс нагревостойкости F – пиковая температура нагрева обмотки до 150°С. Степень защиты электродвигателя IP54 - согласно International Protection, 5 – защита от пыли, 4 – защита от попадания воды. Климатического исполнения У (температура окруж. среды, С°-20 ... +40).

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

Таблица 3.10 - Технические характеристики электродвигателя АИР180М2.

Наименование показателя	Значение
Напряжение, В	380
Номинальный ток, А	55,4
Ипуск	7,5
Номинальная частота вращения, об/мин	2950
Мпуск/Мном	2,0
Коэффициент мощности, cos φ	0,9
КПД %	91,4
Мощность, кВт	30
Ммакс/Мном	2,3
Номинальный крутящий момент, Н·м	97
Динамический момент инерции ротора, кг·м ²	0,076

Наиболее подходящий частотный преобразователь для этого двигателя UNIDRIVE SP 4401 мощностью 37 кВт ток, которого в нормальном режиме 68А и мощностью 30 кВт ток, которого в тяжелом режиме 60А. Класс защиты IP20.

3.6.2 Химический дезактивирующий раствор

Процесс дезактивации и требования, предъявляемые к дезактивирующим растворам, определяются химическим составом загрязнений. Химические дезактивирующие растворы должны растворять загрязнения или переводить их в раствор и удерживать в растворе в растворенном состоянии.

В случае аварии цеха по обращению с жидкими и твердыми горючими радиоактивными материалами применяют раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ). При использовании растворов ПАВ) стадия дезактивации заключается в смачивании обрабатываемой поверхности, разрушении связи радиоактивных загрязнений с поверхностью и переводе их в раствор.

Поверхностное натяжение воды при 20°С равно 72,75 МДж/м², а при введении в воду небольших количеств ПАВ (0,01–0,1%) поверхностное натяжение снижается более чем в 2 раза. Молекулы ПАВ на обрабатываемой поверхности и на радиоактивных загрязнениях формируют адсорбционные слои, которые способны на 2–3 порядка снизить адгезию между радиоактивными частицами и загрязненной поверхностью. Причем адгезия ослабевает настолько, что некоторые радиоактивные загрязнения приобретают способность самопроизвольно переходить в дезактивирующий раствор.

На стадии процесса дезактивации радиоактивные загрязнения должны находиться в объеме дезактивирующего раствора и удерживаться в нем. Этому способствует отмеченный выше факт ослабления адгезии радиоактивных частиц к обрабатываемой поверхности, а также то, что водные растворы некоторых ПАВ, именуемых коллоидными, обладают коллоидно-химическими свойствами, способствующими удержанию радиоактивных загрязнений в растворе.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

74

К числу этих свойств относится суспендирующая, эмульгирующая и пенообразующая способность водных растворов ПАВ.

В состав дезактивирующего раствора входят коллоидные ПАВ, комплексообразующие вещества, связывающие радионуклиды в ионной форме и добавки. Коллоидными называют такие ПАВ, которые способны образовать мицеллы-агрегаты различной формы, состоящие из большого числа молекул ПАВ (до нескольких сотен). Коллоидные ПАВ имеют углеводородный радикал, содержащий в виде цепочки более 8 метиленовых групп (CH_2). К таким соединениям относится натриевая соль сульфированных спиртов $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OSO}_3\text{Na}$ и сульфонол, в котором $n = 12$.

3.7 Программно-технический комплекс

Программно-технический комплекс верхнего уровня (ПТК ВУ) представляет собой набор технических средств, линий связи и программного обеспечения, применяемый для организации автоматизированных рабочих мест (АРМ), обеспечивающих интерфейс с оператором посредством предоставления ему возможностей просмотра текущей и архивной информации о радиационной обстановке на контролируемом объекте, состояния и управления работой оборудования.

ПТК ВУ обеспечивает выполнение следующих основных функций:

1) отображение информации о состоянии радиационной обстановки на контролируемом объекте (энергоблоке, спецкорпусе, в хранилище, зоне наблюдения и т.д.);

2) отображение информации о состоянии оборудования АСРК;

3) управление режимом работы измерительных каналов по команде оператора с пультов радиационного контроля;

4) управление режимами работы внешних исполнительных механизмов (например, электромагнитных клапанов, газодувок) по команде оператора с пультов радиационного контроля;

5) подготовка отчетов на основе информации о состоянии радиационной обстановки на контролируемом объекте за определенный период;

6) автоматическое выполнение заданных последовательностей команд управления по заданному расписанию;

7) предоставление оператору механизма тонкой настройки реакции системы на изменение контролируемых параметров для обнаружения отклонений от стабильного состояния до срабатывания порогов;

8) вывод данных о значении и состоянии контролируемых радиационных параметров в смежные информационные вычислительные сети;

9) защита от несанкционированного доступа к данным, прикладному и системному программному обеспечению;

10) обеспечение заинтересованных пользователей информационно-вычислительной сети информацией о состоянии радиационной обстановки в цехе (по санкционированному запросу пользователя);

11) обеспечение заинтересованных организаций информацией о состоянии наиболее важных радиационных параметров. Передача информации организациям осуществляется по согласованным с данными организациями протокола обмена.

3.7.1 Программное обеспечение для оперативного персонала

Программное обеспечение оборудования верхнего уровня представляет собой программный комплекс, состоящий из:

- 1) системного программного обеспечения;
- 2) прикладного программного обеспечения.

В качестве системного программного обеспечения используется свободно распространяемая операционная система Linux, имеющая полный спектр программных продуктов, необходимых как для функционирования прикладного программного обеспечения, так и для выполнения работ по подготовке отчетной документации. Системное программное обеспечение является общим для всех видов пультов, панелей, шлюзов и серверов радиационного контроля.

Прикладное программное обеспечение верхнего уровня системы радиационного контроля (ППО ВУ СРК) разрабатывается под каждый контролируемый объект индивидуально.

ППО ВУ СРК осуществляет:

- 1) обмен информацией с оборудованием нижнего уровня СРК;
- 2) представление информации о контролируемых радиационных параметрах, состоянии контролируемого объекта и состоянии оборудования СРК;
- 3) формирование и представление сообщений оператору при изменении состояния контролируемого объекта или оборудования СРК (событий);
- 4) управление работой СРК и работой оборудования СРК;
- 5) хранение информации в локальных и долговременных архивах;
- 6) выполнение заданных последовательностей команд по заданному расписанию;
- 7) предоставление оператору механизма тонкой настройки реакции систем на изменение контролируемых параметров для обнаружения отклонений от стабильного состояния до срабатывания порогов;
- 8) формирование отчетов установленной формы по запросу оператора, их представление и печать;
- 9) обмен информацией с другими информационными системами контролируемого объекта;
- 10) защиту информации;
- 11) конфигурирование оборудования СРК с пультов РК;
- 12) диагностику работоспособности ППО и оборудования СРК;
- 13) поддержку информационного обмена с оборудованием нижнего уровня СРК сторонних производителей.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

Представление информации происходит посредством оконного интерфейса (рисунок 3.17) в одном из двух форматов: в системе визуализации реального времени для оперативного персонала контролируемого объекта и по запросу с использованием WEB-сервиса для административного персонала.

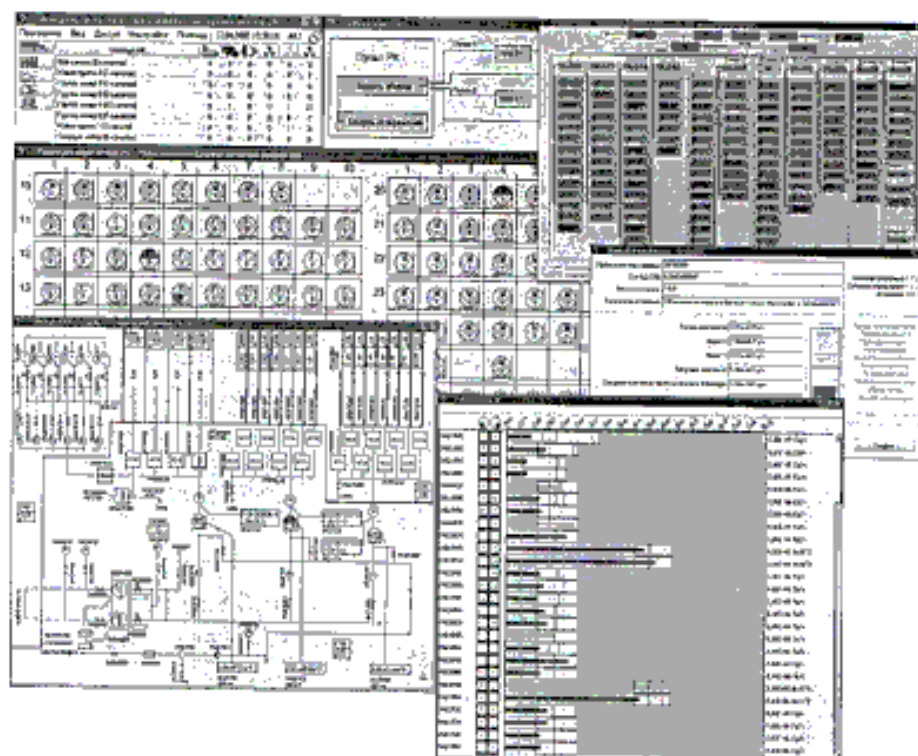


Рисунок 3.17 – Формат человеко-машинного интерфейса

При отображении используются следующие форматы человеко-машинного интерфейса:

- 1) технологические видеокadres (технологический контроль объекта);
- 2) видеокadres планировок помещений (контроль помещений объекта);
- 3) видеокadres диагностики оборудования;
- 4) тренды;
- 5) гистограммы;
- 6) таблицы;
- 7) окна контроля и управления;
- 8) отчеты.

Видеокadres разрабатываются в тесном сотрудничестве с персоналом службы Заказчика, ответственной за радиационную безопасность. Тип и сложность видеокadres определяется исходя из требований: проектной документации; требований заказчика; требований нормативной документации.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

К особенностям процедур хранения относятся: объектная структура базы данных реального времени; использование аппертурно-временного алгоритма сохранения данных; использование кольцевых архивов; децентрализованное хранение информации в локальных и долгосрочных архивах; быстрый доступ к архивным данным (буферирование архивов); хранение текущей информации в базе данных реального времени; использование SQL – технологии доступа к данным; поддержка СУБД MySQL, Oracle; циклический механизм синхронизации базы данных между ПТС верхнего уровня.

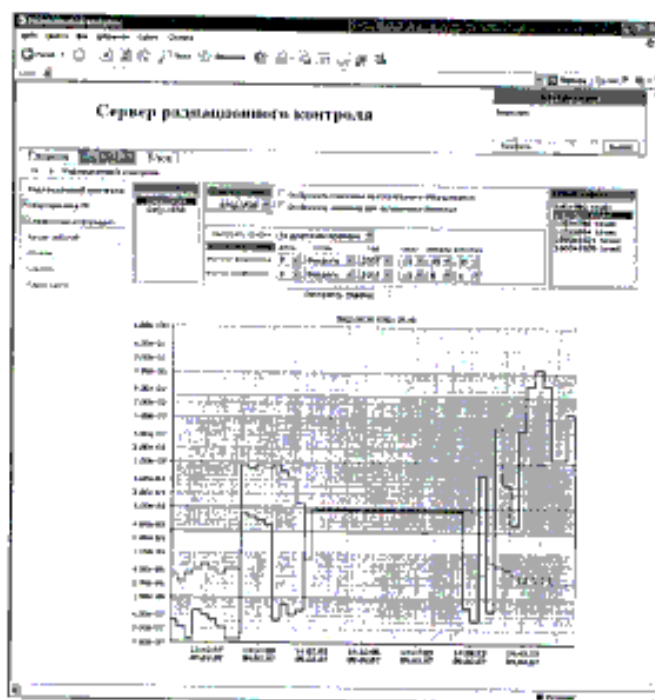


Рисунок 3.19 – Хранение информации

Для переноса информации на бумажные носители ППО ВУ СРК предоставляет возможность формирования, представления и печати отчетов. Отчеты формируются по запросу персонала с использованием предварительно разработанных форм. Удобство выполнения отчетов обеспечивается: формированием отчетов на основе данных из архива по установленному шаблону; использованием встроенных средств оформления отчетов OpenOffice; использованием открытого формата базы данных форм отчетов; применением языка формирования отчетных форм RNR.

ППО ВУ СРК обеспечивает выполнение функций взаимодействия со смежными подсистемами, в том числе: передачу информации в смежные подсистемы; прием исходной информации для вычисления косвенных параметров.

Для обеспечения защиты информации от разрушения при сбоях выполняются: мониторинг и протоколирование работы всех узлов системы; удаленное (в рамках ЛВС) управление задачами и процессами с использованием защищенного протокола SSL; контроль целостности файлов описания видеокадров, массивов конфигурационных параметров, пакетов передаваемых данных, исполняемых модулей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для обеспечения защиты информации от несанкционированного использования реализован механизм доступа персонала к информации и управлению СРК, особенностями которого являются: поддержка до 10 категорий пользователей (оперативный персонал, ремонтный персонал, административный персонал и т. д.); авторизованный доступ к функциям управления оборудованием; протоколирование всех действий оператора; он-лайн проверка прав пользователя при выполнении управляющих действий; поддержка механизма предоставления доступа с разных пультов на основе нарядов.

ППО ВУ СРК обеспечивает расширенную диагностику состояния всего оборудования СРК, в том числе: визуализацию результатов диагностики оборудования нижнего уровня; управление режимами диагностики оборудования нижнего уровня; диагностику как основных так и резервных каналов связи (контроль готовности); диагностику состояния оборудования верхнего уровня; диагностику состояния задач и процессов; диагностику целостности базы данных; диагностику исполнения команд; авторестарт при сбое (программный и аппаратный рестарт).

3.7.2 Пульт компьютерный одномониторный

Пульт компьютерный одномониторный (далее ПКО) предназначен для организации автоматизированного рабочего места оператора АСУ ТП на базе промышленного компьютера с архитектурой Intel x86 и осуществляет:

3) работу в диалоговом режиме с оператором посредством монитора, клавиатуры, трекбола и выдачу оператору звуковой информации;

4) прием и передачу информационных пакетов по двум каналам связи стандарта Ethernet (IEEE 802.3) и спецификацией 10 Base-T или 100 Base-T;

5) прием и передачу информационных пакетов по восьми каналам связи с интерфейсом RS-485 или RS-422.

ПКО (рисунок 3. 20) обеспечивает работу в автономном режиме без подключенного к нему дополнительного оборудования в течение не менее 40 мин и при подключенном к нему дополнительном оборудовании с максимальной потребляемой от ПКО мощностью 300 Вт в течение времени не менее 5 мин. Разветвление сети электропитания ~220 В на два соединителя, предназначенные для подключения дополнительного оборудования. В случае наличия заземляющих проводников в кабелях питания дополнительного оборудования ПКО обеспечивает подключение этих проводников к цепи защитного заземления.

Имеет в своем составе системное программное обеспечение (СПО) на базе ОС Linux. Питание осуществляется от сети переменного тока с параметрами не хуже: напряжение 220 В; частота (50±3) Гц. Мощность, потребляемая от сети электропитания ~220 В 50 Гц, – не более 300 Вт. Среднее значение пускового тока за один период частоты сети электропитания ~220 В (20 мс) не превышает: 20 А при подаче напряжения сети электропитания ~220 В на вход; 20 А при включении источника бесперебойного питания (ИБП).

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		80



Рисунок 3.20 – Пульт компьютерный одномониторный

В состав ПКО входят следующие изделия: – системный блок; монитор; клавиатура с манипулятором типа трекбол; ИБП; панель трехрозеточная; система акустическая; блок вентиляторов.

Монитор предназначен для отображения видеоинформации, передаваемой системным блоком. Представляет собой цветной плоский жидкокристаллический экран с активной матрицей 1920x1080 точек с диагональю видимой зоны не менее 24 дюйма и яркостью 275 кд/м².

Системный блок предназначен для выполнения функций по приему, передаче, обработке и представлению (формирование видеоинформации для вывода на монитор и звуковой информации для вывода на акустическую систему) информации. Внутри корпуса системного блока установлены четыре двухканальных платы интерфейса RS-485, соединители которых с «RS-485-1» по «RS-485-8» выведены со стороны задней панели системного блока. На плате интерфейса RS-485 расположено шесть переключателей с «JP1» по «JP6». «JP1, JP2» - устанавливает тип последовательного интерфейса RS-485 или RS-422. «JP3, JP5» - устанавливает величину сопротивления 120 Ом или 300 Ом, между цепями «TxD+» («DATA +») и «TxD-» («DATA -»). «JP4, JP6» - устанавливает величину сопротивления 120 Ом или 300 Ом, между цепями «RxD+» и «RxD-».

Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

81

ИБП обеспечивает стабилизированным электропитанием системный блок, монитор, акустическую систему и дополнительное оборудование при нормальной подаче напряжения сети электропитания ~220 В, при воздействии электромагнитных помех по сети электропитания ~220 В, а также в случае пропадания напряжения в сети электропитания ~220 В. Внутри ИБП установлена аккумуляторная батарея, которая подключается к внутренним цепям ИБП. ИБП имеет три режима: работа от сети электропитания; работа от аккумуляторной батареи (автономный режим ИБП); автоматическая (ручная) самопроверка.

Система акустическая предназначена для приема электрического сигнала от системного блока и преобразования его в акустический сигнал с целью выдачи оператору звуковой информации.

Панель трехрозеточная предназначена для разветвления сети электропитания ~220 В с целью выдачи напряжения питания на подключаемое к ней оборудование. Панель трехрозеточная также обеспечивает подключение оборудования к элементу защитного заземления, но только в случае, если в кабелях питания оборудования присутствуют цепи заземления, подключаемые к контактам панели трехрозеточной.

Блок вентиляторов предназначен для поддержания температурного режима внутри корпуса ПКО. Термостат имеет гистерезис на включение и выключение около 7 °С от установленного регулятором значения.

3.8 Блок – схема автоматизированной системы радиационного контроля

Автоматизированная система контроля радиоактивности отходов цеха предназначена для:

1) непрерывного контроля, отображения и документирования информации о параметрах, характеризующих:

- а) целостность защитных барьеров;
- б) радиационное состояние технологических систем;
- в) радиационную обстановку в производственных помещениях цеха;
- г) величины выхода радионуклидов с цеха в окружающую среду;
- д) техническое состояние и режимы работы технических средств оборудования системы радиационного контроля;

2) обеспечения персонала достоверной информацией о радиационном состоянии цеха;

3) ведение архива информации о радиационных параметрах цеха;

4) обеспечение связи со смежными системами.

Блок – схема автоматизированной системы контроля радиоактивности отходов представлена на рисунке 3.21.

Автоматизированная система контроля работает во всех режимах эксплуатации, включая планово-предупредительные ремонты и режимы проектных аварий, а также в режиме снятия цеха с эксплуатации.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

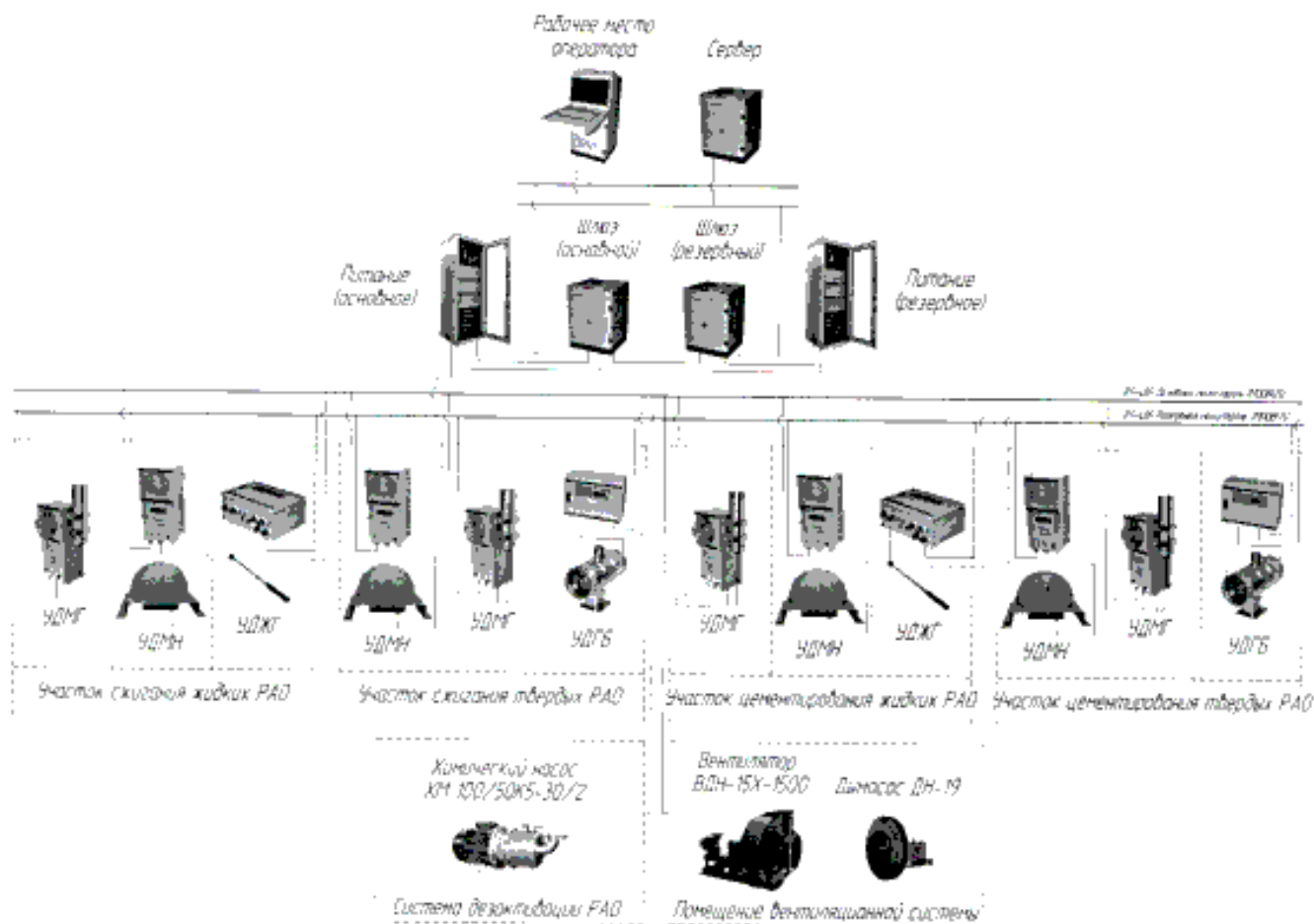


Рисунок 3.21 – Блок – схема автоматизированной системы контроля радиоактивности отходов

Построена автоматизированная система контроля как двухуровневая измерительная информационная система с централизованным автоматизированным управлением её функционированием и распределенной организацией измерения, сбора и обработки информации. Кроме того, выполняет радиационный контроль выбросов через вентиляционные трубы цеха.

Нижний уровень автоматизации, на котором посредством «интеллектуальных» устройств детектирования осуществляется автоматизированный сбор информации о радиационном состоянии контролируемого объекта, первичная обработка, выдача инициирующих сигналов на внешние исполнительные механизмы и обмен данными с подсистемой верхнего уровня.

Нижний уровень состоит из следующих элементов:

- 1) блоков и устройств детектирования;
- 2) датчиков технологических параметров;
- 3) системы вентиляции цеха
- 4) системы дезактивации радиоактивных отходов;
- 5) устройств сигнализации;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

83

Блоки детектирования каналов непрерывного контроля радиационных параметров, по виду измерений, делятся на следующие типы:

- 1) блоки детектирования для измерения объемной активности гамма излучающих радионуклидов в жидкости;
- 2) блоки детектирования для измерения объемной активности ИРГ в воздухе помещений и вентсистем;
- 3) блоки детектирования для измерения мощности эквивалента амбиентной дозы гамма-излучения;
- 4) блоки детектирования для измерения мощности эквивалентной дозы нейтронного излучения.

Верхний уровень автоматизации осуществляет представление информации о контролируемом объекте, ее долговременное хранение, управление оборудованием нижнего уровня автоматизации и организацию диалогового режима работы с оперативным персоналом. Данное оборудование является подсистемой верхнего уровня.

Верхний уровень состоит из комплекса технических средств, включающего:

- 1) сервер промышленный;
- 2) шлюз основной;
- 3) шлюз резервный;
- 4) пульт компьютерный одномониторный;
- 5) устройство питания основное;
- 6) устройство питания резервное.

Промышленный сервер предназначен для организации хранилища данных на базе промышленного компьютера с архитектурой Intel x86 и спецификацией 10 Base-T или 100 Base-T. Обеспечивает прием и передачу информационных пакетов по каналам связи стандарта Ethernet. В состав промышленного сервера входят следующие изделия: системный блок; консоль оператора; источника бесперебойного питания; панель трехрозеточная; корпус, соответствующий ГОСТ Р МЭК 60297-3-104-2009.

Шлюз сетевой создан на базе промышленного компьютера с архитектурой Intel x86, который предназначен для организации шлюза между сетями Ethernet и RS-485, и осуществляет:

- 1) прием и передачу информационных пакетов по двум каналам связи стандарта Ethernet (IEEE 802.3) и спецификацией 10 Base-T или 100 Base-T;
- 2) прием и передачу информационных пакетов по каналам связи с интерфейсом RS-485 или RS-422.

Устройство питания предназначено для обеспечения низковольтным электропитанием постоянного тока оборудования и систем. Разработано для обеспечения бесперебойным питанием систем радиационного контроля на объектах использования атомной энергии, но может применяться для питания любого оборудования с соответствующим напряжением питания и потребляемой мощностью.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

Устройство питания выполняет преобразование входного электропитания переменного тока с номинальными значениями напряжения ~220 В и частоты 50 Гц в выходное электропитание постоянного тока с номинальным напряжением 48 В.

Пульт компьютерный одномониторный предназначен для организации автоматизированного рабочего места оператора АСУ ТП на базе промышленного компьютера с архитектурой Intel x86 и осуществляет:

- 1) работу в диалоговом режиме с оператором посредством монитора, клавиатуры, трекбола и выдачу оператору звуковой информации;
- 2) прием и передачу информационных пакетов по двум каналам связи стандарта Ethernet (IEEE 802.3) и спецификацией 10 Base-T или 100 Base-T;
- 3) прием и передачу информационных пакетов по восьми каналам связи с интерфейсом RS-485 или RS-422.

Вывод по разделу три

В данном разделе были описаны назначение, технические характеристики и конструкция устройств детектирования. Разработаны электрические принципиальные схемы блоков преобразования информации. Выбраны элементные базы материалов для устройств детектирования в соответствии с ОСТ4-010.030-81.

Организована вентиляционная система, где были выбраны вентилятор и дымосос для принудительной системы вентиляции цеха. Выбран химический насос центробежного типа для системы дезактивации РАО. Подобраны преобразователи частоты для электроприводов вентилятора, дымососа и насоса.

Разработана блок-схема автоматизированной системы радиационного контроля, осуществляющая получение, сбор, обработку, регистрации и представления информации о параметрах, характеризующих радиационное состояние объектов контроля.

Разработано программное обеспечение, которое реализовывает техническое обслуживание, установки параметров, просмотр результатов измерения.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчёт оптовой цены устройств детектирования

4.1.1 Расчёт оптовой цены устройства детектирования мощности эквивалента амбиентной дозы гамма – излучения

Себестоимость и оптовая цена устройства на этапе его проектирования определена затратным методом или метод «средние затраты +прибыль».

Обычно на предприятиях цену на товары рассчитывают несколькими методами, а затем выбирают ту из них, которая больше соответствует целям ценообразования на данном предприятии.

На начальных этапах проектирования новой продукции ее себестоимость рассчитывается приближенными методами на основании укрупненных нормативов: рассчитывают прямые затраты (основные материалы, производственная зарплата), а косвенные затраты начисляют определенным процентом к заработной плате (общепроизводственные, общехозяйственные, коммерческие расходы), определяемые на основании данных базового предприятия (ПСЗ г. Трехгорный).

4.1.2 Расчёт стоимости материальных затрат и комплектующих изделий блока многофункционального с АЦИ

Расчет стоимости основных материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов производится на основании технологической документации, прейскурантов оптовых цен на материалы, радиодетали, микросхем и пр.

Определим массу стеклотекстолита по формуле:

$$m = \frac{\rho \cdot V}{1000000},$$

где ρ – плотность стеклотекстолита (1,6кг/м³);

V – объем печатной платы.

$$V = a \cdot b \cdot h,$$

где a – длина платы;

b – ширина платы;

h – высота платы.

Подставляя числовые значения, получаем:

$$V = 150 \cdot 115 \cdot 1,5 = 25875 \text{мм}^3;$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

86

$$m = \frac{1,6 \cdot 25875}{1000000} = 0,0414 \text{ кг}$$

Подобрав оптовые цены на материальные ресурсы, рассчитываем стоимость материальных затрат для устройства. Расчет стоимости материальных ресурсов производится по формуле:

$$MЗ = Ц \cdot Н \cdot К,$$

где МЗ – стоимость материальных затрат и комплектующих изделий;

Ц – цена единицы материальных ресурсов (единицы комплектующего изделия);

К – количество материальных ресурсов (комплектующих изделий).

Производственные расчеты сводятся в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Стоимость основных материалов и комплектующих изделий.

№	Наименование материалов и комплектующих изделий	Цена, руб.	Норма на единицу	Кол-во	Стоимость, руб.
1	Стеклотекстолит СТНФ-2-35-1,5	200	0,0414	1	8,28
2	Корпус	628	0,6 кг.	1	376,8
3	Модуль питания TEN 8-4811WI	1255	шт.	1	1255
4	Конденсатор В37641К9105К62	20	шт.	21	420
5	Конденсатор 2252 326 22104	14,5	шт.	1	14,5
6	Конденсатор GRM32NF51E106ZA01B	12	шт.	5	60
7	Микросхема LM3940IMP-3.3	110	шт.	1	110
8	Микросхема ADM232LAR	638	шт.	1	638
9	Микросхема ADM660AR	195	шт.	1	195
10	Микросхема DS89C450-ENL	1131	шт.	1	1131
11	Микросхема FM1808-70-S	513	шт.	1	513
12	Микросхема K6X0808C1D-BF55	487	шт.	1	487
13	Микросхема RTC-72423A	200	шт.	1	200
14	Микросхема SG-8002CA 22.1184 PTC	110	шт.	1	110
15	Микросхема MAX6577ZUT	170	шт.	1	170
16	Микросхема EPM3512AQI208-10	3064	шт.	1	3064

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

87

Продолжение таблицы 4.1

17	Микросхема ЭКФ1554ЛН1	16	шт.	1	16
18	Батарея BR2032-1HF	126	шт.	1	126
19	Светодиод HLMP-CM15-W00xx	52	шт.	4	208
20	Светодиод HLMP-ED16-TW0xx	52	шт.	1	52
21	Дроссель B82464-G4223-M	95	шт.	1	95
22	Резистор P1-12-0,25	0,3	шт.	29	8,7
23	Резистор PVG5H103A01	148	шт.	1	148
24	Диод BAV99	4	шт.	3	12
25	Вилка PLD-50	37	шт.	2	74
26	Вилка WF-5R	9	шт.	1	9
27	Вилка PLD-10	39	шт.	1	39
28	Вилка PLS-2	2	шт.	1	2
29	Индикатор жидкокристаллический PC2004LRS-FNH-H	774	шт.	1	774
30	Транзистор IRLML2803	10	шт.	1	10
31	Набор кнопок 87FC3-201	724	шт.	2	1448
32	Шайба M3,5	0,5	шт.	9	4,5
33	Гайка M3	0,5	шт.	5	2,5
34	Винт M3	1	шт.	9	9
35	Шайба M4,5	0,6	шт.	10	6
36	Гайка M4	0,6	шт.	4	2,4
37	Винт M4	1,25	шт.	6	7,5
38	Болт M4	1,5	шт.	4	6
	Итого:				11812,18

4.1.3 Расчет штучного времени на изготовление блока многофункционального с АЦИ

Техническая норма времени включает в себя норму подготовительно-заключительного времени и норму штучного времени. Штучное время состоит из оперативного времени и времени обслуживания рабочего места, времени перерыва на отдых и личные надобности. Оперативное время состоит из основного и вспомогательного и равно их сумме.

В мелкосерийном и серийном производстве время обслуживания рабочего места и время на отдых рассчитываются в процентах от оперативного времени.

В большинстве случаев однородные технологические операции состоят из одних и тех же структурных элементов, что дает возможность применять укрупненные нормативы штучного времени. Укрупненные нормативы содержат расчетные величины оперативного или неполного штучного времени. Точность нормативов и степень их укрупнения соответствуют типу производства. Например, для серийного производства она равна 10%, а для мелкосерийного – 15%. Под точностью нормативов понимают выраженное в процентах предельное отклонение, которое может получиться между нормой времени, установленной по нормативам, и временем, полученным на основании хронометражных данных или технического расчета. Нормативы времени оформляются в виде особых таблиц, в которых указана продолжительность тех или иных элементов нормы в зависимости от влияющих на нее факторов.

Используя нормативные материалы (В.В. Венглинский и др. «Техническое нормирование труда в приборостроении»), производятся расчеты по нормированию штучного времени на блок многофункциональный с АЦИ. Для этого заполняем таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Карта укрупненного расчета штучного времени.

№	Содержание основных операций	Время на ед., мин	Кол-во	T опер., мин	Примечание
	Изготовление печатной платы				
1	Подготовительная	0,001	17250	17,25	Типовой технологический процесс
2	Абразивно-отрезная	0,3	1	0,3	
3	Клеймение	0,00021	17250	3,62	
4	Получение рисунка	0,00034	17250	5,86	
5	Комбинирование	2,5	1	2,5	
6	Травление	0,00034	17250	5,86	
7	Покрытие сплавом «Розе»	0,001	17250	17,25	
8	Сверлильная	0,65	1	0,65	
9	Промывочная	0,00053	17250	9,14	
10	Обдувка	0,2	1	0,2	
11	Нанесение маркировки	0,00078	17250	13,45	
12	Фрезерная	0,00043	17250	7,41	
13	Слесарная	0,25	1	0,25	
	Итого:			83,74	
	Монтаж элементов на плату				
1	Резка проводов на заготовки	0,3	34	10,2	стр.349, карта 1

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

89

Продолжение таблицы 4.2

2	Лужение концов проводов	0,19	68	12,92	стр.354, карта 6
3	Снятие изоляции с проводов	0,19	68	12,92	стр.351, карта 3
4	Формовка выводов проводов	0,21	68	14,28	стр.353, карта 5
5	Установка элементов на плату	0,04	137	5,48	стр.365, карта 20
6	Электромонтажная	0,51	1104	563,04	стр.315, карта 19
7	Промывка	0,27	1	0,2	стр.301, карта 1
8	Обдувка	0,07	1	0,07	стр.305, карта 7
9	Покрытие платы лаком	7,8	1	7,8	стр. 435 карта 19
Итого:				626,91	
Изготовление корпуса					
1	Прессование корпуса	0,29	1	0,29	3,стр.384,карта 13
2	Прессование крышки	0,124	1	0,124	
3	Рассверливание отверстий	0,133	4	0,532	3,стр.397,карта 27
4	Зачистка заусенец в отверстиях	0,015	4	0,06	
5	Зачистка заусенец по контуру	0,14	1	0,14	3,стр.398,карта 28
6	Зачистка заусенец по плоскости	0,13	1	0,13	3,стр.399,карта 29
7	Зачистка арматуры от облоя	0,15	1	0,15	3,стр.401,карта 31
8	Прогонка резьбы в арматуре	0,24	4	0,96	
Итого:				2,386	
Сборка изделия					
1	Установка узлов в корпус	0,18	12	2,16	стр. 339 карта 46
2	Электромонтажная	0,29	24	6,96	стр. 315 карта 19
3	Покрытие узлов лаком	7,8	1	7,8	стр. 435 карта 19
4	Установка крышки	0,17	1	0,17	стр. 329 карта 35
5	Установка крепежа	0,24	4	0,96	стр. 328 карта 34

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

90

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Продолжение таблицы 4.2

Итого:			18,05	
Всего:			731,086	

Определим время на настройку и проверку работоспособности блока по формуле:

$$T' = (10-25)\% \cdot T_{\text{опер}};$$

$$T' = 0,2 \cdot 731,086 = 146,22 \text{ мин}$$

Определим штучное время на изготовление блока многофункционального с АЦИ по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{K}{100} \right);$$

$$T_{\text{шт}} = 877,3 \left(1 + \frac{10}{100} \right) = 965,03 \text{ мин},$$

где K - коэффициент, учитывающий величину времени на обслуживание рабочего места и личные потребности, K=10%.

Общее оперативное время составляет:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{опер}} + T';$$

$$T_{\text{оп}} = 731,086 + 146,22 = 877,3 \text{ мин}$$

Точность получаемых нормативов для серийного производства – 15%. Тогда норма штучного времени на изготовление блока многофункционального с АЦИ $T'_{\text{шт}}$ определяется по формуле:

$$T'_{\text{шт}} = 0,15 \cdot T_{\text{шт}};$$

$$T'_{\text{шт}} = 0,15 \cdot 965,03 = 144,75 \text{ мин}$$

Техническая норма времени включает в себя:

$$T_{\text{тн}} = T_{\text{тнз}} + T'_{\text{шт}};$$

$$T_{\text{тн}} = 101,32 + 965,03 = 1066,35 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время на операцию, которая укрупнено, равна 70% составляет:

$$T_{\text{тнз}} = 70\% \cdot T_{\text{шт}};$$

$$T_{\text{тнз}} = 0,7 \cdot 144,75 = 101,32 \text{ мин}$$

4.1.4 Расчет зарплаты на единицу продукции

Величина производственной зарплаты определяется по часовым тарифным ставкам, премиальным надбавкам, применяемые на базовом предприятии ФГУП «ПСЗ» г. Трехгорный.

Определим заработную плату на единицу продукции определяется по формуле:

$$P_{\text{сд}} = \frac{(T_{\text{н}} \cdot T_{\text{ст}})}{60};$$
$$P_{\text{сд}} = \frac{(1066,35 \cdot 42,71)}{60} = 759,06 \text{ руб.},$$

где $T_{\text{ст}}$ – часовая тарифная ставка слесаря-сборщика 6 разряда, $T_{\text{ст}}=42,71$ руб.

Премиальная надбавка 50%:

$$П = 759,06 \cdot 0,5 = 379,53 \text{ руб.}$$

Районный коэффициент 20%:

$$РК = 0,2(P_{\text{сд}} + П);$$
$$РК = 0,2(759,06 + 379,53) = 227,72 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата 10%:

$$Д = 0,1(P_{\text{сд}} + П + РК);$$
$$Д = 0,1(759,06 + 379,53 + 227,72) = 136,63 \text{ руб.}$$

Тогда фонд заработной платы будет равен:

$$\text{ФЗП} = P_{\text{сд}} + П + РК + Д;$$
$$\text{ФЗП} = 759,06 + 379,53 + 227,72 + 136,63 = 1502,94 \text{ руб.}$$

Начисления на фонд заработной платы составляет сумма взносов в каждый внебюджетный фонд (принимаются в процентах от фонда заработной платы), в том числе:

1) пенсионный фонд 20%:

$$\frac{20 \cdot 1502,94}{100} = 300,58 \text{ руб.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

92

2) фонд медицинского страхования 3,1%:

$$\frac{3,1 \cdot 1502,94}{100} = 46,59 \text{ руб.}$$

3) фонд социального страхования 2,9%:

$$\frac{2,9 \cdot 1502,94}{100} = 43,58 \text{ руб.}$$

Итого: ЕСН=300,58+46,59+43,58=390,75руб.

Косвенные затраты принимаем в следующих размерах:

1) общезаводские расходы – 270% от ФЗП или $1502,94 \cdot 2,7=4057,94$ руб.;

2) общепроизводственные расходы – 230% от ФЗП или $1502,94 \cdot 2,3=3456,76$ руб.;

3) коммерческие расходы – 5% от заводской себестоимости или $21220,57 \cdot 0,05=1061,03$ руб.

4) прибыль 10% от полной себестоимости или $22281,6 \cdot 0,1=2228,16$

Таблица 4.3 – Калькуляция оптовой цены блока многофункционального с АЦИ.

№	Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.	Структура (удельный вес в %)
1	Основные материалы	385,08	1,57
2	Комплекующие изделия	11427,1	46,6
3	Фонд заработной платы	1502,94	6,13
4	ЕСН	390,75	1,59
5	Общезаводские расходы	4057,94	16,55
6	Цеховая себестоимость	17763,81	72,44
7	Общепроизводственные расходы	3456,76	14,14
8	Заводская себестоимость	21220,57	86,58
9	Коммерческие расходы	1061,03	4,32
10	Полная себестоимость	22281,6	90,9

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

93

Продолжение таблицы 4.3

11	Прибыль	2228,16	9,1
12	Оптовая цена	24509,76	100

4.1.5 Расчет оптовой цены блока детектирования мощности гамма - излучения

Затраты на основные материалы составляет 2035,16руб., комплектующие изделия 3252,69руб.

Время на настройку и проверку работоспособности блока детектирования составляет: $T' = 26,86$ мин.

Штучное время на изготовление блока детектирования: $T_{шт} = 161,26$ мин.

Общее оперативное время составляет: $T_{оп} = 161,16$ мин.

Норма штучного времени на изготовление блока детектирования:

$$T_{шт}^* = 0,15 \cdot 161,26 = 24,189 \text{ мин.}$$

Техническая норма времени включает в себя: $T_{тн} = 16,93 + 161,26 = 178,19$ мин.

Подготовительно-заключительное время на операцию, которая укрупнено, равна 70% составляет: $T_{пз} = 0,7 \cdot 24,189 = 16,93$ мин.

Величина производственной заработной платы определяется по часовым тарифным ставкам, премиальным надбавкам, применяемые на базовом предприятии ФГУП «ПСЗ» г. Трехгорный.

Зарботная плата на единицу продукции составляет:

$$P_{сл} = \frac{(178,19 \cdot 42,71)}{60} = 126,84 \text{ руб.}$$

Премиальная надбавка 50%: $П = 126,84 \cdot 0,5 = 63,42$ руб.

Районный коэффициент 20%: $РК = 0,2(126,84 + 63,42) = 38,052$ руб.

Дополнительная заработная плата 10%: $Д = 0,1(126,84 + 63,42 + 38,052) = 22,83$ руб.

Тогда фонд заработной платы будет равен:

$$ФЗП = 126,84 + 63,42 + 38,052 + 22,83 = 251,142 \text{ руб.}$$

Начесления на фонд заработной платы составляет сумма взносов в каждый внебюджетный фонд (принимаются в процентах от фонда заработной платы), в том числе:

1) пенсионный фонд 20%: $\frac{20 \cdot 251,142}{100} = 50,23$ руб.

2) фонд медицинского страхования 3,1%: $\frac{3,1 \cdot 251,142}{100} = 7,78$ руб.

3) фонд социального страхования 2,9%: $\frac{2,9 \cdot 251,142}{100} = 7,28$ руб.

Итого: ЕСН=50,23+7,78+7,28=65,29руб.

Косвенные затраты принимаем в следующих размерах:

- 1) общезаводские расходы – 270% от ФЗП или $251,142 \cdot 2,7 = 678,08$ руб.;
- 2) общепроизводственные расходы – 230% от ФЗП или $251,142 \cdot 2,3 = 577,63$ руб.;
- 3) коммерческие расходы – 5% от заводской себестоимости или $6859,99 \cdot 0,05 = 3429,99$ руб.
- 4) прибыль 10% от полной себестоимости или $10289,98 \cdot 0,1 = 1028,99$ руб.

Таблица 4.4 – Калькуляция оптовой цены блока детектирования.

№	Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.	Структура (удельный вес в %)
1	Основные материалы	2035,16	17,98
2	Комплектующие изделия	3252,69	28,74
3	Фонд заработной платы	251,142	2,21
4	ЕСН	65,29	0,57
5	Общезаводские расходы	678,08	6
6	Цеховая себестоимость	6282,36	55,5
7	Общепроизводственные расходы	577,63	5,1
8	Заводская себестоимость	6859,99	60,6
9	Коммерческие расходы	3429,99	30,3
10	Полная себестоимость	10289,98	90,9
11	Прибыль	1028,99	9,1
12	Оптовая цена	11318,97	100

4.1.6 Расчёт оптовой цены устройства детектирования непрерывного контроля суммарной объемной активности жидкости

Затраты на основные материалы составляет 516,52 руб., комплектующие изделия 17851,2 руб.

Время на настройку и проверку работоспособности блока многофункционального составляет: $T^f = 281,19$ мин.

Штучное время на изготовление блока многофункционального:
 $T_{шт} = 1855,86$ мин.

Общее оперативное время составляет: $T_{оп} = 1687,15$ мин.

Норма штучного времени на изготовление блока: $T_{шт}^i = 0,15 \cdot 1855,86 = 278,38$ мин.

Техническая норма времени включает в себя: $T_{тн} = 194,86 + 1855,86 = 2050,73$ мин.

Подготовительно-заключительное время на операцию, которая укрупнено, равна 70% составляет: $T_{пз} = 0,7 \cdot 278,38 = 194,86$ мин.

Зарботная плата на единицу продукции составляет:

$$P_{сд} = \frac{(2050,73 \cdot 42,71)}{60} = 1459,78 \text{ руб.}$$

Премиальная надбавка 50%: $П = 1459,78 \cdot 0,5 = 729,89$ руб.

Районный коэффициент 20%: $РК = 0,2(1459,78 + 729,89) = 437,93$ руб.

Дополнительная заработная плата 10%: $Д = 0,1(1459,78 + 729,89 + 437,93) = 262,76$ руб.

Тогда фонд заработной платы будет равен:

$$ФЗП = 1459,78 + 729,89 + 437,93 + 262,76 = 2890,36 \text{ руб.}$$

Начисления на фонд заработной платы составляет сумма взносов в каждый внебюджетный фонд (принимаются в процентах от фонда заработной платы), в том числе:

$$1) \text{ пенсионный фонд } 20\%: \frac{20 \cdot 2890,36}{100} = 578,07 \text{ руб.}$$

$$2) \text{ фонд медицинского страхования } 3,1\%: \frac{3,1 \cdot 2890,36}{100} = 89,6 \text{ руб.}$$

$$3) \text{ фонд социального страхования } 2,9\%: \frac{2,9 \cdot 2890,36}{100} = 83,82 \text{ руб.}$$

Итого: $ЕСН = 578,07 + 89,6 + 83,82 = 751,49$ руб.

Косвенные затраты принимаем в следующих размерах:

1) общезаводские расходы – 270% от ФЗП или $2890,36 \cdot 2,7 = 7803,97$ руб.;

2) общепроизводственные расходы – 230% от ФЗП или $2890,36 \cdot 2,3 = 6647,83$ руб.;

3) коммерческие расходы – 5% от заводской себестоимости или $36461,37 \cdot 0,05 = 1823,07$ руб.

4) прибыль 10% от полной себестоимости или $38284,07 \cdot 0,1 = 3828,407$ руб.

Таблица 4.5 – Калькуляция оптовой цены блока многофункционального.

№	Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.	Структура (удельный вес в %)
1	Основные материалы	516,52	1,23
2	Комплектующие изделия	17851,2	42,38
3	Фонд заработной платы	2890,36	6,86
4	ЕСН	751,49	1,78
5	Общезаводские расходы	7803,97	18,53
6	Цеховая себестоимость	29813,54	70,78
7	Общепроизводственные расходы	6647,83	15,8
8	Заводская себестоимость	36461,37	86,58
9	Коммерческие расходы	1823,07	4,32
10	Полная себестоимость	38284,07	90,9
11	Прибыль	3828,407	9,1
12	Оптовая цена	42112,477	100

4.1.7 Расчет оптовой цены блока детектирования гамма-излучающих радионуклидов в жидкости

Затраты на основные материалы составляет 1956,54руб., комплектующие изделия 4292,4руб.

Время на настройку и проверку работоспособности блока детектирования составляет: $T' = 39,74$ мин.

Штучное время на изготовление блока детектирования: $T_{шт} = 262,28$ мин.

Общее оперативное время составляет: $T_{оп} = 238,44$ мин.

Норма штучного времени на изготовление блока детектирования:

$$T_{шт} = 0,15 \cdot 262,28 = 39,34 \text{ мин.}$$

Техническая норма времени включает в себя: $T_{н} = 27,54 + 262,28 = 289,82$ мин.

Подготовительно-заключительное время на операцию, которая укрупнено, равна 70% составляет: $T_{пз} = 0,7 \cdot 39,34 = 27,54$ мин.

Заработная плата на единицу продукции составляет:

$$P_{зд} = \frac{(289,82 - 42,71)}{60} = 206,3 \text{ руб.}$$

Премиальная надбавка 50%: $P = 206,3 \cdot 0,5 = 103,15$ руб.

Районный коэффициент 20%: $PK=0,2(206,3+103,15)=61,89$ руб.

Дополнительная заработная плата 10%: $D=0,1(206,3+103,15+61,89)=37,13$ руб.

Тогда фонд заработной платы будет равен:

$$ФЗП=206,3+103,15+61,89+37,13=408,47 \text{ руб.}$$

Начисления на фонд заработной платы составляет сумма взносов в каждый внебюджетный фонд (принимаются в процентах от фонда заработной платы), в том числе:

1) пенсионный фонд 20%: $\frac{20 \cdot 408,47}{100} = 81,69$ руб.

2) фонд медицинского страхования 3,1%: $\frac{3,1 \cdot 408,47}{100} = 12,66$ руб.

3) фонд социального страхования 2,9%: $\frac{2,9 \cdot 408,47}{100} = 11,84$ руб.

Итого: $ЕСН=81,69+12,66+11,84=106,19$ руб.

Косвенные затраты принимаем в следующих размерах:

1) общезаводские расходы – 270% от ФЗП или $408,47 \cdot 2,7=1102,87$ руб.;

2) общепроизводственные расходы – 230% от ФЗП или $408,47 \cdot 2,3=939,48$ руб.;

3) коммерческие расходы – 5% от заводской себестоимости или $8805,95 \cdot 0,05=440,29$ руб.

4) прибыль 10% от полной себестоимости или $9246,25 \cdot 0,1=924,62$ руб.

Таблица 4.6 – Калькуляция оптовой цены блока детектирования.

№	Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.	Структура (удельный вес в %)
1	Основные материалы	1956,54	19,23
2	Комплекующие изделия	4292,4	42,2
3	Фонд заработной платы	408,47	4,03
4	ЕСН	106,19	1,04
5	Общезаводские расходы	1102,87	10,8
6	Цеховая себестоимость	7866,47	77,3
7	Общепроизводственные расходы	939,48	9,3
8	Заводская себестоимость	8805,95	86,6

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

98

Продолжение таблицы 4.6

9	Коммерческие расходы	440,29	4,3
10	Полная себестоимость	9246,25	90,9
11	Прибыль	924,62	9,1
12	Оптовая цена	10170,87	100

4.1.8 Расчет оптовой цены блока детектирования бета-излучающих инертных газов

Затраты на основные материалы составляет 4023,5руб., комплектующие изделия 18659,86руб.

Время на настройку и проверку работоспособности блока детектирования составляет: $T' = 125,08$ мин.

Штучное время на изготовление блока детектирования: $T_{шт} = 825,53$ мин.

Общее оперативное время составляет: $T_{оп} = 750,48$ мин.

Норма штучного времени на изготовление блока детектирования: $T'_{шт} = 0,15 \cdot 825,53 = 123,795$ мин.

Техническая норма времени включает в себя: $T_{т} = 86,65 + 825,53 = 912,19$ мин.

Подготовительно-заключительное время на операцию, которая укрупнено, равна 70% составляет: $T_{пз} = 0,7 \cdot 123,795 = 86,65$ мин.

Зарботная плата на единицу продукции составляет:

$$P_{сл} = \frac{(912,19 \cdot 42,71)}{60} = 649,32 \text{ руб.}$$

Премиальная надбавка 50%: $P = 649,32 \cdot 0,5 = 324,66$ руб.

Районный коэффициент 20%: $PK = 0,2(649,32 + 324,66) = 194,796$ руб.

Дополнительная зарботная плата 10%:

$$D = 0,1(649,32 + 324,66 + 194,796) = 116,87 \text{ руб.}$$

Тогда фонд зарботной платы будет равен:

$$\text{ФЗП} = 649,32 + 324,66 + 194,796 + 116,87 = 1285,65 \text{ руб.}$$

Начесления на фонд зарботной платы составляет сумма взносов в каждый внебюджетный фонд (принимаются в процентах от фонда зарботной платы), в том числе:

$$1) \text{ пенсионный фонд } 20\%: \frac{20 \cdot 1285,65}{100} = 257,13 \text{ руб.}$$

$$2) \text{ фонд медицинского страхования } 3,1\%: \frac{3,1 \cdot 1285,65}{100} = 39,85 \text{ руб.}$$

$$3) \text{ фонд социального страхования } 2,9\%: \frac{2,9 \cdot 1285,65}{100} = 37,28 \text{ руб.}$$

Итого: $ЕСН=257,13+39,85+37,28=334,26$ руб.

Косвенные затраты принимаем в следующих размерах:

- 1) общезаводские расходы – 270% от ФЗП или $1285,65 \cdot 2,7=3471,25$ руб.;
- 2) общепроизводственные расходы – 230% от ФЗП или $1285,65 \cdot 2,3=2956,99$ руб.;
- 3) коммерческие расходы – 5% от заводской себестоимости или $30731,51 \cdot 0,05=1536,57$ руб.
- 4) прибыль 10% от полной себестоимости или $32268,08 \cdot 0,1=3226,8$ руб.

Таблица 4.7 – Калькуляция оптовой цены блока детектирования.

№	Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.	Структура (удельный вес в %)
1	Основные материалы	4023,5	11,33
2	Комплектующие изделия	18659,86	52,55
3	Фонд заработной платы	1285,65	3,62
4	ЕСН	334,26	0,94
5	Общезаводские расходы	3471,25	9,8
6	Цеховая себестоимость	27774,52	78,24
7	Общепроизводственные расходы	2956,99	8,33
8	Заводская себестоимость	30731,51	86,57
9	Коммерческие расходы	1536,57	4,33
10	Полная себестоимость	32268,08	90,9
11	Прибыль	3226,8	9,1
12	Оптовая цена	35494,88	100

4.1.9 Расчет оптовой цены блока детектирования мощности нейтронного излучения

Затраты на основные материалы составляет 3265,8руб., комплектующие изделия 27629,54руб.

Время на настройку и проверку работоспособности блока детектирования составляет: $T=102,14$ мин.

Штучное время на изготовление блока детектирования: $T_{шт}=674,13$ мин.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		100

Общее оперативное время составляет: $T_{оп} = 612,84$ мин.

Норма штучного времени на изготовление блока детектирования:

$$T_{шт} = 0,15 \cdot 674,13 = 101,12 \text{ мин.}$$

Техническая норма времени включает в себя: $T_{н} = 70,784 + 674,13 = 744,914$ мин.

Подготовительно-заключительное время на операцию, которая укрупнено, равна 70% составляет: $T_{пз} = 0,7 \cdot 101,12 = 70,784$ мин.

Зарботная плата на единицу продукции составляет:

$$P_{сл} = \frac{(744,914 \cdot 42,71)}{60} = 530,25 \text{ руб.}$$

Премиальная надбавка 50%: $П = 530,25 \cdot 0,5 = 265,13$ руб.

Районный коэффициент 20%: $РК = 0,2(530,25 + 265,13) = 159,07$ руб.

Дополнительная заработная плата 10%: $Д = 0,1(530,25 + 265,13 + 159,07) = 95,44$ руб.

Тогда фонд заработной платы будет равен:

$$ФЗП = 530,25 + 265,13 + 159,07 + 95,44 = 1049,89 \text{ руб.}$$

Начисления на фонд заработной платы составляет сумма взносов в каждый внебюджетный фонд (принимаются в процентах от фонда заработной платы), в том числе:

1) пенсионный фонд 20%: $\frac{20 \cdot 1049,89}{100} = 209,98$ руб.

2) фонд медицинского страхования 3,1%: $\frac{3,1 \cdot 1049,89}{100} = 32,55$ руб.

3) фонд социального страхования 2,9%: $\frac{2,9 \cdot 1049,89}{100} = 30,45$ руб.

Итого: ЕСН = $209,98 + 32,55 + 30,45 = 272,98$ руб.

Косвенные затраты принимаем в следующих размерах:

1) общезаводские расходы – 270% от ФЗП или $1049,89 \cdot 2,7 = 2834,7$ руб.;

2) общепроизводственные расходы – 230% от ФЗП или $1049,89 \cdot 2,3 = 2414,74$ руб.;

3) коммерческие расходы – 5% от заводской себестоимости или $37467,65 \cdot 0,05 = 1837,38$ руб.

4) прибыль 10% от полной себестоимости или $39341,03 \cdot 0,1 = 3934,1$ руб.

Таблица 4.8 – Калькуляция оптовой цены блока детектирования

№	Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.	Структура (удельный вес в %)
1	Основные материалы	3265,8	7,55

Продолжение таблицы 4.8

2	Комплекующие изделия	27629,54	63,85
3	Фонд заработной платы	1049,89	2,42
4	ЕСН	272,98	0,63
5	Общезаводские расходы	2834,7	6,55
6	Цеховая себестоимость	35052,91	81
7	Общепроизводственные расходы	2414,74	5,58
8	Заводская себестоимость	37467,65	86,58
9	Коммерческие расходы	1873,38	4,32
10	Полная себестоимость	39341,03	90,9
11	Прибыль	3934,1	9,1
12	Оптовая цена	43275,13	100

4.2 Себестоимость автоматизированной системы контроля

Калькуляция затрат на всю систему представлена в итоговой таблице 4.9

Таблица 4.9 – Калькуляция затрат автоматизированной системы контроля.

№	Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.
1	Устройства детектирования	674 235,9
2	Вентилятор ВДН-15Х-1500	588 000
3	Дымосос ДН - 19	670 000
4	Химический насос ХМ 100/50К5-30/2	100 000
5	Преобразователь частоты UNIDRIVE SP 8414	295 000
6	Преобразователь частоты UNIDRIVE SP 8413	248 000
7	Преобразователь частоты UNIDRIVE SP 4401	191 000
8	Шлюз (основной и резервный)	67 000
9	Сервер	38 000
10	Питание (основное и резервное)	125 000
11	Пульт одномониторный	39 000
12	Прочие расходы	944 400
	Итого:	3 979 636

Вывод по разделу четыре

Полная себестоимость на 12 блоков детектирования составила 612 942 руб., прибыль 61 294 руб. Общезаводские расходы составляют 79 075 руб., общепроизводственные расходы 67 360 руб. Оптовая цена 674 235,9руб.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Общие требования с радиоактивными отходами

5.1.1 Требования к размещению и оборудованию цеха по обращению с радиоактивными отходами

Выбор площадки, проектирование, строительство, эксплуатация и вывод из эксплуатации хранилищ жидких, твердых и отвержденных РАО осуществляется в соответствии с действующими нормами, правилами в области радиационной безопасности и охраны окружающей природной среды.

Цех расположен на малонаселенной незатопляемой территории, имеющий устойчивый ветровой режим. Ограничивающая возможность распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки объекта благодаря своим топографическим, геологическим и гидрогеологическим условиям. Площадка отвечает требованиям строительных норм проектирования и настоящих Правил и учитывает его потенциальную радиационную, химическую и пожарную опасности для населения и окружающей среды.

Проектная документация на объект содержит обоснование мер безопасности при конструировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации, а также в случае аварии. Размеры участка обеспечивают размещение на нем всех необходимых сооружений, предназначенных для переработки и долговременного хранения жидких, твердых горючих РАО.

Вокруг цеха установлена санитарно-защитная зона. В санитарно-защитной зоне запрещается постоянное и временное проживание, размещение детских учреждений, больниц, санаториев и других оздоровительных сооружений, а также промышленных и подсобных сооружений, не относящихся к этому объекту. Территория санитарно-защитной зоны благоустроена и озеленена.

Промышленная площадка имеет надежную телефонную связь, водопровод с подачей горячей и холодной воды, бытовую канализацию, спецканализацию. В системе спецканализации и бытовой канализации, используемой для удаления низкоактивных сточных вод, оборудованы контрольные емкости.

Цех связан с автомагистралями благоустроенными подъездными путями. Проезд асфальтирован, территория озеленена. На территории не допускается проживание людей, содержание сельскохозяйственных животных, выращивание овощей, плодово-ягодных и других сельскохозяйственных культур. Выход персонала и выезд транспорта из зоны загрязнения осуществляется через контрольно-дозиметрический пост.

Компоновка помещения дезактивации спецтранспорта, контейнеров и другого оборудования обеспечивает движение объекта от зоны наибольшего загрязнения к более чистой и далее в помещения дезактивированных объектов.

Полы оборудуются уклонами и сливными трапами. Стены и потолок окрашиваются химически стойкими красками. Полотна дверей гладкие, щитовой конструкции.

						220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			103

Полы в помещениях, предназначенных для дезактивации спецтранспорта, контейнеров и оборудования имеют покрытие из слабосорбирующего материала, обладающего достаточной механической прочностью. Края покрытий полов подняты и заделаны заподлицо со стенами.

5.1.2 Требования к переработке радиоактивных отходов

Методы переработки жидких РАО включают следующие технологические операции: концентрирование радионуклидов методом упарки; отверждение концентратов методом упарки до солей, цементирования; частичный возврат очищенных до санитарных норм воды, веществ и материалов, образующихся при переработке жидких РАО, для повторного использования в производстве.

Выбор метода отверждения жидких РАО определяется их радионуклидным и химическим составом, уровнем радиоактивности и количеством отходов, типом упаковки и схемой последующего обращения с РАО. Он обосновывается экономическими показателями и оценкой безопасности для всех стадий обращения, включая хранение, транспортирование и захоронение.

Высокоактивные жидкие РАО перерабатываются упаркой с получением конденсата, направляемого в схему очистки среднеактивных жидких РАО, и концентрата солей, направляемого на отверждение.

Методы переработки твердых РАО включают следующие технологические операции: уменьшение объема отходов за счет фраг сжигания, прессования; упаковку переработанных отходов; частичный возврат очищенных до санитарных норм веществ и материалов для повторного использования в промышленности.

Сжиганию подлежат спецодежда, ветошь, бумага, элементы вентиляционных фильтров, органические растворы и биологические материалы, а также резиновые и полиэтиленовые материалы. Удельная активность твердых РАО, направляемых на сжигание, не должна превышать уровней, при которых не достигается необходимая степень очистки отходящих газов и превышаются установленные контрольные уровни облучения персонала.

Прессованию подлежат несжигаемые неметаллы (теплоизоляционные материалы, кабели, несжигаемые органические материалы (ПХВ, фторопласт), строительный мусор и др.) и металлические отходы. Спрессованные отходы подлежат размещению в контейнер с заливкой свободного пространства цементированными жидкими РАО.

5.1.3 Меры безопасности при эксплуатации изделий системы радиационного контроля

Перед установкой устройств на месте эксплуатации необходимо ознакомиться с его назначением и устройством.

Перед началом работы устройства следует заземлить. Для этого необходимо соединить контур защитного заземления помещения заземляющим проводом с клеммами защитного заземления устройства.

						220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			104

Площадь поперечного сечения заземляющего провода должна быть не менее 2 мм² (для провода с изоляцией) или не менее 4 мм² (для провода без изоляции).

Обслуживающий персонал должен знать и соблюдать «Правила эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ Р М – 016 - 2001 РД153 – 34.0 – 03.150-00. Обслуживание, настройку и ремонт узлов в блоках многофункциональных, БДЖГ, БДМН, БДМГ, БДГБ во включенном состоянии при снятых защитных экранах должен производить обслуживающий персонал, прошедший соответствующее обучение, с последующим получением разрешения на право работы с напряжением свыше 1000 В.

При работе с радиоактивными источниками необходимо соблюдать требования радиационной безопасности, изложенные в правилах и нормах: «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010) СП 2.6.1.2612-10, «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) СП 2.6.1.2523-09, «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» НП-053-04.

В состав устройства УДЖГ входит детектор Д123. Запрещается выбрасывать детектор Д123 на свалку, в воду или закапывать в землю. Не допускается нарушение целостности контейнера детектора Д123, так как он изготовлен на основе кристаллов натрия йодистого (NaI), активированных таллием (Тl). Предельно допустимая концентрация NaI (Тl) в воздухе рабочей зоны составляет 1 мг/м³. В случае повреждения или поломки корпуса или выходного окна детектора Д123, последний подлежит запаиванию в полиэтиленовый пакет и возврату на завод-изготовитель или утилизации по правилам утилизации токсичных соединений. При контакте с разгерметизированным кристаллом необходимо тщательно вымыть руки.

При приготовлении дезактивирующих растворов кислоты ее необходимо приливать в воду тонкой струей при непрерывном помешивании. Запрещается приливать воду в кислоту.

5.1.4 Консервация и расконсервация изделий системы радиационного контроля

Консервация устройств должна производиться путём изоляции изделий от окружающей среды с помощью упаковочных материалов с последующим осушением воздуха в изолированном объеме влагопоглотителем (вариант защиты ВЗ–10 ГОСТ 9.014–78). Комплект эксплуатационной документации консервируется путем помещения в чехол из полиэтиленовой плёнки, который должен быть заварен.

Переконсервация должна проводиться в закрытом вентилируемом помещении, при этом: температура от плюс 15 до плюс 40 °С; относительная влажность не более 80 % при температуре 25 °С; содержание в воздухе коррозионных агентов для условно-чистой атмосферы (тип I ГОСТ 15150–69): сернистый газ до 20 мг/м²-сут, хлориды до 0,3 мг/м²-сут; не допускается наличие паров кислот и щелочей.

При расконсервации устройства необходимо провести внешний осмотр.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

105

5.1.5 Транспортирование изделий системы радиационного контроля

Устройства выдерживают транспортирование на любые расстояния автомобильным и железнодорожным транспортом (в закрытых транспортных средствах), водным транспортом (в трюмах судов), авиационным транспортом (в герметизированных отапливаемых отсеках).

Устройство выдерживает следующие транспортные внешние воздействующие факторы: температура воздуха от минус 40 до плюс 50 °С; относительная влажность воздуха до 98 % при 35 °С.

Расстановка и крепление в транспортных средствах ящиков с устройством должны обеспечивать их устойчивое положение исключая возможность смещения ящиков и удары друг о друга, а также о стенки транспортных средств. При совместной погрузке ящиков разной массы ящики большей массы должны быть уложены в нижних рядах.

Указания манипуляционных знаков должны выполняться на всех этапах следования устройства по пути от грузоотправителя до грузополучателя. После транспортирования и хранения устройства при температуре ниже 0 °С перед вскрытием тары ее необходимо выдержать в нормальных условиях не менее 6 ч.

5.1.6 Требования к уборке и дезактивации помещений цеха, оборудования и спецтранспорта

Радиоактивные загрязнения наружных поверхностей оборудования, инструмента, спецтранспорта и других рабочих поверхностей зоны возможного загрязнения промплощадки не превышать допустимых значений, приведенных в НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 (в ред. Изменений и дополнений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 23.12.2010 N 167).

Во всех помещениях постоянного пребывания персонала, в которых ведутся работы с применением радиоактивных веществ в открытом виде, проводится ежедневная уборка влажным способом. Сухая уборка помещений, за исключением вакуумной, запрещается. Уборочный инвентарь закрепляется за помещением для работ каждого класса и хранится в специально отведенных местах.

Спецтранспорт, транспортные контейнеры после выгрузки РАО подвергаются радиационному контролю. При обнаружении загрязнений выше допустимых уровней спецтранспорт, контейнеры и оборудование дезактивируются с применением специальных моющих средств.

5.1.7 Меры индивидуальной защиты и личной гигиены

Все лица, работающие с РАО, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты в зависимости от вида и класса работ в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 (в ред. Изменений и дополнений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 23.12.2010 N 167).

Персонал, производящий уборку помещений, территории размещения емкостей для захоронения РАО, дезактивацию спецтранспорта и оборудования снабжен пластиковыми фартуками и нарукавниками или пластиковыми полухалатами, резиновой или пластиковой спецобувью или резиновыми сапогами.

При работах в условиях загрязнения воздуха радиоактивными веществами (ликвидация аварий, ремонтные работы и т.п.) персонал обеспечивается специальными фильтрующими или изолирующими средствами защиты органов дыхания (пневмокостюмы, пневмошлемы, кислородные изолирующие приборы).

Радиоактивное загрязнение спецодежды, индивидуальных средств защиты и кожных покровов персонала не должно превышать допустимых уровней, приведенных в табл. 8.9 НРБ-99/2009. После санобработки кожные покровы не должны иметь радиоактивное загрязнение выше 0,1 от допустимых уровней (в ред. Изменений и дополнений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 23.12.2010 N 167).

Спецодежда и индивидуальные средства защиты подвергаются систематическому дозиметрическому контролю. Смена спецодежды должна производиться не реже одного раза в рабочую неделю. Загрязненные выше допустимого уровня спецодежда и защитные средства подлежат немедленной замене. Дополнительные средства индивидуальной защиты (пленочные, резиновые и т.п.) после каждого пользования подвергаются дезактивации в специально отведенном месте. Остаточный уровень загрязнения после дезактивации должен быть не менее чем в три раз ниже допустимого уровня.

При загрязнении личной одежды и обуви они подлежат дезактивации под контролем службы радиационной безопасности, а в случае невозможности дезактивации - захоронению.

В зоне загрязнения запрещается:

- 1) пребывание персонала без необходимых средств индивидуальной защиты;
- 2) посещение ее лицами, постоянно не работающими в этой зоне, без письменного разрешения администрации или руководителя службы радиационной безопасности;
- 3) хранение пищевых продуктов, домашней одежды, косметических принадлежностей и других предметов, не имеющих отношения к работе.

Курение допускается в специальных помещениях, оборудованных умывальником для мытья рук и радиометрическим прибором для самоконтроля. Прием пищи допускается в столовых.

5.2 Выбор и расчет системы освещения

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

107

Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

- 1) по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- 2) обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- 3) обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- 4) более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для комнаты программно-технического комплекса площадью 108 м^2 , длина $a = 12$ м, ширина $b = 9$ м, высота $h = 4,5$ м. Воспользуемся методом светового потока.

Для расчетов по таблице световых и электрических параметров ламп выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ-80 имеющие световой поток 5220 лм. Тип используемых светильников – ОД, количество ламп в светильнике $n = 2$, коэффициент неравномерности освещенности $z = 1,1$. Высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью H_p принимаем равной 4,4 м. В соответствии с таблицей значений коэффициентов запаса светильников и отражения потолка и стен для данного типа помещения получаем коэффициент запаса светильников $k = 1,4$, а коэффициент отражения потолка $R_{П} = 70\%$, стен $R_{С} = 50\%$.

Индекс формы помещения определяется по формуле:

$$I = \frac{a \cdot b}{H_p (a+b)} = \frac{12 \cdot 9}{4,4(12+9)} = 1,17$$

По таблице коэффициентов использования осветительных установок коэффициент использования $U = 45\%$.

Для обеспечения равномерного распределения освещенности по таблице соотношения между светильниками к высоте их подвеса определяем рекомендуемое соотношение 0,8.

Расстояние между центрами светильников рассчитаем по формуле:

$$L = 0,8 \cdot H_p = 0,8 \cdot 4,4 = 3,52 \text{ м}$$

Поскольку допускается отклонение до 20%, то принимаем $L = 3$ м.

Число ламп общего освещения в помещении определяют по формуле:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{108}{3^2} = 12$$

Принимаем $N = 12$. Освещенность E рассчитываем по формуле:

$$E = \frac{\Phi \cdot N \cdot n \cdot U}{100 \cdot S \cdot z \cdot k} = \frac{5220 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 45}{100 \cdot 108 \cdot 1,1 \cdot 1,4} = 339 \text{ лк}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата

По нормам освещенности для помещения оператора $E_{\min} = 300$ лк.
Условие $E > E_{\min}$ выполняется.

5.3 Мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий при обращении с РАО

В аварийных ситуациях с РАО (взрыв, пожар, транспортная авария, кража) может возникнуть угроза значительного облучения окружающих лиц. В этих условиях в возможно короткий срок на место аварии должны быть вызваны специалисты по радиационному контролю. По прибытии на место и установлении наличия опасности облучения или радиоактивного загрязнения окружающих лиц необходимо:

1) определить радиационную обстановку, установить границы радиационно-опасной зоны и оградить ее предупредительными знаками, а также определить уровни загрязненности радиоактивными веществами помещений, участков, транспортных средств и т.п.;

2) выявить людей, подвергшихся переоблучению или радиоактивному загрязнению; лиц, облученных в дозе свыше 200 мЗв, направить на медицинское обследование; лиц, подвергшихся радиоактивному загрязнению, отправить на санобработку, а их одежду, обувь и личные вещи - на дезактивацию или захоронение;

3) составить план ликвидации радиационной аварии, в котором (в зависимости от масштаба аварии) должны быть предусмотрены следующие основные мероприятия:

- а) формирование бригад для ликвидации радиационной аварии и их инструктаж;
- б) обеспечение радиационного контроля;
- в) определение средств ликвидации аварии;
- г) локализация участка радиационной аварии в целях безопасного проведения восстановительных работ;
- д) дезактивация участка аварии;
- е) сбор и удаление радиоактивных отходов;
- ж) расследование причин аварии и составление отчетных документов об аварии.

В каждой организации, занимающейся обращением с РАО, должна быть составлена инструкция по предупреждению и ликвидации аварий (пожара), утверждаемая администрацией, с которой должны быть ознакомлены все лица, работающие с РАО.

В инструкции должны быть отражены следующие положения:

- 1) перечень возможных аварий и меры по их предупреждению;
- 2) порядок информации вышестоящей организации, органов санитарного надзора и других организаций;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

109

- 3) меры по ликвидации и изоляции участков аварийного радиоактивного загрязнения;
- 4) действия персонала при аварии;
- 5) организация оказания медицинской помощи в случае внутреннего или внешнего аварийного облучения;
- 6) порядок ликвидации аварий и меры защиты персонала при выполнении аварийных работ;
- 7) меры по предупреждению и ликвидации пожаров.

При вынужденной остановке спецавтотранспорта из-за повреждения тары или упаковки с РАО, если это представляет опасность для других участников движения и может привести к аварийному загрязнению территории, превышающему нормативы, необходимо действовать в соответствии с утвержденной инструкцией по предупреждению и ликвидации аварий (пожаров), выполнив следующие экстренные мероприятия:

- 1) водитель и дозиметрист обязаны надеть дополнительные средства индивидуальной защиты (бахилы, пластиковый халат, шапочку, перчатки);
- 2) произвести радиационную разведку;
- 3) оградить загрязненный участок знаками радиационной опасности и флажками;
- 4) принять срочные меры к локализации аварийного загрязнения;
- 5) установить на проезжей части дороги знак «Движение запрещено» на расстоянии 100 м в обе стороны от автотранспортного средства;
- 6) включить проблесковый красный маяк и сигнал аварийной остановки;
- 7) немедленно сообщить об аварии руководству организации, соответствующим органам государственного надзора за радиационной безопасностью и об опасности последствий аварийного загрязнения, принятых мерах; по их требованию предъявить транспортный документ на перевозимый груз;
- 8) не допускать проникновения людей и проезда транспорта в загрязненную зону.

При возникновении аварийного загрязнения, уровни которого превышают допустимые, необходимо:

- 1) покинуть участок радиационной опасности, выключив работающие установки;
- 2) проверить уровень загрязненности рук, одежды, обуви;
- 3) снять одежду, загрязненность которой превышает допустимые уровни, приведенные в табл. 8.9 НРБ-99/2009, и пройти санитарную обработку;
- 4) при помощи радиометрических приборов определить размеры аварийной зоны;
- 5) немедленно известить о случившемся администрацию организации и органы государственного надзора за радиационной безопасностью;
- 6) установить «аварийный режим» входа в аварийную зону и выхода из нее;
- 7) на границе аварийной зоны установить «дисциплинирующие барьеры».

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

110

Во всех случаях вход в аварийную зону и проведение каких-либо работ в ней допустим только с разрешения лица, ответственного за радиационную безопасность, по специальному наряду-допуску, с письменного согласия исполнителя работ и с указанием регламента проведения работ.

При проведении работ по ликвидации очага аварийного загрязнения в случаях, когда обычная обработка не дает должного эффекта, необходимо использовать специальные способы дезактивации: снятие растворителями покрытий и механическое удаление загрязненного слоя материала и другие. Дезактивация загрязненных объектов производится под радиационным контролем.

Выводы по разделу пять

При обращении с РАО соблюдаются следующие принципы: принцип защиты здоровья человека - обеспечение приемлемого уровня защищенности персонала и населения от радиационного воздействия РАО; принцип охраны окружающей среды - обеспечение приемлемого уровня защищенности окружающей среды от вредного радиационного воздействия РАО; принцип защиты будущих поколений - прогнозируемые уровни облучения будущих поколений, обусловленные захоронением РАО, не должны превышать допустимых уровней облучения населения, установленных действующими нормативными документами; принцип невозложения чрезмерного бремени на будущие поколения - невозложение на будущие поколения необоснованного бремени, связанного с необходимостью обеспечения безопасности при обращении с РАО; предотвращение аварий с радиационными последствиями и ослабление возможных последствий в случае их возникновения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

220700.2016.109.00.000 ПЗ

Лист

III

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что применяемые в настоящее время на практике системы радиационного контроля не обеспечивают получение представительных оценок состояния окружающей среды и дозовых нагрузок на население. Так же не являются достаточными для достоверного прогнозирования радиационной обстановки, для управления состоянием окружающей среды, процессом формирования доз и для своевременного принятия адекватных мер в случае возникновения внештатной ситуации на АЭС и в цехах по переработки радиоактивных отходов.

В дипломной работе предложено усовершенствование системы радиационного контроля. В результате решения задачи по разработке автоматизированной системы радиационного контроля разработан комплекс оборудования, позволяющий эффективно решать различные задачи радиационного контроля. Обеспечен высокий уровень отказоустойчивости системы радиационного контроля за счет дублирования оборудования отдельных точек, подсистем, линий связи и электропитания, а также дублирования функций системы разным оборудованием из ее состава. Кроме того, для оборудования резервной сетей сбора информации постоянно осуществляется оценка его готовности к включению в работу вместо основной сети.

Оборудование и программное обеспечение получило ряд дополнительных возможностей: модульный принцип построения прикладного программного обеспечения; автоматическое управление переключением на резервное оборудование; подсистема поддержки принятия решений для операторов; ввод и хранение данных периодического радиационного контроля; удаленное управление конфигурацией оборудования нижнего уровня с программно-техническими средствами; планирование задач и выполнение периодических (по времени) задач.

Живучесть системы на нижнем уровне обеспечивается за счет: применения высоконадежной элементной базы в оборудовании точек контроля; дублирования критически важных точек контроля; дублирования подсистем, осуществляющих контроль особо важных радиационных параметров; дублирования сетей передачи данных. Живучесть системы на верхнем уровне обеспечивается за счет: единства информационного пространства всех программно-технических средств верхнего уровня; независимого распределенного хранения архивной информации (в датчиках, на пульте и на сервере); непрерывного слежения за работоспособностью каналов сбора информации и автоматического перехода на резервные каналы при обнаружении неисправности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) <http://www.ristec.ru/nuclear/catalog/1-10.html>. Каталог/MGP Instruments. Оборудование радиационного контроля на объектах/Специальное применение.
- 2) <http://www.ristec.ru/nuclear/catalog/1-5.html>. Каталог/MGP Instruments. Оборудование радиационного контроля на объектах/Инертные Радиоактивные газы.
- 3) <http://www.ristec.ru/nuclear/catalog/1-9.html>. Каталог/MGP Instruments. Оборудование радиационного контроля на объектах/Программное обеспечение.
- 4) www.siemens.ru/pcs7. Система управления процессами SIMATIC PCS 7.
- 5) <http://www.doza.ru/catalog/systems>. Автоматизированная система радиационного контроля УДКС-01 «Пеликан».
- 6) Егоров, Н.Н. Проблемы образования РАО, их переработка и захоронение // Ядерная индустрия России / Н.Н. Егоров, А.С Поляков/Гл. ред.: А.М. Петросьянц. – М.: Энергоатомиздат, 2000.
- 7) Брехович, В.В. База 10. Комбинат № 817. ПО «Маяк» // Ядерная индустрия России / В.В Брехович, А.К. Круглов, В.И. Фетисов/ Гл. ред.: А.М. Петросьянц. – М.: Энергоатомиздат, 2000.
- 8) <http://base.garant.ru/12161093>. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений», № 102-ФЗ от 26.06.2008.
- 9) <http://www.studfiles.ru/preview/2241802>. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).
- 10) <http://gostrf.com/normadata/1/4293842/4293842535.htm>. ОТТ 08042462. Приборы и средства автоматизации для атомных станций. Общие технические требования.
- 11) <http://docs.cntd.ru/document/1200034205>. НП-011-99. Требования к программе обеспечения качества для атомных станций.
- 12) http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/45/45028. РМГ 63-2003. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.
- 13) <http://orac.lib.tpu.ru>. СТО 1.1.1.07.001.0675-2008. Аппаратура, приборы, средства систем контроля и управления. Общие технические требования.
- 14) Пристер, Б.С. Радиоэкология и ее роль в решении проблем радиационной безопасности / Б. С. Пристер, Р. М. Алексахин // Радиоэкология: итоги, современное состояние и перспективы: Междунар. конф.: сб. материалов. – М., 2008. – С. 13 – 22.
- 15) Международный стандарт МЭК 1283. Приборы радиационной защиты. Прямопоказывающие индивидуальные мониторы эквивалента дозы (мощности) рентгеновского, гамма- и бета-излучения высокой энергии, 1999.
- 16) Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды: сб. правил и норм по радиационной безопасности в атомной энергетике. – М.: Минздрав СССР, 1989. – Т. 3. – С. 361 – 395.

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		113

17) Крисюк, Э.М. Принципы радиационной безопасности. М., ГП «ВНИИФТРИ», АНРИ, № 3, 1998, С. 4 - 8.

18) Кутьков В.А. Проблемы нормирования в области ионизирующего излучения. Атомная энергия/ В.А. Кутьков, В.Ф. Демин, В.Я. Голиков – т. 85, вып. 2, 1998, с. 164 - 171.

19) РД50-454-84 Методические указания. Внедрение и применение ГОСТ 8.417-81. ГСИ. Единицы физических величин в области ионизирующих излучений.

20) МИ 2453-2000. ГСИ. Методики радиационного контроля. Общие требования.

21) МИ 1967-89. ГСИ. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения.

22) МУ 2.6.1.14-2001. Контроль радиационной обстановки. Общие требования. Минатом, 2001.

23) Общие требования к проектированию информационных систем ИДК предприятий Минатома России. Минатом, 1998.

24) Дозиметрический и радиометрический контроль при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений. Методическое руководство под общей редакцией В.И. Гришмановского, т. 2. Индивидуальный контроль. Радиометрия проб. М.: Энергоиздат, 1981, с. 34 - 41.

25) Кутьков В.А., Панфилов А.П., Кочетков О.А., Попов В.И., Поленов Б.В., Ярына В.П. Контроль соблюдения требований Норм и Правил. М., АНРИ, № 3(26), 2001, с. 4 - 15.

26) ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.

27) Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник / В.П. Машкович, А.В. Кудрявцева. – М.: Энергоатомиздат, 1995, 494 с.

28) ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.

29) Венгинский, В.В. Техническое нормирование труда в приборостроении: Справочное пособие / В.В. Венгинский, К.В. Денисенко и др. – М.: Машгиз, 1962.

30) Гянджунцев Е.Т. Экономика радиопромышленности – М.: Издательство «Высшая школа», 1969.

31) СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.

32) СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).

33) СП 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

					220700.2016.109.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		114