

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
 Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Модернизация информационно-измерительной системы исследовательского реактора УДК 621.039.55:621.039.564-048.55	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б31	Киреев Вениамин Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Уразбеков Е.И.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мойзес Б.Б.	К.Т.Н.		

Томск – 2018 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Б31	Киреев Вениамин Александрович

Тема работы:

Модернизация информационно-измерительной системы исследовательского реактора
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)

--	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант

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

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Уразбеков Е.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1Б31	Киреев Вениамин Александрович		

Планируемые результаты освоения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р1	Работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3; ОПК-4, 8) CDIO Syllabus (2.3, 3.1, 3.2, 4.7, 4.8) Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р2	Применять основные законы и положения естественных наук и математики, экономических и гуманитарных наук знаний с учетом социальных и культурных аспектов инженерной деятельности при соблюдении требований охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности для ведения полноценной профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-7, 8; ОПК-1, 3, 10) CDIO Syllabus (1.1., 2.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.3, 2.5, 4.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р3	Осуществлять коммуникацию в профессиональной среде, в обществе, в т.ч. межкультурном уровне и на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, 5, ОПК-8, ПК-17) CDIO Syllabus (3.2) Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р4	Самообучаться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6) CDIO Syllabus (2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р5	Собирать, хранить и обрабатывать информацию, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности при соблюдении основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-2, 5-9) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
		06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать их результаты с использованием инновационных методов моделирования и компьютерных сетевых технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-5, 6, ПК-1-4). CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р7	Проектировать, конструировать системы, приборы, детали и узлы с учетом обеспечения технологичности конструкции с учетом возможных рисков	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-1-6, 8) CDIO Syllabus (1.2., 1.3, 2.4, 4.1, 4.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р8	Проводить мероприятия комплексной подготовки производства в сфере профессиональной деятельности с использованием ресурсоэффективных технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ПК-8-18) CDIO Syllabus (2.4, 4.2, 4.3, 4.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р9	Обеспечивать эксплуатацию и обслуживание информационно-измерительных средств, приборов контроля качества и диагностики	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-7, 19-23) CDIO Syllabus (4.6.) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- ААЗ – автономная аварийная защита
- АРМ – автоматизированное рабочее место
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь
- ВВЭР – водо водяные энергетические реакторы
- ВОТК – водоохлаждаемый технологический канал
- ИИС – информационно-измерительная система
- ИК – измерительный канал
- ИП – измерительный преобразователь
- КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика
- КИР – комплекс исследовательских реакторов
- НП – нормирующий преобразователь
- ПНР – пуско-наладочные работы
- ПП – первичный преобразователь
- ППР – плановые предупредительные работы
- ПС – предупредительная сигнализация
- ПУЭ – правило устройства электроустановок
- РУ – реакторная установка
- САОР – система аварийного охлаждения реактора
- САУ – система автоматического управления
- СКГО – система контроля герметичности оболочек
- СУЗ – система управления и защиты
- ТВС – тепловыделяющая сборка
- ТВСО – терминал вычислительный связи с объектом
- ТСП – термометр сопротивления платиновый
- ТЭП – термоэлектрический преобразователь
- ПК – петлевой канал
- ЭВМ – электронная вычислительная машина
- ЯРД – ядерные ракетные двигатели

Аннотация

Настоящая пояснительная записка к бакалаврской работе «Модернизация информационно-измерительной системы реактора ИВГ.1М. Подсистема КИПиА» содержит 91 с., 14 табл., 27 рисунков, 14 источников.

В дипломной работе изучен технический проект «Информационно-измерительная система реактора ИВГ.1М», приведены технические характеристики оборудования. Проведено сравнение старой подсистемы КИПиА информационно-измерительной системы (ИИС) реактора ИВГ.1М с новой модернизированной подсистемой КИПиА. Рассмотрены преимущества модернизированной подсистемы КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М.

В процессе выполнения дипломной работы были поставлены и решены следующие задачи:

- ознакомление с подсистемой КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М 1984-2018гг. и подробное изучение принципа работы технических средств подсистемы КИПиА. Взаимодействие технических средств подсистемы КИПиА между собой;

- ознакомление с техническим проектом «Информационно-измерительная система реактора ИВГ.1М». Подробная проработка модернизированной подсистемы КИПиА;

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 Теоретическая часть.....	10
1.1 Общие положения	10
1.2 Подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М	12
1.3 Структурные схемы подсистемы КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М..	14
1.4 Недостатки подсистемы КИПиА ИИС ИВГ.1М.....	21
2 Модернизация ИИС ИВГ.1М. Подсистема КИПиА	25
2.1 Подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М.....	27
2.2 Оборудование подсистемы КИПиА ИИС	29
2.3 Размещение и компоновка технических средств подсистемы КИПиА... ..	37
2.4 Структура каналов подсистемы КИПиА ИИС.....	39
2.5 Программное обеспечение ИИС ИВГ.1М.....	40
2.6 Структурные схемы ИК подсистемы КИПиА	44
2.7 Инткрфейс рабочих мест операторов подсистемы КИПиА	49
3 Экспериментальная часть.....	54
3.1 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК в САУ	54
3.1.1 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК по температуре в САУ.....	54
3.1.2 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК по давлению в САУ.....	55
3.1.3 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК по расходу в САУ.....	56
4. Социальная ответственность.....	59
4.1 Производственная безопасность.....	59
4.2 Экологическая безопасность.....	69
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	71

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	73
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	78
5.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	78
5.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	79
5.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	81
5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	90

ВВЕДЕНИЕ

Реакторный комплекс «Байкал-1» создавался как специализированная база для полномасштабных реакторных испытаний ТВС, модулей активных зон, прототипов реакторов ЯРД и собственно ЯРД с использованием газообразного и жидкого водорода. Комплекс принят в эксплуатацию в 1975 году по результатам энергетического пуска реактора ИВГ.1.

Реактор ИВГ.1 введен в эксплуатацию в 1975 году. В течение 1975...1988 годов в реакторе проводились испытания опытных активных зон реактора ЯРД. В 1989 году была начата модернизация реактора ИВГ.1 и систем комплекса «Байкал-1» с целью создания на реакторе двух петлевых установок:

- петлевой установки для испытаний ТВС газоохлаждаемых реакторов, в том числе реактора ЯРД, оснащенной системой закрытого выброса газообразного теплоносителя;

- петлевой установки для испытаний модельных ТВС водоохлаждаемых реакторов, в том числе ВВЭР, в переходных и аварийных режимах, включая и режимы тяжелых аварий с возможным плавлением ТВС, для обоснования безопасности объектов ядерной техники.

В реактор ИВГ.1М входят следующие основные узлы: корпус с экранами и крышкой; отражатель с регулирующими барабанами; центральная сборка; канал петлевой; канал петлевой с вытеснителем; канал источника; исполнительные механизмы регулирующих барабанов; водоохлаждаемые технологические каналы (ВОТК).

Подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М введена в эксплуатацию в 1985 г. и обеспечивает сбор, преобразование, регистрацию, отображение информации о технологических параметрах реактора и выдачу логических сигналов в систему автоматического управления (САУ).

1 Теоретическая часть

1.1 Общие положения

Выполненная дипломная работа по теме «Модернизация информационно-измерительной системы реакторной установки ИВГ.1М. Подсистема КИПиА обусловлена важностью информационно-измерительных систем для реализации функций обеспечения безопасности ядерного реактора ИВГ.1М. Наличие точной оперативной информации о работе реактора является одним из важнейших условий разумной и адекватной реакции операторов и систем автоматического регулирования на любые ситуации, возникающие как в условиях нормальной эксплуатации, так и в аварийных ситуациях исследовательского ядерного реактора ИВГ.1М.

До модернизации в реакторной установке, в качестве технических средств подсистемы КИПиА ИИС реакторной установки использовались физически и морально изношенные аппаратные технические средства, системно организованные с использованием не менее морально устаревшего программного обеспечения. В частности, подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М построена с использованием терминалов вычислительной связи с объектом (ТВСО) и электронных вычислительных машин (ЭВМ) СМ-2М. В качестве операционной системы применяется агрегатная система программного обеспечения (АСПО). Данное оборудование представляет собой набор конструктивов высотой 2 метра и занимающих площадь порядка 250 м². Объем оперативной памяти каждой вычислительной машины составляет всего 128 кбайт, регистрация информации осуществляется накопителями на магнитных лентах. Основным методом вывода информации на экраны операторов является монохромный буквенно-цифровой метод без графического режима. С течением времени остро встает вопрос о дальнейшей эксплуатации данного оборудования, так как сокращается количество запасных частей для восстановления работоспособности основного оборудования и сокращается

количество обслуживающего персонала, способного устранить возникшие проблемы.

Применение современных подходов к эргономике рабочих мест операторов пультов исследовательских реакторов позволит улучшить восприятие информации операторами и сократить время на принятие решений в аварийных ситуациях, при этом автоматический программный анализ технологических параметров, реализованный на основе теоретически и практически проверенных алгоритмов управления реактором и сопутствующими системами, обеспечит блокировку ошибочных действий операторов. Кроме этого, будет обеспечена возможность оперативного доступа к текущим и архивным технологическим параметрам для немедленного или последующего анализа, а также формирования отчетов эксплуатирующей организации для внешних контролирующих органов.

Целью данной дипломной работы является увеличение показателей надежности реакторной установки ИВГ.1М путем модернизации подсистемы КИПиА ИИС.

В процессе решения задачи по увеличению показателей надежности реакторной установки был проведен литературный обзор и анализ структуры существующей подсистемы КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М. Рассмотрена структура измерительных каналов (ИК) подсистемы КИПиА ИИС реакторной установки ИВГ.1М, проведен расчет и анализ эксплуатационных параметров, отражающих надежность подсистемы (назначенный ресурс работы, время восстановления, коэффициент готовности, наработка на отказ). Разработаны алгоритмы сбора, обработки и регистрации данных. Разработана структура базы данных подсистемы. Разработаны мнемосхемы рабочих автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов подсистемы и модули аварийной и предупредительной сигнализации, выдачи сообщений оператору. Разработаны программы автономной наладки и проведена отладка системы без первичных преобразователей.

На основе проведенного анализа выбрано оборудование и программное обеспечение, которое позволит создать макет подсистемы КИПиА ИИС с учетом современных требуемых показателей надежности, предъявляемых к подобным подсистемам.

1.2 Подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М.

Подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М предназначена для получения измерительной информации о технологических параметрах реактора, ее преобразования и обработки с целью регистрации и выдачи логических сигналов в автономную аварийную защиту (ААЗ), в САУ в случае выхода измеряемых параметров за установленные пределы.

Подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М состоит из следующих уровней:

- 1) уровень связи с объектом на ТВСО;
- 2) уровень (ЭВМ) на базе двухпроцессорного комплекса СМ-2М;
- 3) уровень обмена с оперативным персоналом на базе ЭВМ СМ-2М.

В целом в состав подсистемы входят:

- датчики аналоговых измеряемых параметров;
- нормирующие преобразователи (НП);
- ТВСО СМ1634
- ЭВМ СМ-2М.

Аналоговые сигналы от датчиков через нормирующие преобразователи поступают на ТВСО, затем на ЭВМ СМ-2М в подсистему регистрации информации на магнитные носители (ленты) и обработки ее по заранее заданным программам.

Преобразованная информация в виде значений физических величин выдается на экраны дисплеев в пультовую.

Подсистема КИПиА выполнена на базе ТВСО и ЭВМ СМ-2М, основу которых составляет микропроцессорный набор 589 серии. Кроме того, используются микросхемы серий 131, 155, 565. В аналоговых нормирующих

преобразователях (НП) используются операционные усилители серий 153, 533, полупроводниковые элементы – диоды и транзисторы. В состав подсистемы входят унифицированные датчики и вторичная аппаратура государственной системы приборов.

Монтаж и настройка подсистемы КИПиА, блоков и цепей измерения, сигнализации производится в соответствии с требованиями проектно-технической и нормативной документации с учетом специфических особенностей монтажа систем автоматизации.

Все приборы, блоки и устройства, входящие в состав подсистемы КИПиА ИИС, заводского изготовления в соответствии с техническими условиями. При поступлении перед установкой проходят входной и метрологический контроль.

Монтаж и настройка системы проводятся в три стадии. На первой стадии проверяется соответствие основных технических характеристик устройств требованиям технической документации на них. На второй стадии выполняются работы по автономной наладке устройств после завершения монтажа. На третьей стадии осуществляется комплексная наладка подсистемы, доведение параметров настройки устройств до требуемых значений. Полная проверка подсистемы КИПиА выполняется с помощью пакета тестов контрольных задач. Контрольная задача обеспечивает проверку функционирования устройств ввода-вывода и устройств связи с объектом. Контрольная задача используется для контроля процессорной части ЭВМ СМ-2М.

Контроль и испытания при эксплуатации проводятся ежеквартально согласно разработанным графикам. Работоспособность подсистемы проверяется согласно технической документации на ТВСО и ЭВМ СМ-2М еженедельно. При проверке осуществляется контроль процессорной части тестом и контрольной задачей, периферийных устройств - контрольной задачей, цветных графических терминалов - тестом. При комплексной проверке

подсистемы проводится сравнение калибровочного сигнала, подаваемого на НП, и информации по ИК, отражаемой на дисплее.

Подсистема КИПиА ИИС в ходе пуска производит сбор и обработку информации о течении технологического процесса, а также выдачу сигналов предупредительной сигнализации (ПС) и ААЗ в случае выхода параметров за границы уставок в систему САУ.

Подсистема КИПиА ИИС состоит из двух одинаковых подсистем, дублирующих друг друга. Поэтому при отказах отдельных узлов ЭВМ функционирование подсистемы в целом сохраняется. Возможные отказы подсистемы можно разделить на две рассмотренные ниже группы.

Отказ ИК подсистемы, заведенных в ААЗ, приводящий к ложному срабатыванию ААЗ. При этом отказе произойдет преждевременный, непредусмотренный программой пуска, останов реактора, однако причиной аварии подобный отказ быть не может.

Отказ ИК системы, заведенных в ААЗ, при котором отклонение текущего значения параметра за аварийную уставку не приводит к появлению сигнала ААЗ. В этом случае развитие аварийного процесса будет обнаружено дублирующими измерительными каналами.

1.3 Структурные схемы подсистемы КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М

Подсистема КИПиА ИИС служит для сбора, обработки, регистрации и отображения значений технологических параметров реактора ИВГ.1М, а также выдачи сигналов ААЗ в систему САУ.

В состав измерительных каналов подсистемы КИПиА ИИС входят следующие элементы:

- 1) первичные преобразователи (ПП): термоэлектрические преобразователи (ТЭП), термометры сопротивления платиновые (ТСП-100П), датчики измерения давления ДДМ, измерительные преобразователи (ИП) избыточного давления Сапфир-22ДИ, ИП расхода и уровня Сапфир-22ДД, датчики перепада давления МДДФ-У;
- 2) стойка нормирующих преобразователей СИП-2, СИП-4;

- 3) шкафы клеммные соединительные: ШКС-1, ШКС-2, ШКС-3, 1ШК-9;
- 4) щиты блоков питания ЩП;
- 5) автоматизированные рабочие места оператора КИПиА ИИС.

Терминал вычислительной связи с объектом (ТВСО СМ1634) предназначен для ввода-вывода и обработки аналоговой информации и связи с оператором-технологом в составе электронных вычислительных машин, построенных на базе СМ-2М.

Термоэлектрические преобразователи — основные элементы, используемые для измерения температурных измерений. К их достоинствам относятся хорошая точность измерений, малое влияние реакторного излучения на градуировочную характеристику ТЭП, малые размеры чувствительного элемента, простота первичного и вторичного измерительного устройства. При температуре до 800 °С применяют в основном кабельные ТЭП в оболочках из коррозионно-стойких сталей и сплавов (X18H10T или XH78T) с изоляцией из окиси магния, с электродами из хромель-капель (ХК). Термопарные кабели, из которых изготавливают ТЭП, могут иметь от одной до четырех жил. Спаи ТЭП выполняют изолированными от оболочки или заземленными на нее. Возможны и открытые спаи. Существенное достоинство термопарных кабелей — возможность изготовления трасс переменного диаметра и рабочих концов различного поперечного сечения. Малый диаметр или плоский рабочий конец в месте расположения спая позволяет повысить точность измерения, а перевод на больший диаметр уменьшает электрическое сопротивление трассы. Большая длина кабельных ТЭП и их гибкость дают возможность прокладывать их в труднодоступных местах.

Измерение температуры теплоносителя на базе ТЭП представлена на структурной схеме ИК температуры ВОТК реактора ИВГ1.М (рисунок 1). На выходе каждого из 30-и ВОТК установлено два ТЭП градуировки хромель-капель (ХК). Принцип действия ТЭП основан на появлении термо-ЭДС на свободных концах при нагревании рабочего спая ТЭП. Сигнал с ТЭП ХК в диапазоне (0-10) mV, что по градуировочной характеристике для данного ТЭП

соответствует температуре (0-142) °С, преобразуется в токовый сигнал (0-5) мА нормирующим преобразователем Ф8025 и поступает на сигнализатор С-2, который служит для выдачи сигнала типа «сухой контакт» в ААЗ САУ при достижении температуры 105°С, что соответствует 7,4 мV на входе НП Ф8025 и 3,7 мА на выходе НП. Далее сигнал поступает на миллиамперметр М1730, используемый для визуального контроля, в случае отказа ТВСО или ЭВМ СМ-2М. Сигнал с миллиамперметра поступает на блок нормализации (БН), который представляет собой сопротивление 1 кОм, предназначенное для согласования выходного сигнала НП Ф8025 (0-5) мА с входным сигналом ТВСО (0-5)V. В качестве многоканального аналого-цифрового преобразователя (АЦП) используется ТВСО. Далее сигнал поступает на ЭВМ СМ-2М, которая производит обработку, регистрацию и вывод значений технологических параметров на устройства отображения.

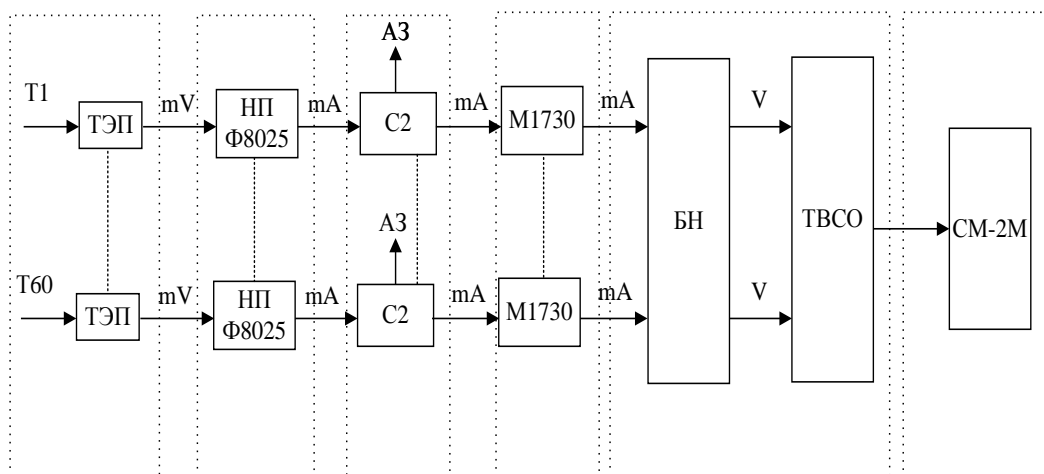


Рисунок 1. Структурная схема ИК температуры на базе ТЭП

Термометры сопротивления платиновые применяют при внезонных измерениях в тех случаях, когда хотят добиться высокой точности измерения.

ТСП изготавливают из платины в виде бифилярных проволочных спиралей. Для измерений в активной зоне ТСП используют крайне редко из-за существенного изменения их электрического сопротивления под действием излучения. Кроме того, для ТСП характерны большие, чем для ТЭП, размеры чувствительных элементов, более существенное влияние внутреннего

тепловыделения. Поэтому ТСП применяют, как правило, для контроля температуры теплоносителя вне активной зоны (в корпусах реакторов и на трубопроводах).

Для более точного измерения температуры теплоносителя в качестве первичного преобразователя применяется термометр сопротивления платиновый (ТСП-100П). Принцип действия ТСП основан на изменении сопротивления платиновой спирали в зависимости от воздействующей на неё температуры. Структурная схема ИК температуры стендовых систем представлена на рисунке 2. Сигнал с первичного преобразователя ТСП-100П в виде сопротивления (100-139,11) Ом, что по номинальной статической характеристике преобразования для данных ТСП-100П соответствует температуре (0-100) °С, поступает на нормирующий преобразователь Ш-71, предназначенный для преобразования сигнала сопротивления в токовый сигнал (0-5) мА. Далее схема прохождения сигнала ИК аналогична каналу с ТЭП.

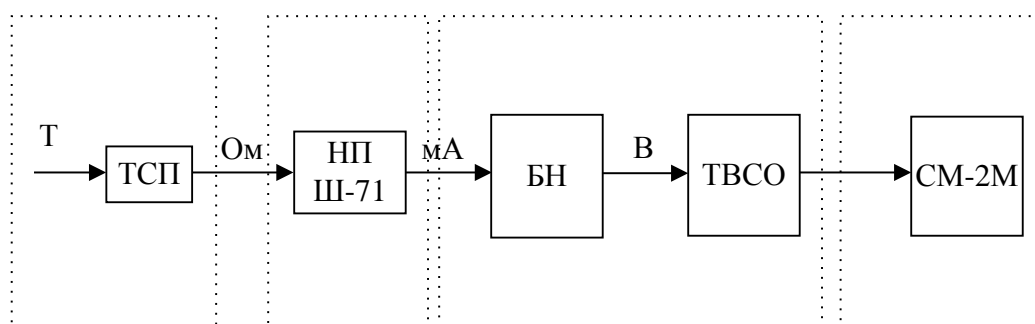


Рисунок 2. Структурная схема ИК температуры на базе ТСП-100П

Структурная схема ИК давления теплоносителя в ВОТК реактора ИВГ1.М на базе потенциометрического датчика давления ДДМ представлена на рисунке 3. На выходе каждого ВОТК установлено по два потенциометрических датчика давления ДДМ с диапазоном измерения (0-10) кгс/см². Принцип действия ДДМ состоит в изменении относительного выходного сопротивления в зависимости от давления на входе ДДМ. Сигнал с ДДМ поступает на НП Ф7025, предназначенный для преобразования сигнала сопротивления в токовый сигнал (0-5) мА. Далее токовый сигнал поступает на

сигнализатор С-2, который служит для формирования сигнала АА3 в САУ при достижении давления по минимуму ≤ 6 кг/см² (3 мА) и максимуму ≥ 10 кг/см² (5 мА) . Сигнал с миллиамперметра поступает на БН, который представляет собой сопротивление 1 кОм, предназначенное для согласования выходного сигнала НП Ф7025 (0-5) мА с входным сигналом ТВСО (0-5)В. В качестве многоканального АЦП используется ТВСО, далее сигнал поступает на ЭВМ СМ-2М, которая производит обработку, регистрацию и вывод значений технологических параметров на устройства отображения.

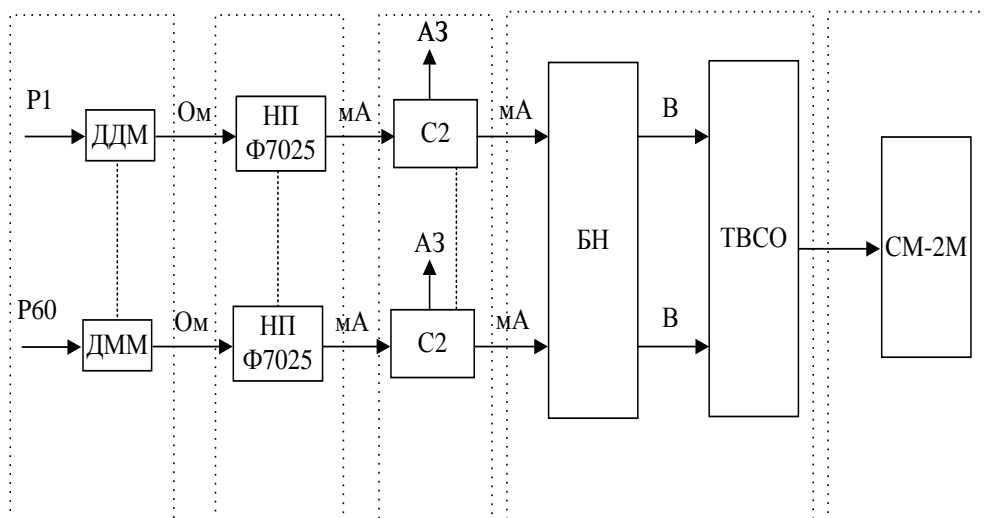


Рисунок 3. Структурная схема ИК давления на базе датчика давления ДДМ

Структурная схема ИК расхода теплоносителя в ВОТК на базе датчика перепада давления МДДФУ представлена на рисунке 4. На выходе ВОТК установлен потенциометрический датчик перепада давления МДДФУ. Питание преобразователя осуществляется напряжением постоянного тока 5 В от блока питания П4105. Выходной сигнал с МДДФУ в виде напряжения постоянного тока (0-5) В, что соответствует перепаду давления на датчике (0-1) кгс/см², поступает в ТВСО на АЦП. Формирование сигнала аварийной защиты (А3) осуществляется на программном уровне ЭВМ СМ-2М.

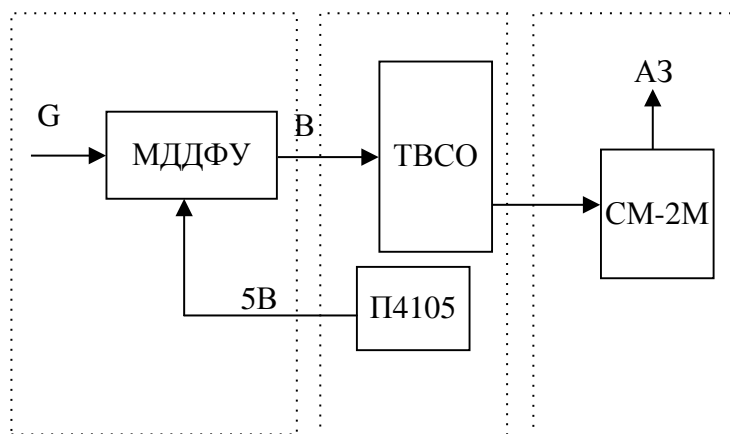


Рисунок 4. Структурная схема ИК расхода на базе датчика МДДФУ

Структурная схема ИК давления теплоносителя на базе ИП «Сапфир 22ДИ» представлена на рисунке 5. Принцип действия «Сапфир 22ДИ» состоит в изменении сопротивления кремниевых тензодатчиков, в зависимости от воздействующего давления, затем это изменение сопротивления преобразуется электронным блоком в сигнал (0-5) мА. Три ИП установлены в напорном коллекторе. Питание ИП осуществляется напряжением постоянного тока 36 В от блоков питания 22БП36. Токовый выходной сигнал ИП (0-5) мА, пропорциональный входному сигналу (0-25) кгс/см² поступает на сигнализатор С-2, который служит для выдачи сигнала типа «сухой контакт» в ААЗ САУ при достижении давления в напорном коллекторе менее 7 кгс/см², что соответствует менее 1,4 мА на выходе ИП «Сапфир 22ДИ». Далее сигнал поступает на миллиамперметр М1730, используемый для визуального контроля, в случае отказа ТВСО или ЭВМ СМ-2М. Сигнал с миллиамперметра поступает на БН, который представляет собой сопротивление 1 кОм, предназначенное для согласования выходного сигнала ИП «Сапфир-22ДИ» (0-5) мА с входным сигналом ТВСО (0-5)В. В качестве многоканального АЦП используется ТВСО. Далее сигнал поступает на ЭВМ СМ-2М, которая производит обработку, регистрацию и вывод значений технологических параметров на устройства отображения.

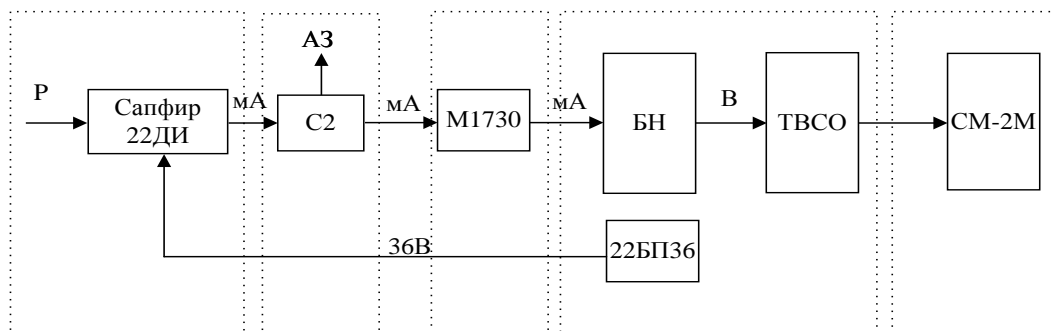


Рисунок 5. Структурная схема ИК давления на базе ИП Сапфир 22ДИ

Структурная схема ИК уровня теплоносителя на базе ИП «Сапфир 22ДД» представлена на рисунке 6. Принцип действия ИП «Сапфир 22ДД» аналогичен принципу действия «Сапфир 22ДИ». Токковый сигнал (0-5) мА, пропорциональный уровню теплоносителя (0-16) м в ёмкостях, с ИП поступает на узкопрофильный показывающий прибор М1730, используемый для визуального контроля основных технологических параметров, в случае отказа ТВСО или ЭВМ СМ-2М. Сигнал с миллиамперметра поступает на БН, который представляет собой сопротивление 1 кОм, предназначенное для согласования выходного сигнала ИП «Сапфир 22ДД» (0-5) мА с входным сигналом ТВСО (0-5)В. В качестве многоканального АЦП используется ТВСО, далее сигнал поступает на ЭВМ СМ-2М, которая производит обработку, регистрацию и вывод значений технологических параметров на устройства отображения.

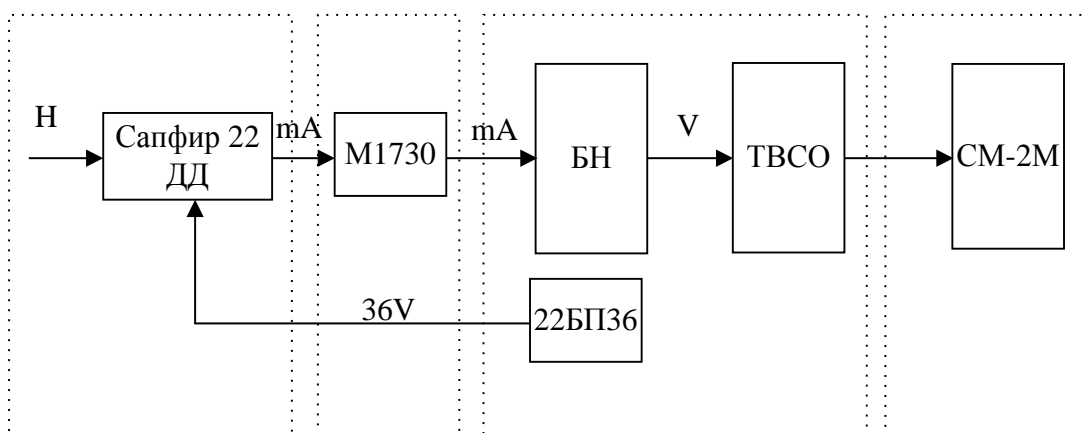


Рисунок 6. Структурная схема ИК уровня на базе ИП Сапфир22ДД.

1.4 Недостатки подсистемы КИПиА ИИС ИВГ.1М

Анализ существующей подсистемы КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М показал основные недостатки находящихся в эксплуатации технических средств.

Компоненты подсистемы КИПиА ИИС, их количество в системе, год их выпуска, средний срок службы и фактический срок эксплуатации приведен в таблице 1.

Таблица 1. Технические средства, составляющие ИК подсистемы КИПиА

Наименование компонента системы	Кол-во, шт	Год выпуска	Средний срок службы, г	Фактический срок эксплуатации, г
ТВСО СМ-1634	2	1983	10	34
СМ-2М	2	1984	10	33
Нормирующий преобразователь Ш-71	10	1985	8	32
Нормирующий преобразователь Ф 8025	70	1985	10	32
Нормирующий преобразователь Ф 7025	60	1975	10	42
Миллиамперметр М1730	50	1986	12	31
Сигнализатор С-2	100	1973	12	44
Блок питания П4105	2	1985	12	32

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что фактический срок эксплуатации компонентов системы превышает в 3 и более раз средний срок службы, в связи с чем эти компоненты подсистемы КИПиА должны быть заменены в первую очередь.

Подсистема КИПиА, реализуется на своей элементарно-конструктивной базе, что приводит к аппаратной избыточности, увеличению количества обслуживающего персонала, увеличению времени обслуживания и, как следствие, к снижению надежности системы. Обслуживающий персонал не имеет возможности оперативного обмена информацией, что создает дополнительные проблемы в процессе принятия решений.

Программно-технические средства подсистемы КИПиА ИИС не позволяют производить опрос датчиков, НП и ИП чаще одного раза в секунду, не обеспечивают возможность быстрой обработки и отображения информации, что определяет невозможность регистрации быстрых процессов, увеличение времени обработки информации и сокращение времени на принятие решения операторами реакторных установок.

Методы отображения информации отличаются низкими эргономическими показателями, сложностью восприятия и, как следствие, низкой скоростью реакции персонала на характерные события. Подсистемы отображения не соответствуют требованиям.

Низкий уровень сервиса, предоставляемого системами оперативному персоналу при подготовке и проведении экспериментов, обработке результатов экспериментов.

Низкий уровень тестирования подсистемы цифровой регистрации. Жесткая конфигурация подсистемы цифровой регистрации, нет возможности расширения или изменения (функции программного обеспечения ограничиваются штатной конфигурацией подсистемы).

Отсутствуют системные средства автоматической диагностики и метрологической аттестации компонентов системы, программные средства анализа и обработки экспериментальной информации, возможность

осуществления и реализации логических функций контроля и управления, средства визуализации и отображения контролируемых параметров для оператора в удобном и информативном виде, сетевые средства информационного обмена.

ТВСО и ЭВМ СМ-2М, морально и физически устарели (срок эксплуатации компонентов системы составляет более 30 лет и больше, что превышает средний срок службы технических средств подсистемы КИПиА более чем в 3 раза), требуют значительных усилий по поддержанию их в работоспособном состоянии, подвержены частым отказам и, фактически, исчерпали свой ресурс.

НП, применяемые в подсистеме КИПиА имеют низкие технические и метрологические характеристики. Отсутствует аппаратная поддержка дополнительных функций, расширяющих возможности системы, автономное питание компонентов системы, резервирование основных компонентов системы.

Время восстановления, коэффициент готовности, наработка на отказ. Интервал времени, в течение которого после возникновения отказа системы обнаруженная неисправность устраняется, называется «временем восстановления».

Показатель «время восстановления» действующей подсистемы получен на основе хронометража действий во время проведения пуско-наладочных работ перед экспериментом и действий персонала при отказе системы во время проведения эксперимента. Результаты исследования сведены в таблице 2.

Показатель «Нарработка на отказ» отражает среднюю продолжительность работы устройства между ремонтами (величину наработки в среднем на один отказ). Значения показателя «Нарработка на отказ» получено из технических паспортов компонентов систем и сведены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели надежности системы

Причина отказа компонента системы	Время восстановления ($t_{в}$), ч	Наработка компонента на отказ ($t_{ср}$), ч	Коэффициент готовности
Восстановление преобразователя Ф8025	52	12000	0,9957
Замена сигнализатора С-2 и настройка уставок ААЗ	2	10000	0,9998
Замена реле в плате АЗ ТК	2	8000	0,9997
Замена и настройка платы интерфейсов ТВСО	39	4500	0,9914
Замена процессорного блока СМ-2М	52	4500	0,988
Ремонт блока питания П4105	16	4000	0,996

Анализ данных показывает, что применяемые компоненты подсистемы не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к системам контроля и управления реакторных установок. Показатели «наработка на отказ» и «время восстановления» компонентов систем отличаются (в худшую сторону) от установленных ГОСТ до 10 раз.

Комплексный показатель, рассчитываемый одновременно для нескольких свойств, характеризующих надежность систем, называется коэффициентом готовности, значение которого определяют по формуле

$$K_g = \frac{t_{ср}}{t_{ср} + t_{в}} \quad (1)$$

где K_g – коэффициент готовности;

$t_{ср}$ – наработка на отказ, ч;

$t_{в}$ – среднее время восстановления, ч.

Расчет свидетельствует о том, что системы не являются достаточно надежными для реакторных установок. Комплексный показатель надежности «Коэффициент готовности», вероятность нахождения систем КИПиА в работоспособном состоянии менее 99,99 % и не соответствует ГОСТ.

Таким образом, можно сделать вывод, что подсистема КИПиА не соответствует требованиям нормативных документов по показателям надежности, эргономическим показателям. Вместе с тем, Подсистема КИПиА ИИС должна обеспечивать безопасность ядерного реактора ИВГ.1М. Наличие точной оперативной информации о работе реактора является одним из важнейших условий разумной и адекватной реакции операторов и систем автоматического регулирования на любые ситуации, возникающие как в условиях нормальной эксплуатации, так и в аварийных ситуациях. Поэтому необходима модернизация данных систем с применением современных информационных и телекоммуникационных технологий, это будет способствовать становлению современной культуры безопасной и надежной эксплуатации исследовательского ядерного реактора ИВГ.1М.

2 Модернизация ИИС реактора ИВГ.1М. Подсистема КИПиА.

В рамках грантового финансирования министерства РК было приобретено программное и аппаратное обеспечение, необходимое для разработки макета подсистемы КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М. При решении задач управления сложными ответственными процессами, характеризующимися множеством контролируемых и управляемых величин и их физической распределённостью в пространстве, с повышенными требованиями к надежности системы управления.

В качестве оборудования информационно-измерительной системы было приобретено аппаратное обеспечение фирмы Allen-Bradley: шасси ControlLogix 1756-A10, контроллеры ControlLogix 1756-L71M13, источники питания 1756РА-70, модули связи EtherNet/IP, аналоговые модули ввода 1756-IF16,

дискретные модули вывода 1756-OB32, съёмные клеммные блоки 1756-TBCH, нормализаторы сигналов для термометров сопротивления ТСП-100П - WAGO 857-801, нормализаторы сигналов для термоэлектрических преобразователей ТХК - WAGO 857-811 и блоки питания DR-30-5. Несмотря на относительно высокую стоимость, в определенных технологических процессах стоимость простоя или аварии может быть несопоставима со стоимостью технических решений, которые могут предотвратить эти нештатные ситуации.

Выбор программно-технического комплекса формируется по результатам сравнения предварительных технико-коммерческих предложений фирм представленных на рынке средств автоматизации технологических процессов.

Характеристики выбора программно-технического комплекса, определяющие класс системы:

- функциональность программного обеспечения;
- надежность технических средств;
- удобство разработки алгоритмов управления;
- достаточность технических средств для решения задач;
- вычислительная мощность;
- сопроводительная документация;
- стоимость.

Оценивая программно-технические комплексы на максимальное соответствие задачам, сделаны следующие выводы:

– по своим основным техническим характеристикам инструментальные средства системы сопоставимы и удовлетворяют техническим требованиям, позволяя создать относительно равные по потребительским свойствам.

– индустрии автоматизации технологических процессов и имеет представительство в Казахстане, что может обеспечить своевременную техническую поддержку и уменьшить время поставки.

2.1 Подсистема КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М.

ИИС КИПиА является составной частью ИИС реактора ИВГ.1М.

Подсистема КИПиА реализована в виде двухуровневой структуры.

Нижний уровень ИИС КИПиА (уровень контроллера) обеспечивает: ввод сигналов от первичных преобразователей подсистемы КИПиА реактора ИВГ.1М; измерение, сбор, первичную обработку, регистрацию, контроль параметров, формирование сигнала аварийной защиты.

Верхний уровень информационно-измерительной системы КИПиА обеспечивает возможность предварительной настройки ИК, непосредственного контроля текущих значений измеряемых параметров в виде таблиц, мнемосхем и графиков, а также контроль режимов работы нижнего уровня подсистемы КИПиА ИИС.

Оба уровня подсистемы КИПиА обеспечивают обмен данными между собой.

Технические характеристики

Технические средства ИИС КИПиА обеспечивают:

1) ввод аналоговых сигналов от первичных преобразователей КИПиА:

- напряжения постоянного тока (0 - 5) В - 65 каналов;
- постоянного тока в диапазоне (0 - 5) мА - 28 каналов;
- термопреобразователей сопротивления ТСП-100П - 12 каналов;
- преобразователей термоэлектрических (градуировка ХК) - 61 канал;
- период опроса каналов, с: 0,1; 1;

2) вывод дискретных сигналов сигнализации аварийных и предупредительных состояний по технологическим каналам ИВГ1.М:

- количество дискретных каналов сигнализации - 8;
- вид выходного дискретного сигнала: «сухой контакт», форма представления состояния - цветовая и звуковая сигнализация;

3) количество контроллеров осуществляющих функции регистрации сигналов от первичных преобразователей подсистемы КИПиА ИВГ.1М и формирования сигналов аварийной защиты – 2;

4) автономная регистрация текущих значений измеряемых параметров по всем аналоговым и дискретным каналам подсистемы КИПиА:

- количество каналов регистрации – не менее 400;
- период регистрации на контроллерах, с: 1; 10; 20;
- общее время регистрации не менее 10 ч.

5) время готовности системы после включения не превышает 30 мин.

В подсистеме КИПиА предусмотрена III категория надежности электроснабжения по ПУЭ. Для обеспечения бесперебойности питания предусмотрено использование локальных блоков бесперебойного электропитания Smart UPS RS 1200VA и системы бесперебойного электропитания на базе дизельной электростанции КИР «Байкал-1».

Технические средства подсистемы КИПиА должны обеспечивать безотказную работу в течение трех месячной их эксплуатации.

Технические средства с вероятностью 0,95 характеризуется следующими показателями надежности в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности:

- коэффициент готовности (K_r) не менее 0,9999;
- средняя наработка на отказ (T_0) не менее $4 \cdot 10^4$ ч.;
- время восстановления (T_B) не более 0,5 ч.;
- назначенный ресурс работы (T_{PH}) не менее 10 лет.

Используемые технические и аппаратные средства подсистемы КИПиА обеспечивают выполнение следующих технических требований:

- регистрация данных производится на трёх промышленных автоматизированных рабочих местах: АРМ КИП-1, АРМ КИП-2 и АРМ КИП-3 функционально и технически независимых друг от друга;

- технические средства локальной вычислительной сети ИИС ИВГ.1М организованы таким образом, чтобы выход из строя любого из технических устройств сети не приводил к полной потере связи между ее компонентами.

Рабочие условия эксплуатации компонентов подсистемы КИПиА:

- температура окружающего воздуха (15 ± 10) °С;
- относительная влажность воздуха (50 ± 15) %, при температуре 15 °С;
- допустимое значение частоты вибрации 25 Гц;
- допустимое значение амплитуды вибрации 0,1 мм;
- освещённость не менее 200 лк.

2.2 Оборудование подсистемы КИПиА ИИС.

В состав оборудования подсистемы КИПиА ИИС входят: АРМ КИП-1, АРМ КИП-2 и АРМ КИП-3, аналоговые модули ввода 1756-IF16, дискретные модули вывода 1756-OB32, преобразователи для подключения и преобразования сигналов ТЭП и ТСП-100П (Wago 857-811 и Wago 857-801), контроллеры К-1, К-2 и К-3.

Контроллер ControlLogix 1756-L71M13 обеспечивает управление последовательными и непрерывными процессами, управление движением в сочетании с коммуникациями и современными вводом-выводом позволяет получить компактную по цене платформу. Система является модульной, при возможности можно проектировать, монтировать и модифицировать при значительной экономии средств.

Модуль связи EtherNet/IP, контроллер ControlLogix 1756-L71M13, аналоговые модули ввода 1756-IF16, дискретные модули вывода 1756-OB32 и источник питания 1756-PA70 устанавливаются в шасси ControlLogix 1756-A17, образуя тем самым систему управления ControlLogix 1756. Всё это относится к оборудованию американской фирмы Allen-Bradley, которое занесено в реестр государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан, обладает высокими эксплуатационными и техническими характеристиками, в том числе по таким показателям как коэффициент

готовности (Kr), средняя наработка на отказ (T0), время восстановления (ТВ), назначенный ресурс работы (ТРН).

Промышленный компьютер образует АРМ оператора и предназначен для выполнения функций настройки ИК подсистемы КИПиА, непосредственного контроля текущих значений измеряемых параметров, контроля режимов работы нижнего уровня подсистемы КИПиА. Основные технические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3. Основные технические характеристики

Техническое устройство	Характеристика (Значение)
Процессор	Intel Core2Duo E8400
Оперативная память, Мб	2048
Накопитель на жестком магнитном диске, Гб	250
Видеокарта, Мб	512
Монитор	LCD 19”
Блок бесперебойного питания, Вт	1200

Ввод аналоговых сигналов первичных преобразователей осуществляется посредством модуля аналогового цифрового преобразователя ControlLogix 1756-IF16 (шестнадцати канальный неизолированный входной модуль ток/напряжение). Аналоговые модули ввода-вывода ControlLogix являются модулями интерфейса, которые преобразовывают аналоговые сигналы в цифровые значения для входов и цифровые значения в аналоговые сигналы для выходов.

Ниже следует список возможностей, доступных для аналоговых модулей ввода/вывода ControlLogix;

– прокрутка данных отметки времени 15 разрядная спецификация для модуля прокрутка отметки времени с разрешающей способностью

миллисекунды, которая указывает интервал между изменениями данных в канале;

- система отметки времени данных 64 разрядные часы системы помещают зафиксированное время и передачу данных между модулем и его контроллером-владельцем в том же локальном шасси;
- формат данных 32 бита с плавающей запятой и 16 бит целое число;
- разрешающая способность 16 битный вход и 13/14 битный выход;
- внутренние свойства, такие как масштабирование к инженерным единицам, сигналы тревоги и обнаружение значения выше или ниже заданного;
- калибровка аналоговые модули ввода/вывода позволяют калибровку «канал за каналом» или сразу по всему модулю.

Основные технические характеристики приведены в таблице 4.

Таблица 4. Основные технические характеристики АЦП 1756-IF16

Характеристика	Значение
Входной сигнал (аналоговый ввод)	от минус 10 до +10 В (не используется) (0-10) В (не используется) (0-5) В (0-20) мА
Разрешающая способность, бит	16
Количество каналов аналогового ввода	16
Рабочая температура, °С	от 0 до +60
Температура хранения, °С	от +40 до +85
Относительная влажность, %	от 5 до 90 без конденсата
Наработка на отказ (MTBF), ч	2094159

Вывод дискретных сигналов аварийной защиты осуществляется посредством тридцати двух-канального модуля дискретного вывода ControlLogix 1756-OB32. Модули дискретного вывода обеспечивают вывод дискретных сигналов, при помощи которых выполняется управление исполнительными элементами.

Основными возможностями дискретных модулей ввода/вывода ControlLogix являются:

- удаление и установка под напряжением - возможность системы, которая допускает удаление и установку модулей в то время, когда включено питание;
- связь производитель / потребитель обеспечивает интеллектуальный обмен данными между модулями и другими устройствами системы, в которых каждый модуль выдает данные, не будучи опрошенным;
- сообщение о неисправностях на уровне модуля и диагностика ошибок подключения электрооборудования;
- модуль может помещать временные отметки, базируясь на системных часах и данных, передаваемых между модулем и контроллером владельцем.

Основные характеристики модуля дискретного вывода ControlLogix 1756-OB32 приведены в таблице 5.

Таблица 5. Основные технические характеристики модуля ControlLogix 1756-OB32

Характеристика	Значение
аксимальный выходной ток, А: на канал на модуль	0,35 10
Минимальный ток нагрузки на выход, мА	3
Время выходной задержки, мс Off в On On в Off	1 1
Защита от перемены полярности	Нет
Количество каналов дискретного вывода	32
Рабочая температура, °С	от 0 до +60
Температура хранения, °С	от +40 до +85
Относительная влажность, %	от 5 до 90 без конденсата
Наработка на отказ (MTBF), ч	1278125

Для подключения термоэлектрических преобразователей ТХК и термометров сопротивления ТСП-100П используются преобразователи Wago 857-811 и Wago 857-801 (рис.7). Основные технические характеристики приведены в таблице 6.



Рисунок 7. Внешний вид преобразователя Wago 857-811 и Wago 857-801

Таблица 6. Основные технические характеристики преобразователя Wago 857-811 и Wago 857-801

Характеристика	Вид подключений (Значение)
входной сигнал: (0 – 50) мВ – для Wago 857-811; (100 - 200) Ом – для Wago 857-801;	термopаpa градуировки ХК; термopаpa градуировки ХА, (не используется); термopеобразователь сопротивления Pt100; (2, 3, 4-х проводная схема подключения)
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20
Конструкция	Монтаж на DIN рейку
Количество каналов аналогового ввода	1
Напряжение питания, В	24
Потребляемая мощность, Вт	1,5
Термокомпенсация холодных спаев (для Wago 857-811)	Интегрированная

В качестве контроллера сбора и обработки информации выбран контроллер ControlLogix 1756-L71M13. Основные технические характеристики контроллера приведены в таблице 8. Внешний вид контроллера представлен на рисунке 8.

Контроллер обеспечивает выполнение операций по управлению каналами интерфейсов ввода/вывода, а также управляет действиями по передаче данных в коммуникационной сети. Присваивание меток времени, генерация алгоритмов и формирование управляющих воздействий реализуются в контроллере.

Контроллер при реализации функций управления обеспечивает:

- выполнение команд оператора;
- реализацию функций аварийной защиты;
- реализацию алгоритмов управления исполнительными механизмами;
- диагностику модулей ввода/вывода.

Выбор контроллера выполняется исходя из необходимой вычислительной мощности. Контроллеры системы ControlLogix могут обрабатывать до 128000 дискретных или 4000 аналоговых каналов. Номенклатура контроллеров представлена в таблице 7.

Таблица 7. Контроллеры системы ControlLogix

Описание:	Значение:						
	1756-L1	1756-L1M1	1756-L1M2	1756-L1M3	1756-L55M13 ⁴	1756-L55M14 ³	1756-L55M16 ³
память, доступная пользователю	64 кбайт	512 кбайт	1 мбайт	2 мбайт	1.5 мбайт	3.5 мбайт	7.5 мбайт
ток задней шины + 5 В = + 24 В =	0.65 A 0.02 A	0.95 A 0.02 A	1.05 A 0.02 A	1.20 A 0.02 A	1.15 A 0.02 A	1.25 A 0.02 A	1.40 A 0.02 A
средняя рассеиваемая мощность	3.0 Вт	3.75 Вт	4.0 Вт	4.25 Вт	4.50 Вт	4.75 Вт	5.0 Вт
среднее рассеиваемая теплота	10.2 BTU/час	12.8 BTU/час	13.7 BTU/час	14.5 BTU/час	15.4 BTU/час	16.2 BTU/час	17.1 BTU/час
рабочая температура	от 0 до 60 °C (от 32 до 140 °F)						
температура хранения	от -40 до 85 °C (от -40 до 185 °F)						
относительная влажность	от 5% до 95% без конденсата						
вибрация	от 10 до 150 Гц 5.0 G максимальное пиковое ускорение						
рабочая ударная нагрузка	пиковая 30G в течение 11 мс						
ударная нагрузка при хранении	пиковая 50G в течение 11 мс						
вес	10.0 унций	12.5 унций	12.5 унций	12.7 унций	12.5 унций	12.8 унций	13.4 унций
кабель для программирования	последовательный кабель 1756-CP3 или 1747-CP3 категория 3 ³						
батарея	1756-BA1 (PROMARK Electronics 94194801) литиевая 0.59 грамма						

Для выбора конкретного типа контроллера, согласно руководству по выбору системы ControlLogix, рассчитан размер необходимой памяти контроллера.



Рисунок 8 – Внешний вид контроллера

Таблица 8. Основные технические характеристики контроллера ControlLogix 1756-L71M13

Техническое устройство	Характеристика (Значение)
Оперативная память, Мб	1,5
Накопитель	CompactFlash
Потребляемая мощность, Вт	3,5
Наработка на отказ (MTBF), ч	2228750

Для обеспечения бесперебойности электроснабжения АРМ и контроллеров применяются блоки бесперебойного питания Smart UPS RS 1200VA. Внешний вид блока бесперебойного питания приведен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Внешний вид блока бесперебойного питания

Таблица 9. Основные технические характеристики блока бесперебойного питания Smart UPS RS 1200VA

Техническое устройство	Характеристика (Значение)
Выходная мощность, Вт	780
Время автономной работы при максимальной нагрузке, мин	13
Вес, кг	13,5
Условия эксплуатации, °С	От 0 до +40 при (0-95) % влажности

2.3 Размещение и компоновка технических средств подсистемы КИПиА

Система ControlLogix – модульная система, требующая шасси ввода/вывода серии 1756. Модули устанавливаются в любой слот шасси, в произвольном порядке. Обмен информацией между модулями расположенными в одном шасси выполняется при помощи быстродействующей системной шины. Контроллер ControlLogix 1756-L71M13, модули АЦП устанавливаются в шасси CONTROLLOGIX CHASSIS. Шасси различаются количеством слотов подключений (4, 7, 10 и

17-слотовые шасси). В подсистеме КИПиА используются две 17-слотовые и одно 4-слотовое шасси. Внешний вид шасси приведен на рисунке 10.

Выбор необходимого количества шасси, выполняется с учетом общего количества модулей ввода/вывода с группировкой по типам входных и выходных сигналов.

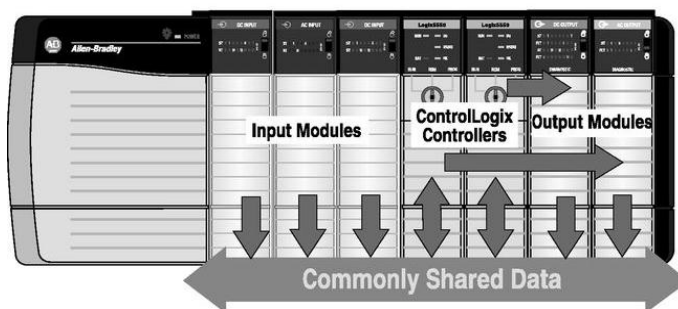


Рисунок 10 – Шасси CONTROLLOGIX CHASSIS

Для подключения первичных преобразователей к аналоговым цифровым преобразователям применяются клеммные блоки 1756-ТВСН, с подключением проводников под винт. Внешний вид блока приведен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Клеммный блок 1756-ТВСН

Таблица 10. Основные технические характеристики блока 1756-ТВСН

Техническое устройство	Характеристика (Значение)
Тип подключения проводников	Под винт
Количество клемм, шт	36
Максимальный диаметр проводника, мм ²	2,5

2.4 Структура каналов подсистемы КИПиА ИИС

В подсистеме КИПиА реализованы следующие типы каналов для подключения первичных преобразователей:

- датчики давления (ДДМ) – 65 шт.;
- датчики давления Сапфир 22 ДИ (2160; 2171; 2151; 2120; 2150)– 12 шт.;
- датчики расхода (МДДФ-У) – 30 шт.;
- преобразователи расхода Сапфир 22 ДД (2240; 2434) – 12 шт.;
- датчики уровня Сапфир 22 ДД (2440; 2430) - 4 шт.;
- датчики температуры (термопара ТХК) – 61 шт.;
- датчики температуры (термометры сопротивления ТСП-100) – 12 шт.

В подсистеме КИПиА предусматривается осуществление регистрации текущих значений по всем ИК подсистемы КИПиА ИИС двумя контроллерами одновременно.

В подсистеме КИПиА предусмотрено формирование сигналов ААЗ типа «сухой контакт». Перечень сигналов ААЗ приведен в таблице 11.

Таблица 11. Каналы дискретных сигналов ААЗ

№	Сигналы ААЗ (уставки)	Примечание
1	ААЗ по понижению давления воды (ВОТК), min	2 из 2-х срабатывание
2	ААЗ по повышению давления воды (ВОТК), max	2 из 2-х срабатывание
3	ААЗ по превышению температуры воды (канальная), max	2 из 2-х срабатывание

4	ААЗ по снижению расхода воды (ВОТК), min	1 из 1-го срабатывание
5	ААЗ по превышению расхода воды (ВОТК), max	1 из 1-го срабатывание
6	ААЗ по снижению давлению воды (напорный коллектор), min	2 из 3-х срабатывание

Формирование сигналов ААЗ осуществляется программно (функция ПО ИИС КИПиА) на основании сравнения текущих измеряемых значений по ИК температуры, давления и расхода воды с заданными уставками. Выдача сигналов ААЗ в САУ осуществляется двумя модулями дискретного вывода 1756ОВ32. Один находится в контроллере К-1, другой в К-2.

В качестве среды передачи данных между АРМ и контроллерами, выбран оптоволоконный кабель.

АРМ КИП-1, АРМ КИП-2 и АРМ КИП-3 КИПиА отображают данные с контроллеров К-1, К-2 и К-3 и не имеют доступа к данным других контроллеров других подсистем ИИС ИВГ.1М.

Конфигурирование контроллеров в составе КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М, изменение текущей конфигурации экрана оператора подсистемы КИПиА производится с соответствующего АРМ ответственным за подсистему КИПиА, который имеет полный доступ ко всем программным компонентам системы.

2.5 Программное обеспечение ИИС ИВГ.1М.

Для разработки информационно-измерительной системы реактора ИВГ.1М был выбран комплекс программного обеспечения компании Rockwell Automation: RSView32 Works, RSView32 RunTime, RSLogix 5000, RSLinx, а также база данных Microsoft SQL Server 2008.

Система RSView32 – это интегрированное программное обеспечение человеко-машинного интерфейса (HMI) для сбора данных, оперативного

контроля и управления автоматизированными устройствами и технологическими процессами.

RSView32 поставляется в двух вариантах:

RSView Works, представляющий собой законченный пакет для разработки, тестирования и запуска проектов RSView32;

RSView RunTime, предназначенный только для выполнения проектов, разработанных с помощью пакета RSView Works.

Предусмотрено использование двух рабочих станций управления технологическим процессом, при этом на станции оператора используется RSView RunTime версия, а на станции конфигурирования версия RSView Works.

Кроме разделения по функциональности программного обеспечения, существует разделение по количеству используемых в системе тэгов. Разработчиком поставляются версии на 150, 300, 1500, 32000 тэгов.

В качестве средства программирования контроллера выбран программный продукт RSLogix 5000. Выбор обусловлен тем, что RSLogix 5000 поддерживает архитектуру ControlLogix и позволяет провести программирование контроллера ControlLogix серии 1756.

В качестве программного обеспечения автоматизированного рабочего места системы выбрана SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition System) система RSView32 производства компании Rockwell Automation.

Система RSView32 представляет собой пакет программного обеспечения на основе операционной системы MS Windows, предназначенный для разработки и выполнения прикладных программ по сбору технологических данных, оперативному контролю и управлению технологическими процессами.

RSView32 включает инструменты для создания человеко-машинного интерфейса, включая анимированные графические дисплеи реального времени, тренды, а также сводки по сигналам тревоги и событиям системы, методы регистрации технологических данных.

Для интеграции с другими программными продуктами и расширения функциональных возможностей разрабатываемых проектов, в RSView32 встроена поддержка таких технологий как ActiveX, VBA, OLE, ODBC, OPC и DDE.

В качестве средства настройки сетевого взаимодействия между контроллером и рабочим местом оператора выбран драйвер прямых связей RSLinx, который позволяет использовать связи на основе наиболее распространенной технологии.

Технология определяет 2 класса программ: OPC-сервер (OPC контроллера), непосредственно взаимодействующий с контроллером, и OPC-клиент (OPC APM оператора), получающий данные от OPC-сервера для дальнейшей обработки и передающий в OPC-сервер команды управления.

Сервер сбора и регистрации данных ИИС ИВГ.1М имеет приоритетный доступ на чтение технологических данных на этапах запуска ИИС КИПиА и имеет полный доступ к контроллерам ИИС КИПиА.

Структура программного обеспечения системы приведена на рисунке 12.

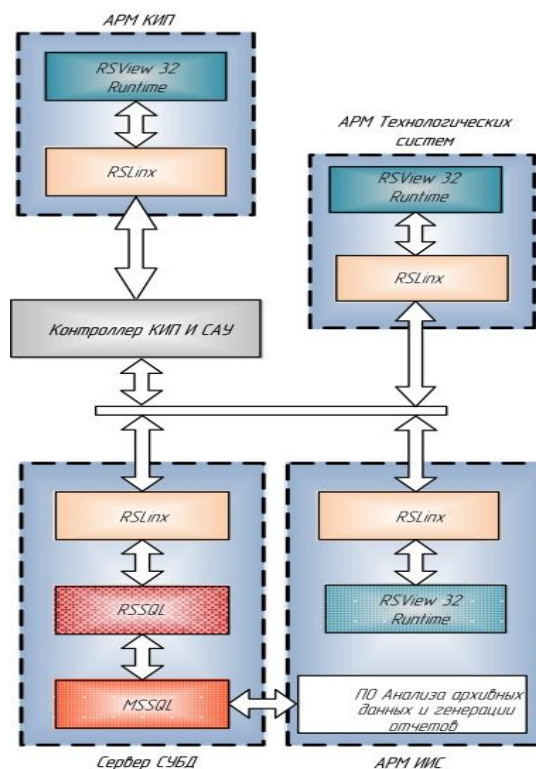


Рисунок 12. Структура программного обеспечения

Датчик температуры ТСП-100П

Используются номинальная статическая характеристика преобразования ТСП100П $W=1,3850$ по ГОСТ 6651-94. Преобразование текущего значения температуры осуществляется с использованием преобразователя WAGO 857-801 в диапазоне от 0 до 100 С.

Датчик температуры ТХК

Используются аппроксимирующие полиномы номинальных статических характеристик (НСХ) преобразования термопар и таблицы зависимости температуры рабочего конца термопары от термо-ЭДС. Аппроксимирующие полиномы НСХ преобразования термопар позволяют рассчитать термо-ЭДС от температуры рабочего конца термопары по ГОСТ 3044-84 (Р 50431-92). Преобразование текущего значения температуры осуществляется с использованием преобразователя WAGO 857-811.

Датчик давления ДДМ

Расчет значения измеряемого давления осуществляется пропорциональным методом в диапазоне измерений в соответствии с паспортными данными на датчик ДДМ, где указано нулевое и максимальное значение напряжения, что соответствует физическим значениям (0-10) кг/см². Для текущего значения измеряемого давления характеристика преобразования является линейной.

Датчик давления МДДФ-У

Расчет значения измеряемого расхода осуществляется в диапазоне измерений $U_{\text{вых}}$ от 0 до 5 В. Для текущего значения измеряемого расхода характеристика преобразования является нелинейной. Значение расхода определяется по формуле 3.

$$G_k = K \cdot \sqrt{U_k} \quad (3)$$

где U_k – значение напряжения, соответствующее точке k , В;

G_k – значение расхода, соответствующее точке k , кг/с;

K – коэффициент учитывающий характеристики сопла, площадь

2.6 Структурные схемы ИК подсистемы КИПиА

Для измерения температуры воды на выходе из ВОТК и стендовых систем применяются два вида первичных преобразователей: термоэлектрические преобразователи типа ТХК и платиновые термометры сопротивления ТСП-100П. Схема измерительного канала, построенного на базе термопары типа ТХК, представлена на рисунке 13, а на рисунке 14 изображена схема измерительного канала с использованием термометра сопротивления ТСП-100П. Сигнал термоэлектрического преобразователя поступает на вход измерительного преобразователя Wago 857-811, где преобразуется в токовый сигнал 4-20mA. Далее преобразуемый токовый сигнал поступает в аналоговый цифровой преобразователь 1756IF16, который преобразует аналоговый сигнал в цифровое значение. Далее поступает в контроллеры К-1, К-2 и на автоматизированные рабочие места АРМ КИП-1, АРМ КИП-2. Дискретный выходной сигнал в ААЗ САУ выдаётся модулем дискретного вывода 1756ОВ32 с контроллеров К-1, К-2 с последующим отображением на АРМ КИП-1 и АРМ КИП-2. Схема измерительного канала с ТСП-100П аналогична каналу с ТЭП без вывода дискретного сигнала в ААЗ.

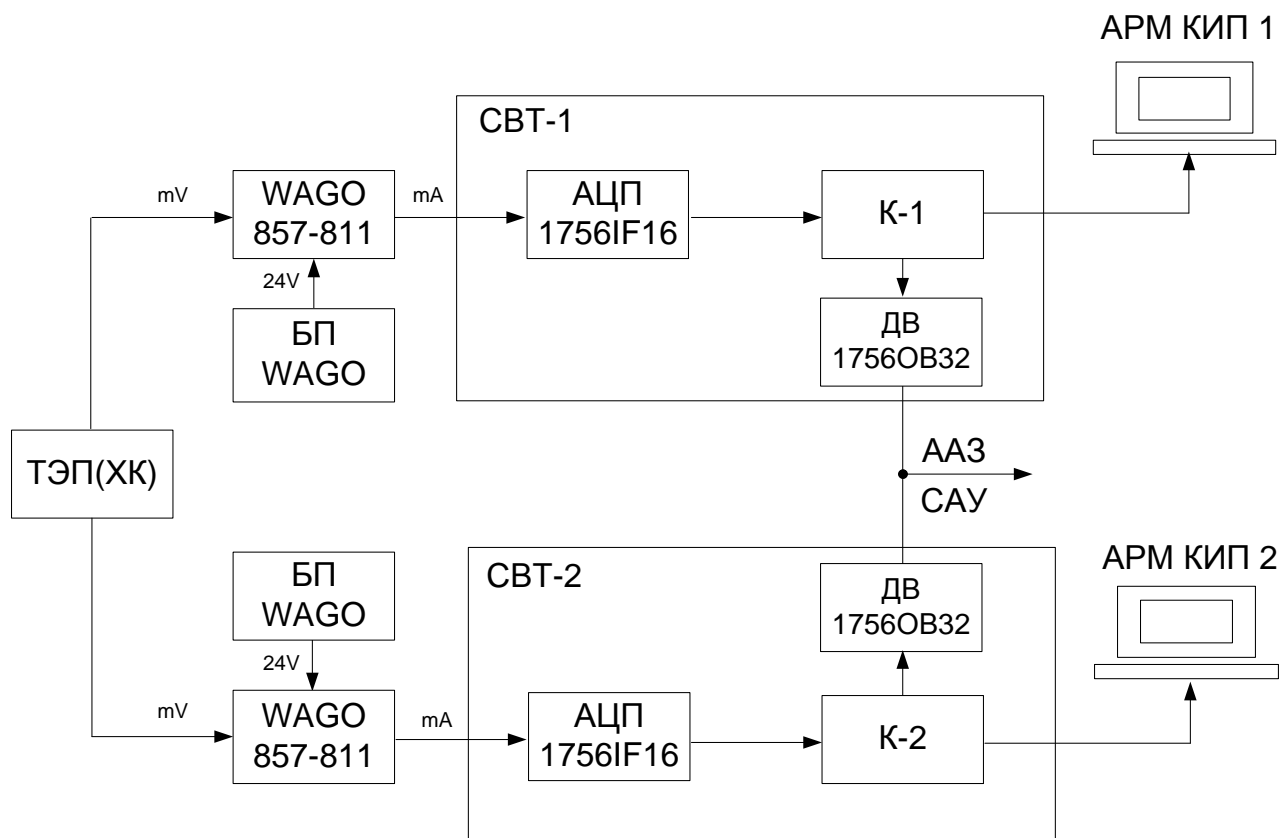


Рисунок 13. Схема ИК температуры на базе термопары типа ТЖК

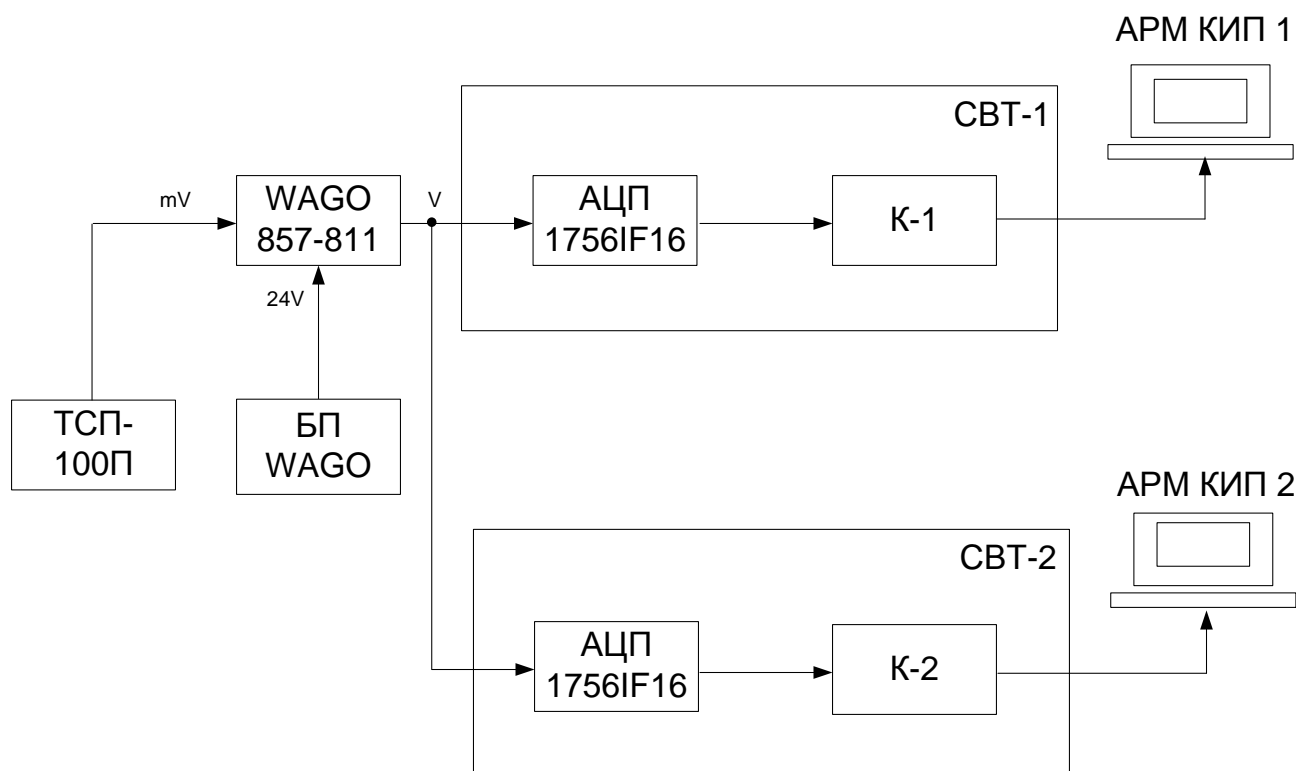


Рисунок 14. Схема ИК температуры с использованием термометра сопротивления ТСП-100П

Для измерения давления воды на выходе из ВОТК применяются датчики измерения давления ДДМ. Структурная схема ИК с использованием ДДМ приведена на рисунке 15. Датчик давления запитывается напряжением постоянного тока 5 V от источника питания DR-30-5. Напряжение с датчика, пропорциональное измеряемому давлению (0-10) кг/см², поступает в аналоговые цифровые преобразователи 1756IF16, встроенные в контроллеры сбора и обработки сигналов К-1, К-2, с последующим отображением на АРМ КИП-1, АРМ КИП-2. Дискретный выходной сигнал выдаётся в ААЗ САУ по $\min \leq 6 \text{ кг/см}^2$, $\max \geq 10 \text{ кг/см}^2$ модулем дискретного вывода 1756ОВ32.

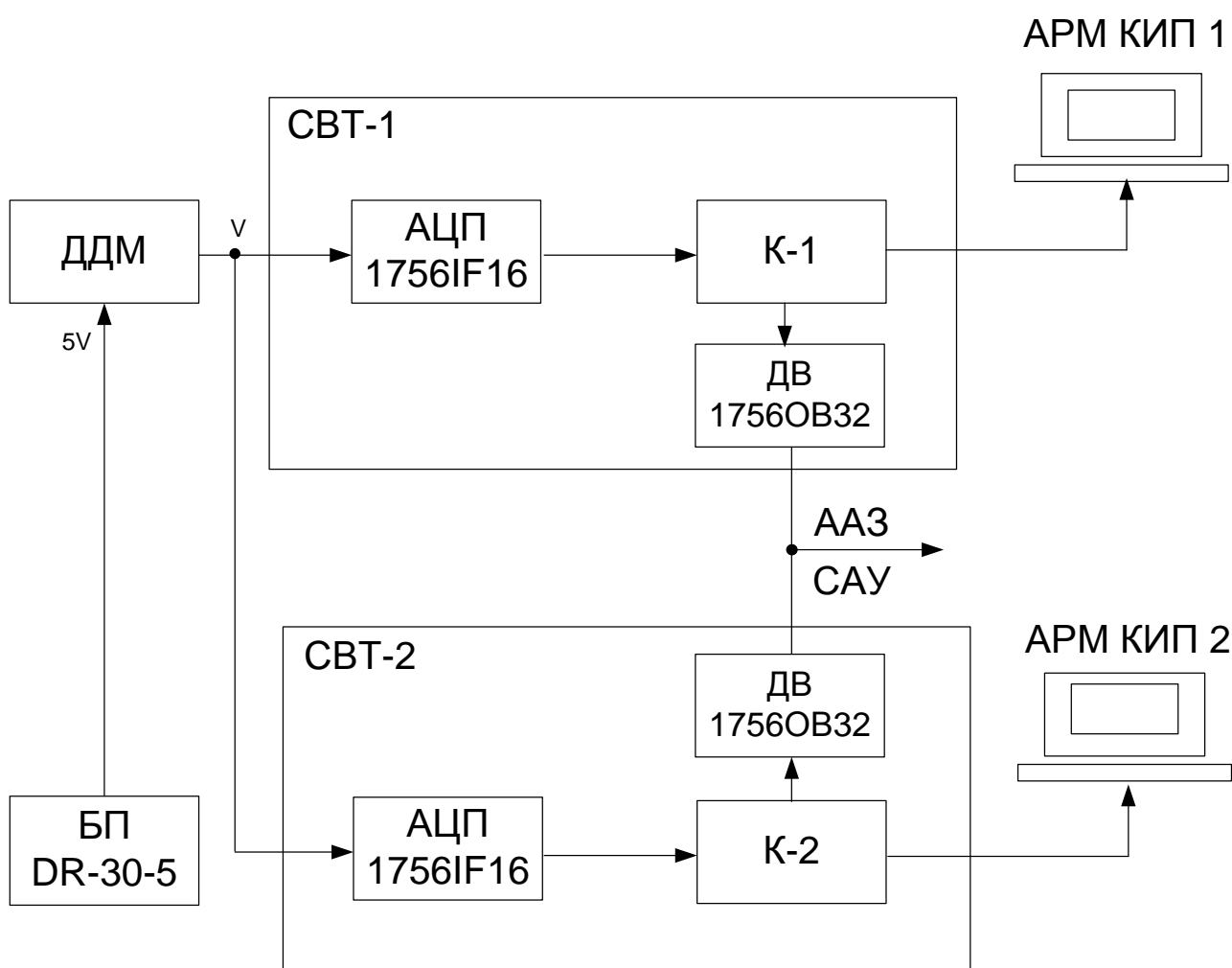


Рисунок 15 - Схема ИК давления на базе датчика давления ДДМ

Для измерения расхода воды через ВОТК применяются датчики перепада давления МДДФУ. Структурные схемы измерительных каналов

приведены на рисунке 16. Датчик перепада давления запитывается напряжением постоянного тока 5 В от источника питания DR-30-5, Напряжение с датчика, пропорциональное измеряемому перепаду давления (0-1) кгс/см², поступает в аналоговые цифровые преобразователи 1756IF16, встроенные в контроллеры сбора и обработки сигналов К-1, К-2, с последующим отображением на АРМ КИП-1, АРМ КИП-2. Дискретный сигнал ААЗ в САУ выдаётся по $\min \leq 1,3$ кг/с и $\max \geq 2,6$ кг/с модулем дискретного вывода 1756ОВ32.

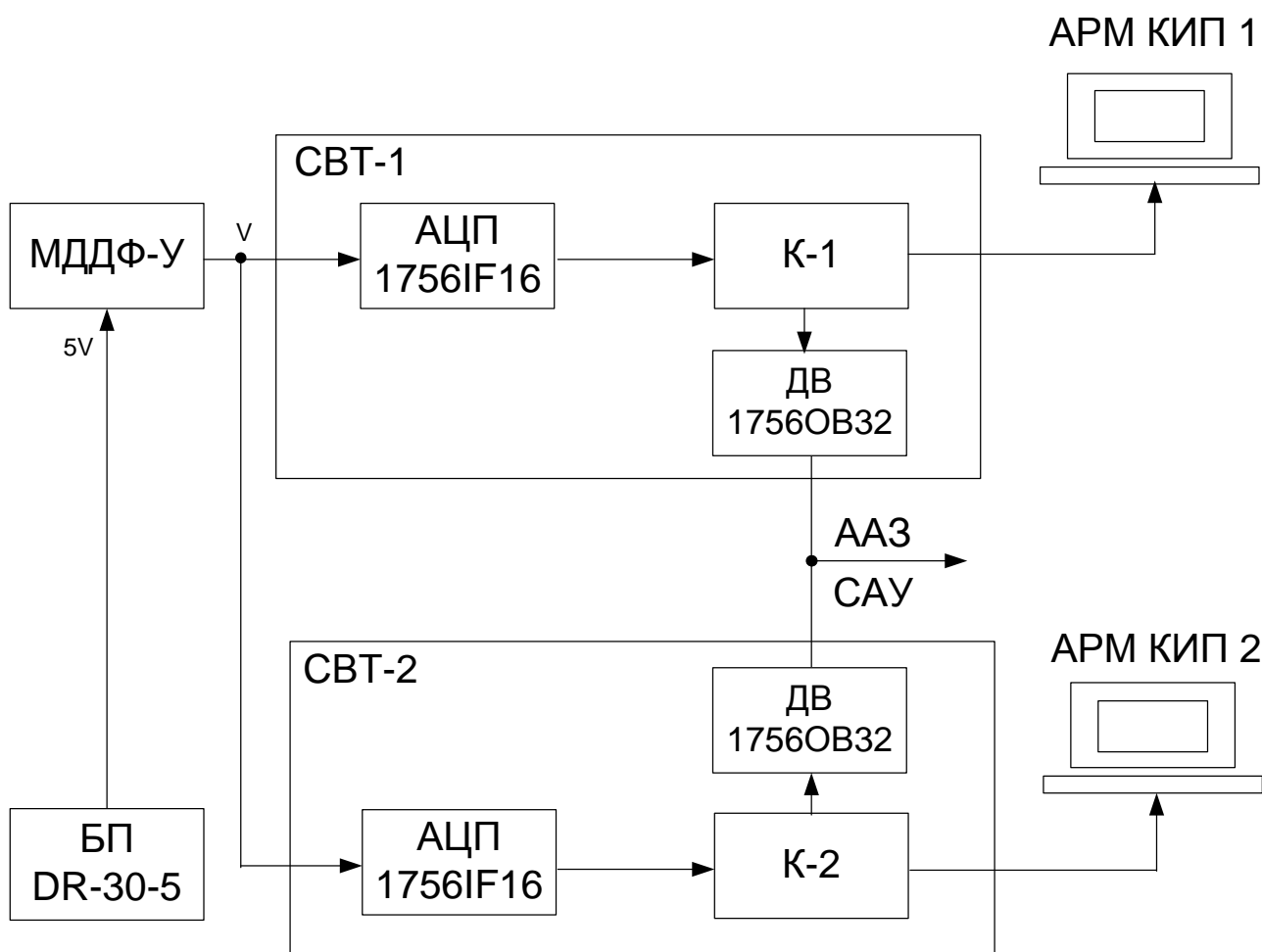


Рисунок 16. Схема ИК расхода воды через ВОТК на базе датчиков перепада давления МДДФ-У

Наиболее важным местом измерения давления стендовых систем является напорный раздаточный коллектор в котором происходит разделение теплоносителя по внутрикорпусным узлам ядерного реактора. На напорном коллекторе установлено три ИП давления Сапфир-22ДИ. ИП давления

запитывается напряжением постоянного тока 36 V от источника питания 22БП36. Преобразованный датчиком сигнал (0-5) V, пропорциональный входному давлению (0-25) кг/см², поступает на АЦП 1756IF16, встроенные в контроллерах сбора и обработки сигналов К-1, К-2, с последующим отображением на АРМ КИП-1, АРМ КИП-2. Дискретный сигнал ААЗ в САУ выдаётся по $\min \leq 7$ кг/см² модулем дискретного вывода 1756ОВ32. Логика срабатывания сигнала ААЗ - два из трех. По показаниям двух из трех ИП выдаётся сигнал ААЗ в систему САУ.

Схема подключения датчика давления воды в напорном коллекторе приведена на рисунке 17.

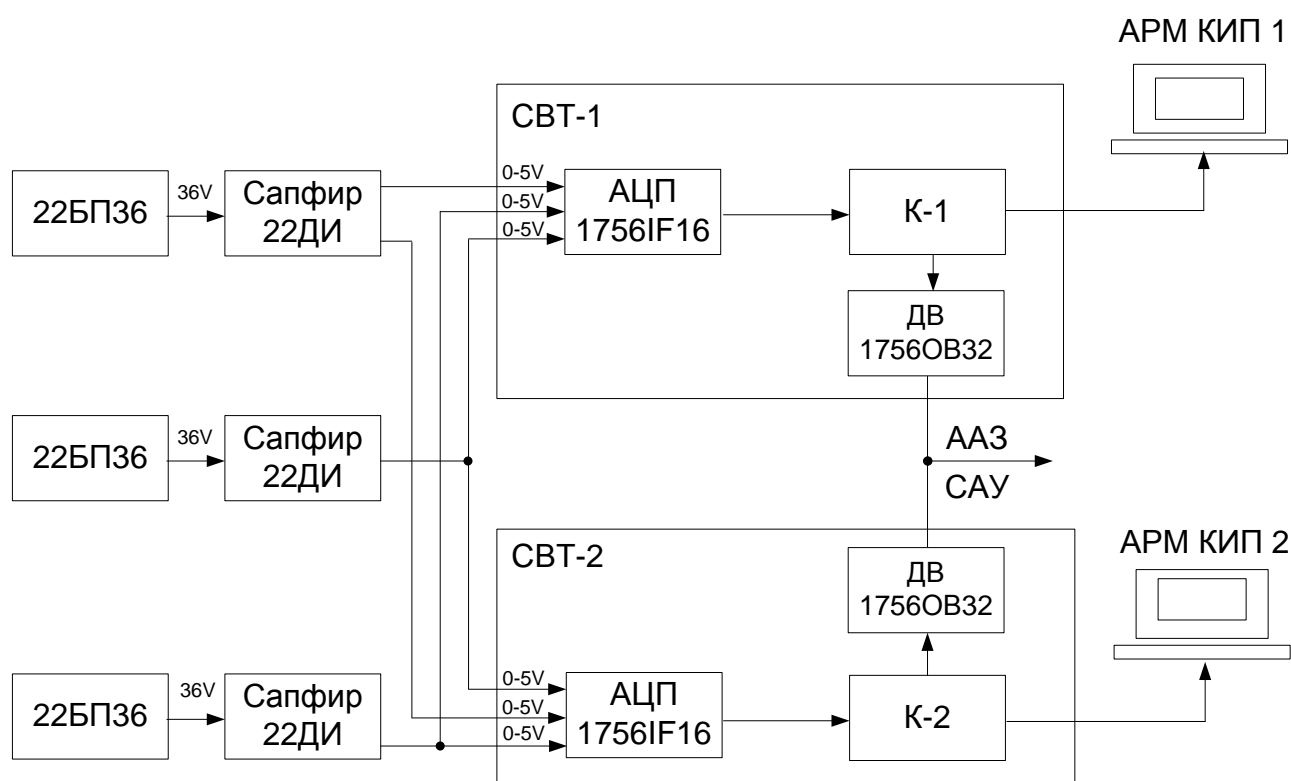


Рисунок 17 . Схема ИК давления воды в напорном коллекторе Д.4Р.01(1-3) на базе ИП Сапфир-22ДИ

Наиболее удалённым участком от реактора ИВГ.1М является подсистема КИПиА здания 113 (рисунок 18). Сигналы (0-5) V с ИП WAGO 857-811, «Сапфир 22ДИ», «Сапфир 22ДД», пропорциональные температуре, давлению и уровню воды, поступают на АЦП 1756IF16, встроенные в контроллере сбора и обработки сигналов К-3, с последующим отображением на АРМ КИП-3.

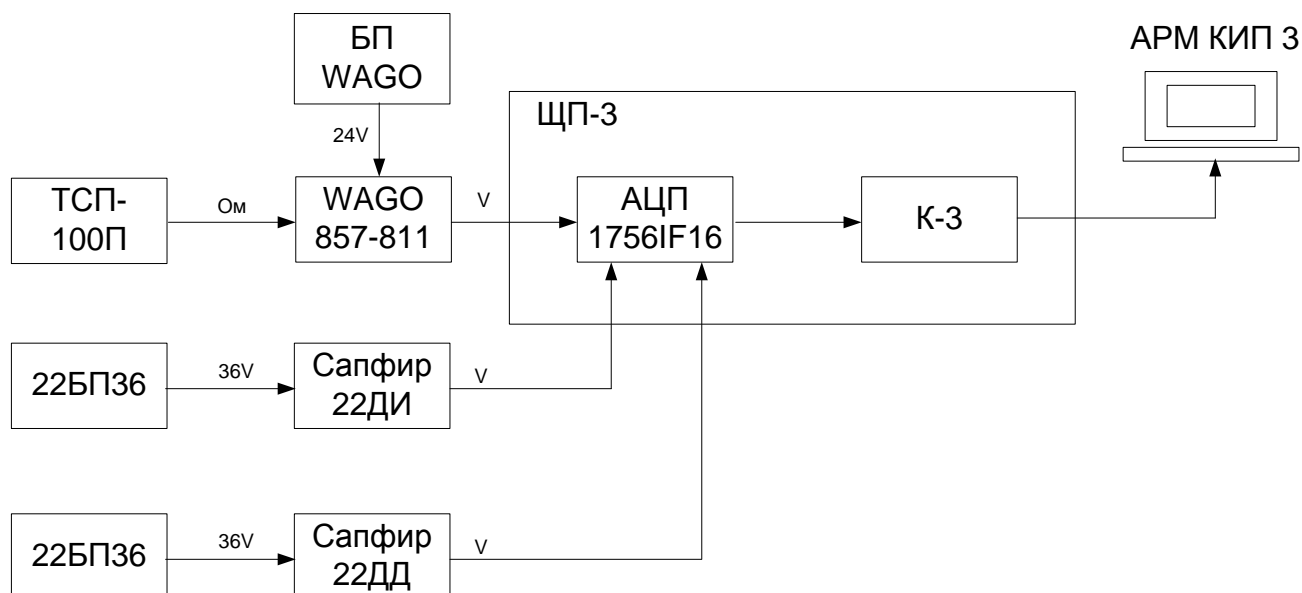


Рисунок 18 . Схема ИК температуры, давления и уровня воды здания 113

2.7 Интерфейс рабочих мест операторов подсистемы КИПиА

В соответствии с требованиями к проектированию интерфейса «Человек–машина» необходимо, чтобы оператор получал информацию, позволяющую ему:

- оперативно оценивать общее состояние реакторной установки, в каком бы режиме она ни находилась, будь то нормальная эксплуатация, ожидаемое при эксплуатации событие или аварийные условия, и получать подтверждение того, что предусмотренные в проекте автоматические действия по обеспечению безопасности осуществляются;

- определять соответствующие иницилируемые оператором действия по обеспечению безопасности, которые должны быть предприняты.

С целью разграничения прав доступа операторов и контроля их действий макетом информационно измерительной системы предусмотрена авторизация пользователей с помощью имени пользователя и пароля. Авторизация пользователя осуществляется при запуске системы и определяет права пользователя (рисунок 19).



Рисунок 19 – Окно авторизации пользователя

Пройдя авторизацию, открывается экран навигации макета информационно измерительной системы реактора ИВГ.1М, который позволяет перейти на любую мнемосхему системы. На рисунке 20 показан экран навигации макета ИИС ИВГ.1М.



Рисунок 20 – Экран навигации макета ИИС ИВГ.1М

Все мнемосхемы макета системы разделены по технологическим подсистемам и функциям операторов пуска реакторной установки. Например,

мнемосхема «КИПиА», отражает состояние всей подсистемы КИПиА (рисунок 21).

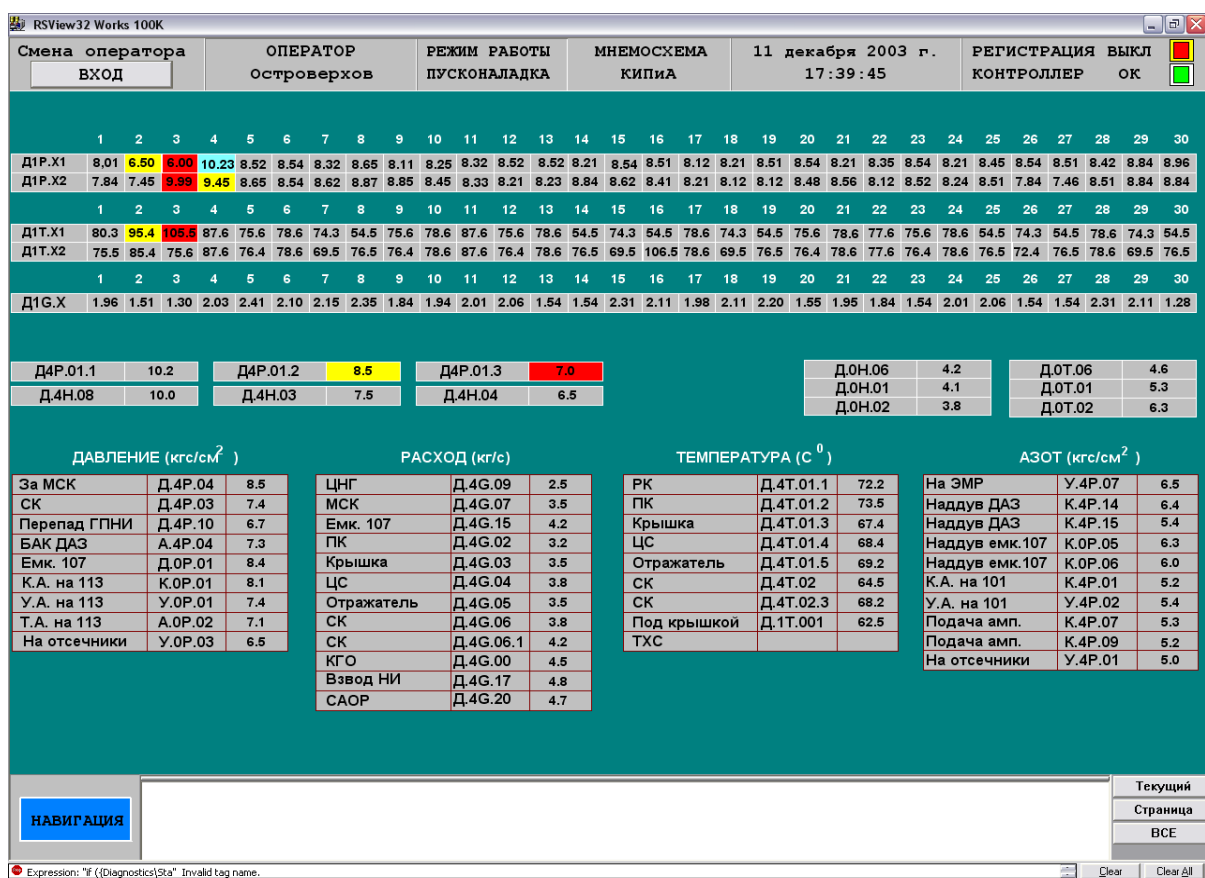
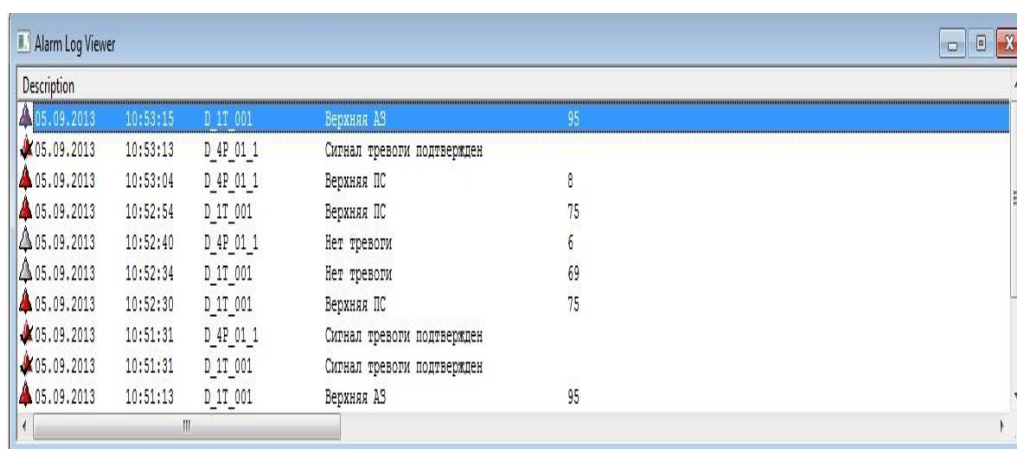


Рисунок 21. Измерительная схема реактора ИВГ.1М

Все мнемосхемы информационно-измерительной системы имеют общую структуру. В верхней части экрана отображается текущие дата и время, режим работы системы, название мнемосхемы и имя текущего оператора. В любой момент времени система позволяет произвести смену операторов системы нажатием кнопок «ВЫХОД» и «ВХОД». Кроме того, все мнемосхемы содержат кнопки перехода между мнемосхемами «КИП», «САУ», «СУЗ», «СКГО» и «ДК». Системой предусмотрен вывод дополнительной информации о тревогах (рисунок 22). На данном экране отображается дата, время сигнала тревоги, наименование канала, по которому выводится сообщение сигнала тревоги, и значение данного канала, при котором появляется сигнал тревоги.

При подтверждении сигнала тревоги оператором выводится соответствующее сообщение «Сигнал тревоги подтверждён».



The screenshot shows a window titled "Alarm Log Viewer" with a table of alarm events. The table has five columns: a status icon (triangle with exclamation mark), date and time, device ID, description, and a numerical value. The first row is highlighted in blue.

Status	Date/Time	Device ID	Description	Value
▲	05.09.2013 10:53:15	D_1T_001	Верхняя АЗ	95
▲	05.09.2013 10:53:13	D_4P_01_1	Сигнал тревоги подтвержден	
▲	05.09.2013 10:53:04	D_4P_01_1	Верхняя ПС	8
▲	05.09.2013 10:52:54	D_1T_001	Верхняя ПС	75
▲	05.09.2013 10:52:40	D_4P_01_1	Нет тревоги	6
▲	05.09.2013 10:52:34	D_1T_001	Нет тревоги	69
▲	05.09.2013 10:52:30	D_1T_001	Верхняя ПС	75
▲	05.09.2013 10:51:31	D_4P_01_1	Сигнал тревоги подтвержден	
▲	05.09.2013 10:51:31	D_1T_001	Сигнал тревоги подтвержден	
▲	05.09.2013 10:51:13	D_1T_001	Верхняя АЗ	95

Рисунок 22 – Экран просмотра регистратора сигналов тревоги

Для более удобного отражения информации для операторов предусмотрено отображение данных системы в виде таблиц и графиков. На этапе разработки проекта датчики и агрегаты системы сгруппированы по типу первичного преобразователя «Давление», «Температура», «Расход», «Клапана», «Задвижки», «Насосы». На рисунке 23 показана мнемосхема «Таблицы», которая отражает значения температуры.

Системой предусматривается создание модуля аварийной защиты и предупредительной сигнализации, значения каналов, превысивших верхнее или нижнее значение уставок, выделяется красным и желтым цветами.

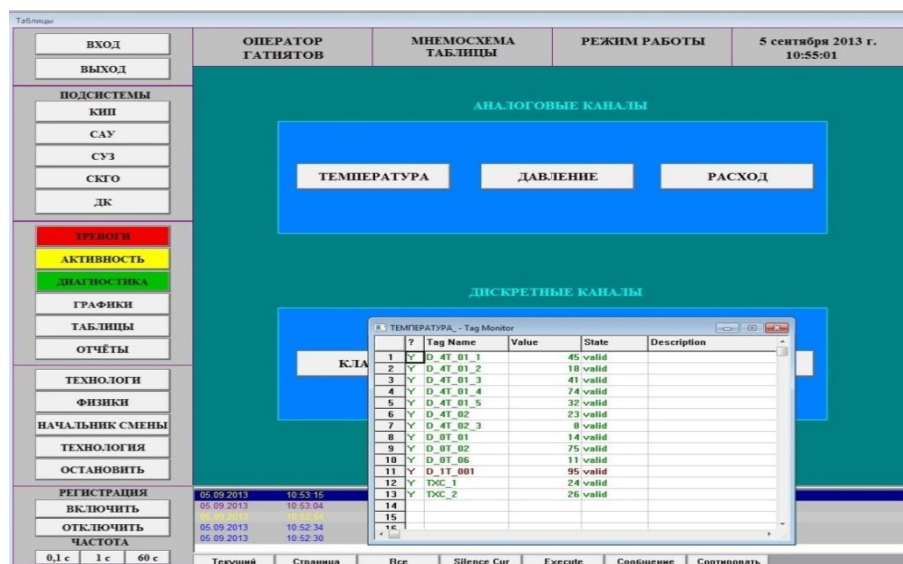


Рисунок 23 – Мнемосхема «Таблицы»

Регистрация данных осуществляется на сервер СУБД MSSQL. В нижнем левом углу мнемосхем расположено меню управления периодом регистрации (0,1 с, 1 с, 60 с).

В нижней части экранов располагается таблица сигналов тревог. При возникновении тревоги, в таблице сигналов тревог начинает мигать сообщение, привлекая внимание оператора. Факт ознакомления с информацией о сигнале тревоги оператор должен подтвердить, нажатием кнопки «Текущий», при этом мигание строки прекратиться. Для более подробной информации о сигнале АЗ оператору необходимо нажать на кнопку «Сообщение», в результате открывается всплывающее окно с информацией о причине АЗ или ПС (рисунок 24).

Контрольно-измерительные приборы						
ВХОД		ОПЕРАТОР ГАТВИЯТОВ		МНЕМΟΣХЕМА КИПиА		РЕЖИМ РАБОТЫ
ВЫХОД						26 августа 2013 г. 15:30:03
ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ			ДАВЛЕНИЕ			
Контрольная точка	Канал	Значение	Контрольная точка	Канал	Значение	
НК	Д.4Т.01.1	0,00	КА в сооружении 108	К.0Р.01	45,00	
Вход в ПК	Д.4Т.01.2	75,00	Азот в редукторе А.06.01	К.0Р.05	0,00	
Вход в крышку	Д.4Т.01.3	97,00	Азот в редукторе А.06.02	К.0Р.06	32,00	
Вход в ЦС	Д.4Т.01.4	0,00	УА в сооружении 108	У.0Р.01	0,00	
Отражатель	Д.4Т.01.5	45,00	Азот перед редукт		24,00	
Слив из установки	Д.4Т.02	0,00	Азот наддува ба		0,00	
Слив из установки	Д.4Т.02.3	36,00	Азот в сооруже		0,00	
Сооружение 107	Д.0Т.01	0,00	Азот в сооруже		0,00	
Сооружение 107	Д.0Т.02	0,00	Давление КА		0,00	
Сооружение 109	Д.0Т.06	0,00	КА редуктора на		0,00	
Под крышкой	Д.1Т.001	85,00	КА редуктора наддува ГПНИ	К.4Р.15	0,00	
Хол. спая ТЭП	ТХС.1	0,00	УА за ред. У.46.03, У.46.04	У.4Р.03	0,00	
Хол. спая ТЭП	ТХС.2	0,00	УА на ЭМР НИ	У.4Р.07	0,00	
			Вода в напорном коллекторе	Д.4Р.01.1	3,50	
			Вода в напорном коллекторе	Д.4Р.01.2	0,00	
			Вода в напорном коллекторе	Д.4Р.01.3	0,00	
			Вода на сливе из установки	Д.4Р.03	0,00	
			Вода за насосами 4МСК-10	Д.4Р.04	0,00	
			Перепад давления воды на ГПНИ	Д.4Р.10	0,00	

Сигнал тревоги
 ТЕМПЕРАТУРА ПОД
 КРЫШКОЙ (Д.1Т.001)
 ДОСТИГЛА КРИТИЧЕСКОЙ
 ОТМЕТКИ

Рисунок 24 – Сообщение сигнала тревоги

3 Экспериментальная часть

3.1 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК в САУ

3.1.1 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК по температуре в САУ

На рисунке 25 изображена структурная схема проверки сигналов ААЗ ВОТК по температуре в САУ по двум контроллерам К-1 и К-2. Проверка проводилась следующим образом:

1. В стойке СВТ-1 от входов ИП Wago 857-811 отсоединялись линии двух ТЭП первого ВОТК и подсоединялся источник регулируемого напряжения (ИРН), которым задавали 7,4 мV, соответствующие 105 °С. Это напряжение контролировалось цифровым вольтметром (ЦВ). 7,4 мV подавалось на первый и второй ИК температуры первого канала ВОТК. Ответственный за систему КИПиА в пом.65 зд.120 на экране АРМ КИП-1 контролировал проходимость сигнала ААЗ в САУ. Оба ИК показывали значение 105 °С и выделялись красным цветом, срабатывала звуковая сигнализация. Аналогичным образом проверялись остальные 29 ВОТК по температуре. Далее подобная проверка

проводилась на стойке СВТ-2. Ответственный за систему контролировал прохождение сигналов ААЗ в САУ на экране АРМ КИП-2.

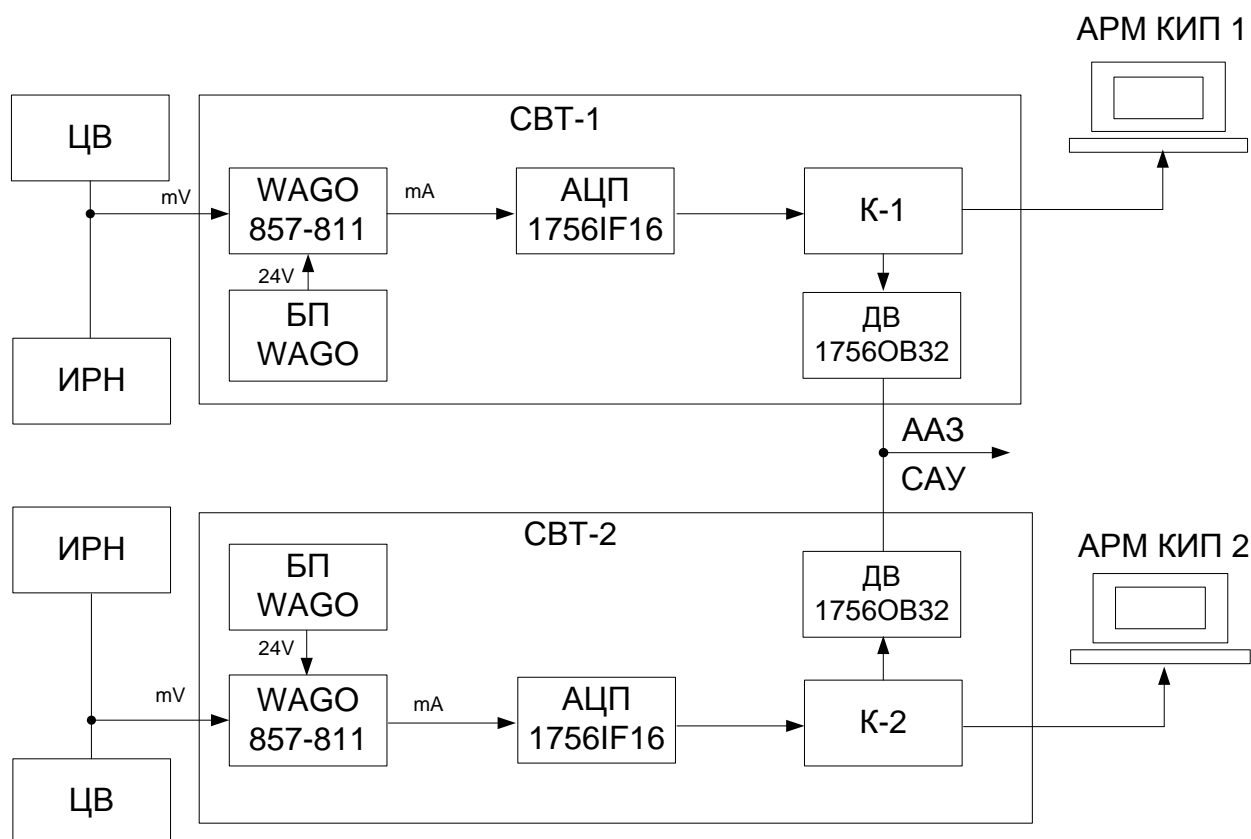


Рисунок 25. Схема проверки ААЗ ВОТК по температуре

3.1.2 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК по давлению в САУ

На рисунке 26 изображена структурная схема проверки сигналов ААЗ ВОТК по давлению в САУ по двум контроллерам К-1, К-2. Проверка проводилась при включенных трёх насосах МСК, когда давление на выходе ВОТК равнялось 8 кг/см^2 .

Проверка ААЗ по минимуму.

В шкафу ШКС-1, куда сведены все концы 60-ти датчиков ДДМ ВОТК, ставят перемычку между 1 и 3 ножкой разъёма датчика ДДМ 1 канала ВОТК первой точки и вторую перемычку второго датчика ДДМ первого канала ВОТК, имитируя нулевое значение давления. Это значение поступает на АЦП 1756

первого контроллера К-1 стойки СВТ-1 и параллельно на АЦП 1756 второго контроллера К-2 стойки СВТ-2. Ответственный за систему контролирует прохождение сигналов ААЗ в САУ на экране АРМ КИП-1 и АРМ КИП-2. Аналогично проверяются все остальные 29 каналов ВОТК.

Проверка ААЗ по максимуму

В данном случае ставится перемычки между 2 и 3 ножкой разъемов двух ДДМ первого канала. Далее работа ААЗ аналогична проверке ААЗ по минимуму.

По такому алгоритму проверяем все остальные 29 каналов ВОТК.

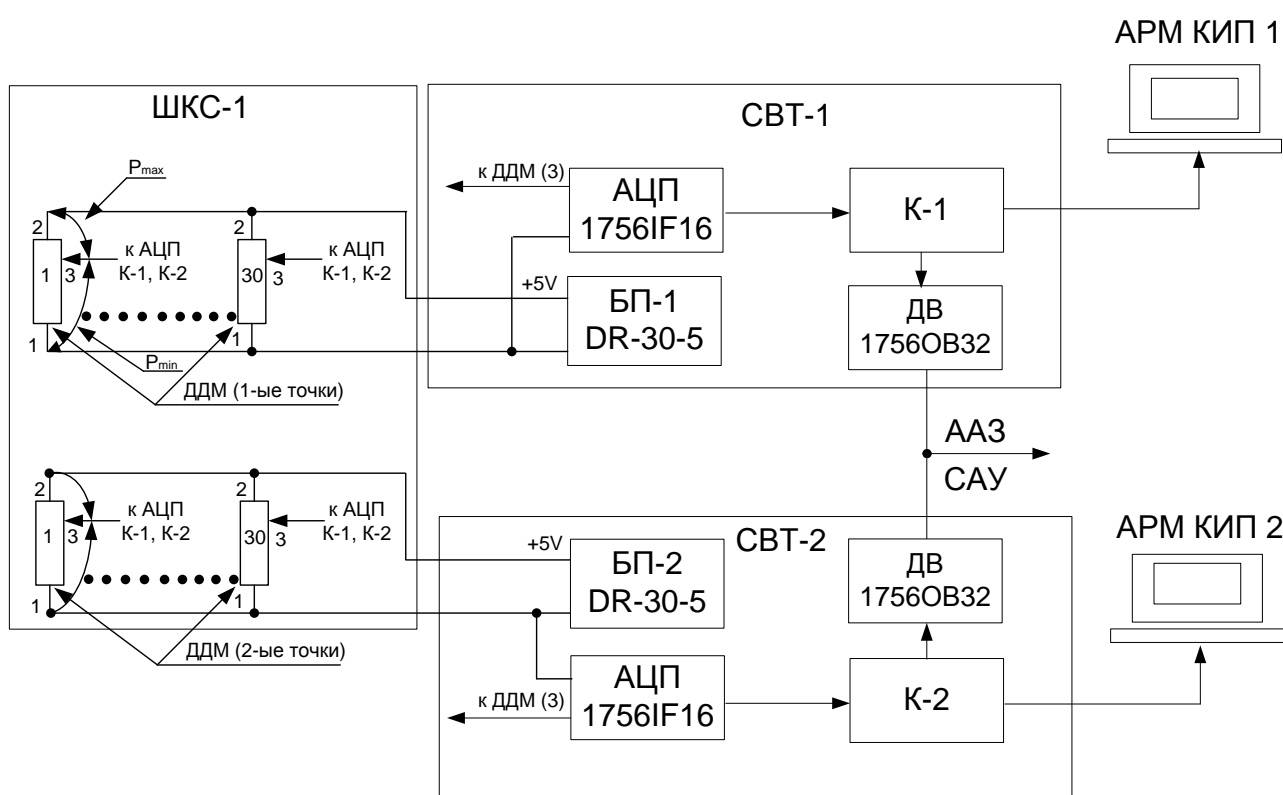


Рисунок 26. Схема проверки ААЗ ВОТК по давлению

3.1.3 Проверка прохождения сигналов ААЗ ВОТК по расходу в САУ

На рисунке 27 изображена структурная схема проверки сигналов ААЗ ВОТК по расходу в САУ по двум контроллерам К-1 и К-2. Проверка проводилась при включенных трёх насосах МСК.

Проверка ААЗ по минимуму.

В шкафу ШКС-2, куда сведены все концы 30-ти датчиков МДДФУ ВОТК, ставят переключку между 1 и 3 ножкой разъёма датчика МДДФУ 1 канала, имитируя нулевое значение расхода. Это значение поступает на АЦП 1756 первого контроллера К-1 стойки СВТ-1 и параллельно на АЦП 1756 второго контроллера К-2 стойки СВТ-2. Ответственный за систему контролирует прохождение сигналов ААЗ в САУ на экране АРМ КИП-1 и АРМ КИП-2. Аналогично проверяются все остальные 29 каналов ВОТК.

Проверка ААЗ по максимуму

В данном случае ставится переключка между 2 и 3 ножкой разъёма МДДФУ первого канала. Далее работа ААЗ аналогична проверке ААЗ по минимуму. По такому алгоритму проверяем все остальные 29 каналов ВОТК.

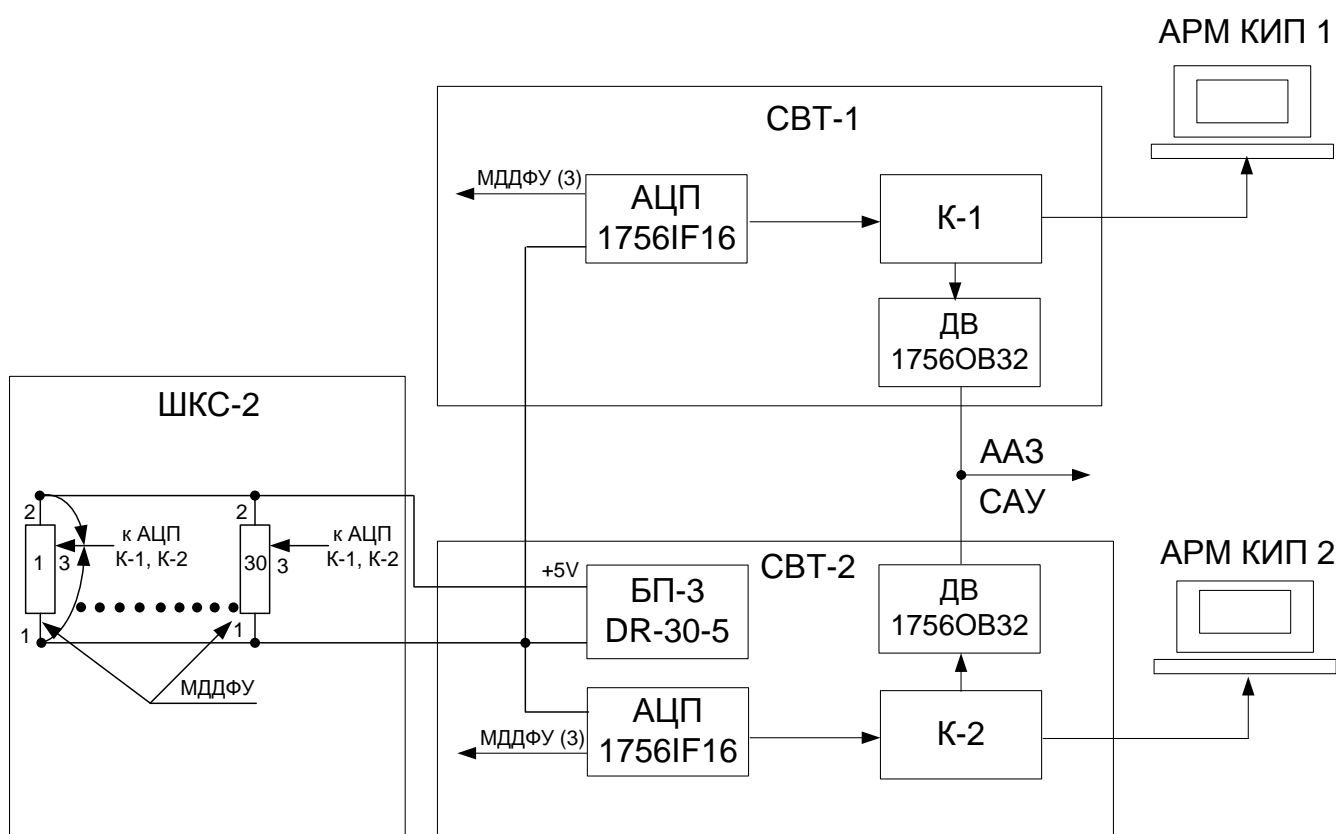


Рисунок 27. Схема проверки ААЗ ВОТК по расходу

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Б31	Киреев Вениамин Александрович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Объект исследования	Модернизация информационно-измерительной системы исследовательского реактора.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования – Анализ факторов производственной опасности и вредности разрабатываемого объекта – Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.
2. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду – Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований. – Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> – Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б31	Киреев Вениамин Александрович		

4. Социальная ответственность

4.1 Производственная безопасность

Модернизация информационно измерительной системы(ИИС) проводилась в помещениях КИР «Байкал-1», службы контрольно-измерительных приборов и автоматики(КИПиА), где имеется искусственное освещение люминесцентными лампы и источники местного освещения(лампы накаливания). В помещении имеется принудительная вентиляция и поддерживается нормальная температура порядка 20-250С в любое время года за счет наличия системы отопления.

Анализ помещений, в которых проводилась модернизация системы, указывает на существование следующих опасных и вредных производственных факторов.

4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Опасные факторы:

Поражение электрическим током.

Источники опасности:

- Электрические цепи;
- Эксплуатируемое электрооборудования;
- Провода, находящиеся под напряжением.

Случайное прикосновение к токоведущей частям электротехнических изделий, находящихся под напряжением - из-за незнания, спешки, действия отвлекающих факторов.

Несогласованность действий персонала проводящего работы по модернизации системы.

Несоответствие оборудования требованиям безопасности, связанное с дефектами изготовления, монтажа и ремонта:

- Приборы и приспособления, применяемые в процессе модернизации ИИС.

Неисправности, повреждение изоляции приборов и приспособлений, возникающие в процессе эксплуатации.

Причины могут быть следующие:

- заводской брак;
- старение;
- климатические воздействия, загрязнение;
- механическое повреждение, например, инструментом;
- механический износ, например, на изгибе;
- преднамеренная порча.

Вредные факторы:

1.Производственное освещение.

В помещениях, в которых проводится модернизация имеется искусственное освещение соответствует СНиП 23-05-95

2.Микроклимат.

Микроклимат помещения соответствует СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".

3.Электромагнитные излучения.

Источник причины: действующие электроустановки, приборы.

Уровень электромагнитного излучения соответствует ГОСТ 12.1.045-84

4.1.2 Анализ факторов производственной опасности и вредности разрабатываемого объекта

Согласно ГОСТ-12.0.003-2015 "ССБТ Опасные и вредные производственные факторы" при эксплуатации микропроцессорных устройств можно выделить следующие опасные и вредные факторы, разделенные на две группы:

- физические.
- психофизиологические.

Физические факторы:

Поражение электрическим током. Одним из главных факторов производственной опасности, относящимся к группе физических факторов, является опасность поражения эл. током от напряжения сети (220/380 вольт), необходимого для питания ЭВМ, а также другой электронной аппаратуры.

Основными причинами, приводящими к поражению электрическим током, являются:

- случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Это могут быть как сетевые разъемы, так и предохранительные колодки;

- появление на корпусе устройств сетевого напряжения в результате повреждения изоляции сетевых проводов. Повреждение возможно в месте подсоединения сетевого провода к устройства, из-за многократных изгибов соединительного провода;

- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, вследствие неверного включения устройств.

Недостаточное освещение

Отсутствие надлежащего освещения относится к вредным производственным факторам физической группы, так как отрицательно влияет на здоровье человека и приводит к ухудшению производственных показателей.

Нормы и правила при проектировании освещения устанавливает СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

Отклонения параметров микроклимата от климата ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» устанавливает оптимальные и допустимые показатели микроклимата.

Микроклимат в производственных условиях характеризуется, главным образом, следующими показателями:

- температурой воздуха (измеряется в град. Цельсия);
- относительной влажностью (измеряется в %);

- скоростью движения воздуха на рабочем месте (измеряется в м/с);
- интенсивностью теплового излучения.

Измерение параметров микроклимата проводят на высоте одного метра от пола при основном положении работающих «сидя».

Необходимость учета основных параметров микроклимата очевидна: количеством теплоты, выделяемое организмом человека в окружающую среду и охлаждающей способностью среды должны быть адекватны, т.е. человек должен чувствовать себя комфортно. В противном случае у человека возникают беспокоящие его температурные ощущения холода или перегрева, отрицательно сказывающиеся не только на его самочувствии, но и на работоспособности.

Электромагнитное излучение

Согласно ГОСТ 12.1.006-84 "ССБТ Электромагнитные поля радиочастот" одним из основных факторов производственной опасности является электромагнитное излучение, исходящее от экрана устройства.

Психофизиологические факторы:

Согласно ГОСТ-12.0.003-2015 "ССБТ Опасные и вредные производственные факторы", работа по монтажу и администрированию вычислительной сети носит умственный характер. Возможны нагрузки организма в результате того, что основное положение администратора сети сидячее. Восприятие большого объема информации, ее анализ в ходе разработки также способствует возникновению перенапряжения организма в частности нервной системы.

Администрирование сети - это работа с использованием экрана дисплея, документации и клавиатуры, что отнимает у человека много энергии и сил. Подобной работе присуще выраженное нервно-эмоциональное напряжение, вызванное:

- переработкой большого объема информации;
- ограничением времени, отведенного на выполнение задания;

- недостаток в организации совместных действий работающих в лаборатории;
- наличие психологического или физического напряжения (перегрузки, мышечное напряжение и т. д.);
- состояние общей напряженности (в результате бессонницы, гиподинамии и т. д.);
- наличие отрицательных эмоций (страх, тревога и т. д.).

4.1.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Требования безопасности

При эксплуатации электроустановок контрольно-измерительных приборов и автоматики предусмотрена защита персонала от возможности соприкосновения с токоведущими цепями напряжением выше 36 В.

В электроустановках должна быть предусмотрена защита от неправильного подключения соединителей кабелей.

Электроустановки не должны создавать опасности пожара или взрыва во всех режимах работы.

При проведении модернизации должны быть приняты меры по защите от статического электричества в соответствии с ОСТ 92-1615.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала в процессе модернизации и эксплуатации системы в эксплуатационной и технологической документации на него должны быть указания мер безопасности.

Электроустановки должны быть безопасны для обслуживающего персонала и окружающей среды.

При проведении работ в электроустановках должна быть предусмотрена концентрация вредных веществ в рабочей зоне, которые должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88.

Разработка комплекса защитных мероприятий

Электробезопасность. Мероприятия по устранению опасных и вредных производственных факторов(ОВПФ):

- Электробезопасность должна обеспечиваться:
 - конструкцией электроустановок;
 - техническими способами и средствами защиты;
 - организационными и техническими мероприятиями.
- Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

- Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

- Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;

- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- средства индивидуальной защиты.

Документ, регламентирующий нормы: Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках СО153-34.03.603-200, Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Межотраслевая инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве.

Пожарная безопасность. Мероприятия по устранению ОВПФ:

- Вблизи электроустановок запрещается хранить и производить работы с горючими, легко воспламеняющимися, пылеобразными, взрывоопасными и ядовитыми веществами.

- Для снижения пожарной опасности кабельных электропроводок необходимо осуществить удобную прокладку кабелей, которая будет способствовать быстрой локализации очагов пожара. Может быть применена прокладка электропроводок в кабельных каналах, не поддерживающих горение и распространение пламени.

- Лица допускаются к работе на объекте только после прохождения обучения мерам пожарной безопасности. Обучение лиц мерам пожарной безопасности осуществляется путем проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума. Порядок и сроки проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума определяются руководителем организации. Обучение мерам пожарной безопасности осуществляется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности.

Помещения с электроустановками должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения в соответствии с постановление Правительства Республики Казахстан от 16 января 2009 года № 14 об утверждении Технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности»

- Документ, регламентирующий нормы: Правительства Республики Казахстан от 16 января 2009 года № 14 об утверждении Технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности»

Механическое травмирование. Мероприятия по устранению ОВПФ:

- Применение оградительных устройств.
- Использование средств индивидуальной защиты.

Документ, регламентирующий нормы: инструкции по технике безопасности, инструкции по эксплуатации.

Освещенность. Мероприятия по устранению ОВПФ:

- Периодические проверки уровня освещенности помещений
- Периодическое обслуживание светильников

Документ, регламентирующий нормы: СНиП 23-05-95, СП 1.1.1058-01

Микроклимат. Мероприятия по устранению ОВПФ:

- Установка кондиционеров
- Установка вентиляционных установок

Документы, регламентирующие нормы: ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны", СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"

Электромагнитные излучения. Мероприятия по устранению ОВПФ:

- Применение экранирующих устройств
- Систематический контроль фактических нормируемых параметров

на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала.

Документы, регламентирующие нормы: СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96, ГОСТ 12.1.045-84

Во время работы работник должен выполнять свои обязанности при наличии и исправности ограждений, блокировочных устройств, обеспечивающих безопасность труда при достаточной освещенности рабочего места.

Во время производства работ необходимо помнить, что снятое с токоведущих частей напряжение, может быть подано на них вновь; следить за наличием и сохранностью установленных на рабочем месте заземлений, ограждений, плакатов, знаков безопасности, запирающих устройств, установленных при подготовке рабочего места.

Не допускается присутствие в зоне производства работ посторонних людей. На всех устройствах, к которым может быть подано напряжение, вывешивается плакат «Не включать – работают люди».

Работы на электрооборудовании следует производить с помощью электрозащитных средств. Инструменты предназначенные для работ в электроустановках должны иметь изолирующие рукоятки и соответствовать сроку испытания.

Измерение тока измерительными клещами в установках до 1000В допускается с применением выносного измерительного прибора.

При измерениях не допускается нагибание корпуса над прибором для чтения показания измерения.

Запрещается опираться на какие либо токопроводящие предметы, имеющие соединения с землей.

Не подходить близко к частям электрического устройства, находящимся под напряжением, и не прикасаться к ним, даже если они изолированы.

Запрещается проверять напряжение между зажимами посредством прикосновения.

Запрещается производить работы на электрических установках в темноте.

Во время работы запрещается:

- убирать или переставлять предупреждающие знаки, временные или постоянные ограждения в зоне обслуживания, установленные технологическим персоналом;

- проникать за ограждения технологических установок, агрегатов; распределительных устройствах работы, требующие применения электрозащитных средств.

Во время работы должны применяться только безопасные приёмы труда, исправные и соответствующие характеру работ средства электрозащиты, приспособления и инструмент.

Не прикасайтесь к находящимся в движении механизмам и вращающимся частям машин, а так же к находящимся под напряжением токоведущим частям оборудования.

Рабочее место и проходы к нему следует содержать в чистоте, не допуская его загромождения.

Обтирочный материал необходимо складывать в металлические ящики, с плотно закрывающимися крышками.

При возникновении аварийной ситуации (повышенная загазованность, возгорание, появление дыма, нетипичный шум оборудования и др.) необходимо прекратить работу, прекратить подачу электроэнергии, выйти из опасной зоны, сообщить руководителю работ, приступить к устранению аварийной ситуации в соответствии с планом ликвидации аварий.

При загорании, могущем привести к взрыву, необходимо:

- немедленно сообщить в пожарную охрану;
- приступить к ликвидации пожара;
- организовать эвакуацию людей;
- организовать встречу пожарной части.

При возникновении пожара на электроустановках следует пользоваться углекислотными и порошковыми огнетушителями, при необходимости вызвать пожарную бригаду.

При поражении электрическим током следует освободить пострадавшего от действия электрического тока, используя средства и материалы, обладающие диэлектрическими свойствами, оценить состояние пострадавшего, оказать необходимую доврачебную помощь и вызвать бригаду

скорой помощи (или обеспечить транспортировку пострадавшего в лечебное учреждение).

По окончании работы работник должен:

- привести в порядок рабочее место;
- сложить инструмент, инвентарь, неиспользованные материалы в специально отведенное место;
- снять ограждения, запрещающие знаки;
- снять и привести в порядок спецодежду, спецобувь и убрать ее в шкаф в спец раздевалке.
- загрязненную спецодежду при необходимости сдать в стирку.
- вымыть лицо и руки теплой водой с мылом, при необходимости принять душ.

Обо всех замечаниях и неисправностях, имевших место в течение работы, сообщить непосредственному руководителю.

4.2 Экологическая безопасность

4.2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Технологические операции по сборке и регулировке модулей устройства возможен процесс пайки компонентов. При пайке выделяются следующие вредные вещества, представляющие опасность для человека:

- 1) пары свинца и его соединений (при плавлении припоя);
- 2) фториды и хлориды (при плавлении изоляции проводников);
- 3) сложные эфиры (при плавлении флюсов).

Попадая на слизистые оболочки глаз и носа, в легкие, эти вещества могут вызывать отравление организма. Появляются головная боль, тошнота, а при длительной работе и более серьезные осложнения. Пары свинца вызывают изменения в нервной системе и кровеносной системе. Кроме того, под воздействием этих веществ наступает преждевременное переутомление организма, снижается быстрота реакции и внимательность, что может привести к производственной травме.

Для предотвращения вредного воздействия этих веществ их концентрация не должна превышать следующих величин:

- пары свинца и его соединений: не более 0,01 мг/м³;
- фториды и хлориды: не более 0,3 мг/м³;
- сложные эфиры: не более 50 мг/м³;

При нерациональной планировке рабочего места или вследствие его неосторожности возникает опасность получения ожога при пайке или лужении. В зависимости от температуры припоя и паяльника, а также времени соприкосновения с ними могут возникнуть ожоги различных степеней. Чтобы избежать опасности ожога, необходимо применять защитные средства, предусмотренные для пайки: защитные очки, перчатки и фартук.

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

В условиях научно-технического прогресса экологическая безопасность стала одной из самых острых проблем современности. Вредные выбросы на предприятиях поступают в атмосферу с производственных площадок по вентиляционным шахтам. Вентиляционные выбросы характеризуются разнообразием вредных компонентов при относительно большой их концентрации. Это усложняет защиту атмосферы.

Рассмотрим токсичные вещества, присутствующие в воздухе в газообразном виде при наиболее часто встречающихся технологических процессах на предприятиях .

- Двоокись азота - это желто-бурый газ с резким запахом. Эти вещества раздражающе действует на легкие, верхние дыхательные пути и глаза, оказывают общее токсическое действие.
- Фтористый водород - бесцветный газ с резким запахом, оказывающий общетоксическое действие.
- Диметилформалид - бесцветная жидкость, оказывающая раздражающее воздействие на верхние дыхательные пути, глаза и кожу.

Существует два метода защиты окружающей среды от токсичных выбросов:

- полная очистка выбросов;
- факельный выброс вредных веществ на значительную высоту.

Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредных воздействий выбросов промышленных предприятий является безотходная технология. Под этим следует понимать комплекс мероприятий, в результате которых сокращается до минимума воздействие отходов на окружающую среду.

В этот комплекс мероприятий входят:

- создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием меньшего количества отходов;
- разработка различных типов бессточных технологических систем;
- разработка систем переработки и использования отходов.

Важнейшим звеном в обеспечении защиты окружающей среды является система контроля за её состоянием, включающая: наблюдение за состоянием окружающей среды и прогноз изменений, выявление и оценку источников загрязнения, предупреждение появления повышенных загрязнений.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

При неправильной эксплуатации сооружения или нарушении технологического процесса возможен пожар. В случае возникновения пожара, будут выделяться продукты горения CO₂, метанол, хлоропрен, которые будут отравлять организм человека, вызывая отек легких, удушье, спазм и летальный исход. Вещества этих классов токсичны, имеют большую концентрацию.

При наличии ветра, продукты горения могут распространяться на большие территории, и в сторону жилых районов, что приведет к затуманиванию, смогу на территории.

4.3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований

На рабочем месте работника может возникнуть:

- пожар в помещений, зданий;
- взрывы в связи с угрозами террористических атак.

Источник причины пожаров: возможность возгорания электроаппаратов, приборов в следствии короткого замыкания, электрической дуги, неисправности электропроводки помещения.

Пожарная безопасность помещения полностью соответствует постановление Правительства Республики Казахстан от 16 января 2009 года № 14 об утверждении Технического регламента «Общие требования к пожарной безопасности»

Источник причины пожаров электротехнического характера:

- электрическая дуга;
- короткое замыкание;
- перегрузка электрических цепей;
- искрение;
- переход электрического тока на металлические заземленные конструкции;
- аварийный режим работы люминесцентных ламп и т.д.

4.3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Персонал должен строго соблюдать правила техники безопасности и личной гигиены (прием пищи, курение, отдых только в специально оборудованных местах и т.п.)

В случае возникновения пожара, персонал отдела покидает помещение согласно плану эвакуации.

Пожары в помещениях с ПК представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Характерная особенность кабинета с ПК – небольшие площади помещений.

Как известно, пожар может возникнуть при взаимодействии источника зажигания, окислителя и горючих веществ. В зданиях с компьютерами присутствуют все три основных фактора, необходимых для возникновения пожара.

Горючими компонентами в помещениях являются: строительные материалы для эстетической и акустической отделки зданий, изоляция кабелей, двери, перегородки, полы, перфоленты и перфокарты и др. Источниками зажигания в помещениях могут быть приборы, применяемые для технического обслуживания, электрические схемы от ЭВМ, устройства кондиционирования воздуха и электропитания, где в результате разных нарушений создаются перегретые элементы, дуги и электрические искры, которые могут вызвать загорания горючих материалов.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя)

правовые нормы трудового законодательства

Работник должен:

- проходить повторный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте не реже, чем через каждые три месяца;
- проходить периодический медицинский осмотр;
- выполнять только ту работу, которая входит в его обязанности;
- использовать безопасные методы труда;
- выполнять требования запрещающих, предупреждающих, указательных и предписывающих знаков и надписей;

Работник должен знать:

- действие на человека опасных и вредных производственных факторов, возникающих во время работы;
- требования производственной санитарии, электробезопасности и пожарной безопасности;
- место расположения средств для оказания первой медицинской помощи;

- правила внутреннего трудового распорядка, установленные на предприятии;
- требования настоящей инструкции, инструкции о мерах пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;
- назначение средств индивидуальной защиты;
- правила и нормы по охране труда, техники безопасности и промышленной санитарии;
- уметь оказывать первую доврачебную помощь пострадавшим, пользоваться средствами пожаротушения, при возникновении пожара вызвать пожарную охрану.

Работник в работе должен руководствоваться требованиями:

- должностной инструкцией;

Работник должен использовать спецодежду, спецобувь и другие средствами индивидуальной защиты согласно Типовых норм бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Работник должен выполнять следующие требования пожарной безопасности:

- курить только в отведенных местах;
- знать и уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения

Личную одежду и спецодежду необходимо хранить отдельно в шкафчиках и гардеробной. Уносить спецодежду за пределы предприятия запрещается.

Принимать пищу следует только в специально отведенных для этого местах. Перед едой необходимо тщательно вымыть руки с мылом.

Перед началом работы необходимо:

- надеть спецодежду и спецобувь;
- осмотреть свое рабочее место;
- установить последовательность выполнения операций;

- проверить наличие и исправность инструмента, контрольно-измерительных приборов, приспособлений;
- проверить наличие, исправность и срок очередного испытания электрозащитных средств;
- убедиться в надежности освещенности рабочего места;

При обнаружении неисправности приспособлений, инструмента, средств защиты необходимо сообщить непосредственному руководителю. Применять неисправные электрозащитные средства или с истекшим сроком испытания запрещается.

Во время работы необходимо:

- быть внимательным;
- выполнять только ту работу, которая поручена руководителем.

При работах с вредными и опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную, сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами.

При работе с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или талоны на спецпитание. Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований по безопасному ведению работ в отдельных сферах деятельности осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации уполномоченными федеральными органами исполнительной власти.

Ведомственный контроль за охраной труда проводят министерства и ведомства, которые контролируют внутриведомственное соблюдение законодательства о труде. Для этого создают специальные службы охраны труда в виде отделов с аппаратом инженеров по охране труда, санитарных врачей и других специалистов.

Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка знаний работников требований безопасности труда

4.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Общие требования безопасности:

К самостоятельной работе в электроустановках допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие при поступлении на работу предварительный медицинский осмотр, а также:

- вводный инструктаж;
- внеплановый и целевой инструктажи;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте;
- имеющих 3-ю группу по электробезопасности.

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. На рабочем месте должны быть запасы сырья и материалов, не превышающие сменную потребность. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними. Производственный процесс должен быть организован так, чтобы не допускать выделения в воздух рабочей зоны пыли и вредных веществ. Все эксплуатируемые электроустановки должны соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», и др. нормативных документов. Эксплуатация электрооборудования без заземления не допускается.

Помещения обеспечиваются первичными средствами пожаротушения согласно действующим нормам. Все работники должны уметь пользоваться средствами пожаротушения и уметь оказывать первую помощь при несчастном случае. Не допускается загромождения рабочих мест, проходов, выходов из помещений и здания, доступа к противопожарному оборудованию.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Б31	Киреев Вениамин Александрович

Тема: Модернизация информационно-измерительной системы исследовательского реактора

Школа	ИШНКБ	Отделение школы(НОЦ)	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление / специальность	Приборостроение

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости разработки, расчет бюджета
<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--	--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б31	Киреев Вениамин Александрович		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Исследование, как любое научное решение необходимо рассматривать с экономической точки зрения целесообразности и пользы.

Целью технико-экономического обоснования является изучение экономической выгоды, анализ и расчет экономических показателей создаваемой научной разработки (расчетного метода).

Эффективность определяется его качеством и эффективностью процесса разработки и сопровождения. Качество определяется тремя составляющими:

- с точки зрения специалиста-пользователя данной системы;
- с позиции использования ресурсов и их оценки;
- по выполнению требований на исследование.

5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей (таблица 12). Исполнителями данного проекта являются (РТ) – руководитель темы, ВД – ведущий инженер и (С) – слесарь КИП и А (исполнитель ВКР).

Таблица 12. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
1	Постановка целей и задач	Руководитель темы
2	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
3	Составление программы производства работ	Ведущий инженер
4	Подбор и изучение материалов по теме	Ведущий инженер Слесарь (дипломник)
5	Календарное планирование работ	Руководитель темы
6	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы модернизации ИИС	Ведущий инженер
7	Проведение модернизации ИИС	Слесарь (дипломник)
8	Испытание системы	Слесарь (дипломник)
9	Оценка эффективности модернизированной системы ИИС	Ведущий инженер, Слесарь(дипломник)
10	Оформление расчетно-пояснительной записки	Слесарь (дипломник)
11	Подведение итогов	Слесарь (дипломник), Руководитель темы

5.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{рi}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{рi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

Где $T_{рi}$ – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности на определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} + T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году ($T_{\text{вых}} = 103$);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году ($T_{\text{пр}} = 16$).

Коэффициент календарности на 2018 год в Казахстане равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 103 - 16} = 1,484$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 13).

Таблица 13. Трудозатраты на выполнение проекта

№ работ	Название работы	Трудоемкость работ, чел-дни			Длительность работ					
					T_{pi}			T_{ki}		
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	РТ	ВИ	С	РТ	ВИ	С
1	Постановка целей и задач	1	2	1,4	1,4	0	0	2,1	0	0
2	Составление и утверждение технического задания	2	4	2,8	2,8	0	0	4,1	0	0
3	Составление программы производства работ	3	4	3,4	0	3,4	0	0	5	0
4	Подбор и изучение материалов по теме	5	7	5,8	0	1,2	4,6	0	1,8	6,8
5	Календарное планирование работ	1	3	1,6	1,6	0	0	2,4	0	0

6	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы модернизации ИИС	7	11	8,6	0	8,6	0	0	12,8	0
7	Проведение модернизации ИИС	18	25	20,8	0	0	20,8	0	0	31
8	Испытание системы	3	5	3,8	0	0	3,8	0	0	5,6
9	Оценка эффективности модернизированной системы ИИС	2	5	3,2	0	1,2	2	0	1,8	3
10	Оформление расчетно-пояснительной записки	3	6	4,2	0	0	4,2	0	0	6,2
11	Подведение итогов	6	8	6,8	1	0	5,8	1,5	0	8,6
	Итого:	51	80	62,4	6,8	14,4	20,8	10,1	21,4	61,2

На основе табл. 13 строим календарный план-график (табл. 14). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 14. Линейный график работ

№	Вид работ	Ис пол нит ели	Т _{кi} · кал ·дн	Продолжительность выполнения работ										
				январь			февраль			март				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Постановка целей и задач	РТ	2,1											
2	Составление и утверждение технического задания	РТ	4,1											
3	Составление программы производства работ	ВИ	5											
4	Подбор и изучение материалов по теме	ВИ	1,8											
		С	6,8											
5	Календарное планирование работ	РТ	2,4											
6	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы модернизации ИИС	ВИ	12,8											

5.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используем следующую группировку затрат по статьям:

- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;

5.4.1 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

При исполнении своих обязанностей, гражданин получает доход, с которого по действующему законодательству Республики Казахстан, вычитаются определенные отчисления в пользу государства.

Оклад – фиксированная сумма, указанная в трудовом договоре. От этой суммы производятся все нужные вычеты, и гражданин получает «чистую» зарплату, или еще как называют, зарплату «на руки».

Для большинства работников, существует два вычета с ежемесячного оклада:

- Обязательные пенсионные взносы (ОПВ);
- Индивидуальный подоходный налог (ИПН).

Согласно статьи 25 Закона РК «О пенсионном обеспечении в Республике Казахстан» работником необходимо производить 10% отчислений от оклада, в единый накопительный пенсионный фонд. Но, есть определенного ограничения в виде максимального возможного дохода для исчисления обязательных пенсионных взносов, сумма которого равна 75-ти минимальным размерам зарплаты (75 МЗП (2 121 300 тнг на 2018 год)).

В 158 статье Кодекса РК «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс) установлена такая же ставка, используемая при исчислении ОПВ, в 10% от дохода, но с небольшими отличиями в пользу работника. Налоговым кодексом предусмотрена сумма, которая не облагается

подходным налогом, в размере 1 МЗП (28 284 тнг на 2018 год), который ежегодно может меняться в большую сторону.

Помимо ОПВ и ИПН есть и другие отчисления от дохода. К таким относится социальный налог и социальные отчисления. Такие вычеты не влияют на зарплату, так как их выплатами занимается работодатель из своего бюджета.

5.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Для того, чтобы рассчитать з/п нужно знать минимальный размер заработной платы (МЗП) на текущий год и, сумму оклада, указанную в трудовом договоре.

Заработная плата слесаря КИП и А

Оклад = 94469 тенге;

МЗП на 2018 год = 28284 тенге

1) ОПВ = $94469 * 0,1 = 9446,9$ тенге

2) ИПН = $(94469 - 9446,9 - 28284) * 0,1 = 5673,81$ тенге

3) ЗП = $94469 - 9446,9 - 5673,81 = 79348,29$ тенге (без учета вредности)

Т.к. работы идут во вредных условиях труда то дополнительная надбавка 60% от МЗП ($28284 * 0,6 = 16970,4$ тенге)

4) ЧЗП = $79348,29 + 16970,4 = 96318,69$ тенге (зарплата на руки)

5) ЗП в день = $ЧЗП / 22 = 4378,1$ тенге

Заработная плата ведущего инженера

1) ОПВ = $209302 * 0,1 = 20930,2$ тенге

2) ИПН = $(209302 - 20930,2 - 28284) * 0,1 = 16008,68$ тенге

3) ЗП = $209302 - 20930,2 - 16008,68 = 191200,12$ тенге (без учета вредности)

Т.к. работы идут во вредных условиях труда то дополнительная надбавка 60% от МЗП ($28284 * 0,6 = 16970,4$ тенге)

4) ЧЗП = $209302 + 16970,4 = 208,170.52$ тенге (зарплата на руки)

5) ЗП в день = $ЧЗП / 22 = 9462,3$ тенге

Заработная плата руководителя темы

- 1) Почасовая зарплата – 1590 тенге
- 2) ЗП в день = $1590 * 8 = 12720$ тенге
- 3) Оклад = $12720 * 22 = 279840$ тенге

Сведем данные расчетов в таблицу 4.

Таблица 4. Расчет заработной платы

Исполнитель	Оклад, тг./мес.	Среднедневн ая ставка, тг./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Фонд з/платы, тг.
Руководитель темы	279840	12720	10	127200
Ведущий инженер	209 302	9462,3	21	198708
Исполнитель	94469	4294	61	267064,45
Итого:				523272,45

Затраты на разработку составили 592972,45 тенге, данная сумма включает затраты по основной заработной плате исполнителей темы, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта были выполнены следующие работы:

1. Изучен технический проект на подсистему КИПиА 1984-2018 годов;
- 2, Изучены Технические описания и Руководства по эксплуатации на все технические средства подсистемы и их взаимодействие между собой;
3. Выявлены основные недостатки существующей подсистемы;
4. Изучен технический проект «Информационно-измерительная система реактора ИВГ.1М» 2017 года;
5. Непосредственное участие в монтаже новой подсистемы КИПиА ИИС реактора ИВГ.1М;
6. Участие в проведении пуско-наладочных работах на новой подсистеме КИПиА.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». -3-е издание, переработанное – «Энергия», 1978. – 704 с.
2. Комплекс базовый вычислительный СМ-2М. Руководство по эксплуатации 1.700.176, 1984.
3. Терминал вычислительный связи с объектом СМ1634. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 0.170.052 РЭ.
4. Накопитель на магнитной ленте тип ЕС 5012-03. Болгарская народная республика. Министерство электроники и электротехники. ГО «Изот», 1977 .
- 5.. Накопитель на жёстких магнитных дисках СМ 5400. Техническое описание и инструкция по эксплуатации В33.060.212.
6. Преобразователь измерительный «Сапфир-22». Техническое описание и инструкция по эксплуатации 08919030 ТО.
7. Блок питания 22БП36. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 08919071, 1984.
8. Комплекс научно-исследовательских реакторов «Байкал-1», реакторная установка ИВГ.1М: Технологический регламент. Часть 1. Организация работ. АК.65000.00.256.
9. Комплекс научно-исследовательских реакторов «Байкал-1», реакторная установка ИВГ.1М: Технологический регламент. Часть 2. Обеспечение безопасности работ. АК.65000.00.515 ИО.
10. Комплекс научно-исследовательских реакторов «Байкал-1», реакторная установка ИВГ.1М: Технологический регламент. Часть 3. Порядок подготовки и проведения испытаний и экспериментов. К.65000.00.975 ИО2.
11. Модернизация информационно-измерительной системы стендового комплекса «Байкал-1» : технический проект. Часть 1. Общестеновые системы / НИКИЭТ.– Инв. № 2170.– 1982.

12. Модернизация информационно-измерительной системы стендового комплекса «Байкал-1» : технический проект. Часть 2. Техническое обеспечение / НИКИЭТ.– Инв. № 2171.– 1982.

13. Модернизация информационно-измерительной системы стендового комплекса «Байкал-1» : технический проект. Часть 3. Программное обеспечение / НИКИЭТ.– Инв. № 2172.– 1982.

14. Информационно-измерительная система стендового комплекса «Байкал-1»: пояснительная записка к техническому проекту. Часть 4. Технологические, специальные и автономные системы измерений / ОЭ НПО «Луч».– Инв. №-К-338.– 1982.