

Министерство образования и науки Пермского края
ГБПОУ «Уральский химико-технологический колледж»



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

**для студентов специальности
15.02.07 Автоматизация технологических процессов и
производств (по отраслям)**

Губаха, 2018г.

РАССМОТРЕНО:
Протокол ПЦК ДПЦ
№__ от «__» _____ 2018 г.
Председатель ПЦК
Н.Г.Белова _____

УТВЕРЖДАЮ:
Зам. директора по УР
И.В. Шлегель _____
«__» _____ 2018г.

ПЕЧАТАЕТСЯ по решению
Методического совета УХТК
Протокол №__
от «__» _____ 2018 года
Председатель МС
_____ И.В. Шлегель

Методические указания по выполнению дипломной работы для студентов специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) / Сост. Т.И. Черемных – Губаха: УХТК, 2018– 38стр.

Методические рекомендации по выполнению дипломной работы разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 апреля 2014 года № 349.

Организация-разработчик: Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Уральский химико-технологический колледж»

Разработчик: _____Черемных Т.И., преподаватель дисциплин профессионального цикла

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	6
2 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	8
2.1 Требования к структуре и объему ДП	8
2.2 Требования к содержанию и оформлению ДП	8
2.3 Требования к докладу и презентации	10
4 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	12
4 СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	15
5 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	17
ПРИЛОЖЕНИЕ	23

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по дипломному проектированию разработаны для выпускников очного отделения специальности 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)». Государственная итоговая аттестация проходит в форме защиты дипломного проекта.

Для успешного и качественного выполнения выпускной квалификационной работы студенту необходимо:

- уметь сформулировать проблемы, цель и задачи исследования;
- иметь глубокие знания в области специальных и общепрофессиональных дисциплин и руководствоваться ими при решении задач выпускной работы;
- уметь использовать современные средства вычислительной техники, в первую очередь персональные компьютеры, как в процессе выполнения исследований, так и оформления выпускной квалификационной работы;
- свободно ориентироваться при подборе различных источников информации и уметь работать со специальной литературой;
- квалифицированно оформлять графический и табличный материал, иллюстрирующий содержание дипломной работы;
- убедительно изложить основные результаты исследования и пути решения поставленных задач в ходе защиты выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа является самостоятельным творческим исследованием студента по избранной им теме.

Методические указания определяют цели и задачи, порядок и структуру проекта. Представлена последовательность выполнения расчетов максимальной пропускной способности регулирующего клапана, ориентировочный расчет надежности (без учета условий эксплуатации) заданного технологического устройства, а также уточненный расчет надежности (с учетом условий эксплуатации) заданного технологического устройства. В методических

указаниях подробно изложены требования к оформлению проекта, приложение содержит образцы оформления.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломный проект является самостоятельной исследовательской работой студента в письменной форме.

Целью дипломного проектирования является самостоятельное изучение и анализ вопросов, связанных, организацией работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, эксплуатацией систем автоматизации, разработкой и моделированием несложных систем автоматизации с учетом специфики технологического процесса, выполнением работ по профессии «слесарь по КИПиА». расчетов максимальной пропускной способности регулирующего клапана, ориентировочный расчет надежности (без учета условий эксплуатации) заданного технологического устройства, а также уточненный расчет надежности (с учетом условий эксплуатации) заданного технологического устройства. В процессе дипломного проектирования студент работает с источниками в INTERNET, электронной библиотекой, специальной литературой по предметной области, изучает ГОСТы, справочники, а так же осуществляет сбор материалов в процессе прохождения преддипломной практики на предприятиях города.

Тематика и структура дипломных проектов включают виды профессиональной деятельности по следующим профессиональным модулям:

- ПМ.01. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации;
- ПМ.02. Организация работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем;
- ПМ.03. Эксплуатация систем автоматизации.
- ПМ.04. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов;
- ПМ.05. Проведение анализа характеристик и обеспечение надежности систем автоматизации (по отраслям);
- ПМ.06. Выполнение работ по профессии 189494 «Слесарь по контрольно-измерительным приборам».

Тематика дипломных проектов имеет практико-ориентированный характер и отраслевую направленность, т.е. включает реальное оборудование химических производств города Губаха.

Объем времени на подготовку и проведение защиты ВКР составляет 6 недель с «21»мая по «26» июня 2017 г.

Основные этапы работы над проектом представлены в приложении А.

Продолжительность защиты до 30 мин. Защита включает:

- доклад студента (не более 7-10 минут) с демонстрацией презентации;
- разбор отзыва руководителя и рецензии.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

2.1 Требования к структуре и объему ДП

Структурные части работы должны быть представлены в следующей последовательности:

- титульный лист
- отзыв руководителя (вкладывается)
- рецензия (вкладывается)
- задание на ВКР
- график выполнения ВКР
- содержание ВКР (оглавление)
- введение;
- первая (теоретическая) часть;
- вторая (технологическая) часть;
- заключение;
- библиография;
- приложения;
- графическая часть;

Объем дипломной работы (без приложений) составляет 40-50 страниц, не включая приложений. Объем введения и заключения 2-3 страницы.

Графическая часть должна содержать:

- технологическая схема участка(по теме) (формат А2, А1);
- функциональная схема с КИП (А3, А2);
- схема электрическая подключения датчика и клапана (А3).
- функциональная схема прибора (А3)

2.2 Требования к содержанию и оформлению ДП

Во введение обосновывается:

- актуальность выбранной темы;
- формулируется проблема, которую студент должен решить в данной работе;

- определяются цели и задачи исследования, объект и предмет;
- методы исследования;
- даются композиционные особенности и краткое содержание теоретической и практической частей исследовательской работы.

Основная часть содержит две главы, разделенные на параграфы. Объемом каждой главы 15- 20 страниц.

Первая глава «Характеристика технологического процесса с точки зрения автоматизации» носит теоретический характер, в ней следует раскрыть:

- общую характеристику уровня автоматизации производства (конкретного производства по теме проекта);
- характеристику верхнего уровня АСУ ТП;
- характеристику нижнего уровня АСУ ТП;
- метрологическое обеспечение производство.

Во второй главе изложение материала носит более конкретный характер. Необходимо раскрыть особенности выбора приборов и средств автоматизации в соответствии с темой ДП:

- тип и конструкцию измерительного прибора;
- организацию монтажа, наладки и технического обслуживания измерительного прибора;
- метрологическую поверку измерительного прибора;
- расчет максимальной пропускной способности регулирующего клапана;
- расчет количественных показателей надежности технологического устройства;
- методы повышения надежности средств измерения и автоматизации;
- охрана труда и промышленная безопасность при монтаже и эксплуатации средств автоматизации.

Между параграфами и между главами необходимы смысловые связи, чтобы текст был логично выстроен и не содержал разрывов в изложении материала. Необходимо по каждой главе формулировать краткие выводы.

В заключение и раскрывается значимость рассмотренных вопросов в профессиональной деятельности выпускника, делаются выводы по всей проделанной работе. Выводы могут оформляться в виде тезисов, рекомендаций, предложений.

После заключения приводится список источников в установленном порядке в соответствии с ГОСТ 7.1 - 2003 и приложения к выпускной квалификационной работе.

Список используемой литературы: отражает список литературы, проработанный автором, независимо от того имеются ли в тексте ссылки на нее или нет. ВКР должна иметь не менее 15-20 источников.

Приложения призваны облегчить восприятие содержания работы, и могут включать: таблицы, схемы, графики, дополнительные материалы, иллюстрации вспомогательного характера, документы, материалы, содержащие первичную информацию. На все приложения в основной части выпускной квалификационной работы должны быть ссылки.

Работа оформляется в соответствии с требованиями стандарта организации «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности ГБПОУ «УХТК».

2.3 Требования к докладу и презентации

Доклад выпускника на защите ДП должен отражать:

- значимость и актуальность выполненной работы в профессиональной деятельности;
- логичность и четкость изложения материала;
- использование профессиональной терминологии;
- обоснованность расчетов, выводов и рекомендаций.

Необходимо аргументировано отвечать на вопросы ГЭК, обобщать и делать выводы в процессе защиты.

Выступление должно сопровождаться электронной презентацией.

Оптимальное количество слайдов, предлагаемое к защите работы – 10.

Объем материала, представленного в одном слайде должен отражать в основном заголовок слайда.

Для оформления слайдов презентации рекомендуется использовать простые шаблоны без анимации, соблюдать единый стиль оформления всех слайдов.

Алгоритм выстраивания презентации соответствует логической структуре работы и отражает последовательность ее этапов.

В содержание первого слайда выносятся полное наименование образовательного учреждения, тема ДП, фамилия, имя, отчество студента, фамилия, имя, отчество руководителя.

На слайдах должны быть представлены:

Технологические схемы, рисунки с изображением прибора, его устройством, графики зависимости результирующей интенсивности отказа и результирующей вероятности безотказной работы, БУ и З от температуры.

3 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект должен соответствовать следующим требованиям:

- быть выполненным на достаточном теоретическом уровне;
- включать анализ не только теоретического, но и эмпирического материала;
- основываться на результатах самостоятельного исследования, если этого требует тема;
- иметь обязательные выводы после каждой главы и в заключение;
- иметь необходимый объем;
- быть оформленным по стандарту и выполненным в указанные сроки.

На всех этапах выполнения ВКР проводится оценка степени сформированности профессиональных и общих компетенций выпускников.

Оценка носит комплексный характер и складывается из оценки:

- содержания ДП
- в процессе защиты
- оформления ДП
- своевременности и самостоятельность при выполнении ДП и подготовке к защите
- руководителя ДП (отзыв)
- рецензента.

Уровень сформированности общих компетенций выпускника оценивает руководитель в процессе выполнения ДП (результаты оценки фиксируются в отзыве), а в процессе защиты оценка общих компетенций осуществляется членами ГЭК.

Итоговая оценка ДП складывается из оценок по каждому критерию, представленному в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии оценки ДП

Виды оценок ДП	Критерии оценок	Баллы			
		0	1	2	3
Оценка содержания ДП	Соответствие целей и задач теме ДП				
	Логичность структуры и содержания работы				
	Полнота раскрытия темы				
	Использования специальной литературы и документов				
	Достоверность и объективность результатов расчетной части проекта				
	Соответствие выводов целям и задачам ДП				
	Умение выделить и обосновать практическую значимость				
Оценка в процессе защиты	Свободное владение содержанием работы				
	Логика построения доклада				
	Умение обобщать и делать выводы				
	Знание специальной терминологии				
	Грамотная речь				
	Аргументированность ответов на вопросы				
	Лаконичность ответов на вопросы				
	Умение презентовать себя				
	Соответствие презентации содержанию ДП				
	Качество презентации				
Оценка оформления ДП (оценивает руководитель)	Наличие табличного и графического материала				
	Отсутствие орфографических и пунктуационных ошибок				
	Соответствие оформления ПЗ предъявляемым требованиям				
	Соответствие оформления графической части ГОСТ				
Оценка самостоятельности при выполнении ДП и подготовке к защите (оценивает руководитель)	Работа выполнялась в соответствии с графиком				
	Работа вовремя сдана в учебную часть (допуск к защите)				
	Проявлена самостоятельность при выполнении ДП				
	Проявлена самостоятельность при подготовке к защите				
Оценка руководителя ДП (по пятибалльной системе)					
Оценка рецензента (по пятибалльной системе)					
Итоговая оценка ГЭК					

0 баллов – показатель отсутствует или не проявлен

1 балл – показатель слабо проявлен

2 балла – показатель хорошо проявлен

3 балла – показатель проявлен в полной мере

Максимальное количество баллов 88.

Итоговая оценка ДП

88-79 баллов - оценка «5»

78- 60 баллов – оценка «4»

32-59 баллов – оценка «3»

Менее 32 баллов оценка «2»

4 СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Структура ВКР представлена в приложении В.

Образец оформления титульного листа – в приложении Г.

«Введение» (общим объемом не более 1-2 стр.) должно содержать общие сведения о проекте, его краткую характеристику. Во введении необходимо отразить актуальность темы, цель и задачи, решаемые в работе, практическую значимость полученных результатов.

В пункте 1.1. теоретической части проекта необходимо раскрыть общую характеристику уровня автоматизации конкретного производства (согласно теме проекта).

Пункт 1.2 описать верхний уровень АСУ ТП (Delta V, Siemens).

Пункт 1.3 предполагает характеристику нижнего уровня АСУ ТП (контролируемые и регулируемые параметры).

В пункте 1.4 необходимо описать метрологическое обеспечение производства (ЦОРАСУ, функции. Структура).

В пункте 2.1 второй части важно рассмотреть тип и конструкцию измерительного прибора;

Пункт 2.2 должен содержать организацию монтажа, наладки и технического обслуживания измерительного прибора;

В пункте 2.3 необходимо рассмотреть метрологическую поверку измерительного прибора (акты неисправностей, протоколы поверки, методики поверки);

В пункте 2.4 необходимо произвести расчет максимальной пропускной способности регулирующего клапана.

В пункте 2.5 произвести расчеты:

- ориентировочный расчет надежности технологического устройства;
- уточненный расчет надежности технологического устройства.

В пункте 2.6 необходимо отразить методы повышения надежности средств измерения и автоматизации.

В пункт 2.7 рассмотреть охрана труда и промышленную безопасность при монтаже и эксплуатации средств автоматизации.

В данных методических указаниях представлена последовательность выполнения расчетов в приложениях.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

- По ГОСТ 7.32-2001 общие требования:

– текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 x 297)

– межстрочный интервал (интерлиньяж) – 1,5

– цвет шрифта - черный

– тип шрифта ГОСТом не определен, но для рефератов и квалификационных выпускных работ специальностей гуманитарного профиля - Times New Roman; для всех курсовых, дипломных работ и проектов, а также отчетов технического профиля тип шрифта - GOST type A

– размер шрифта (кегель) – основной 14, для заполнения таблиц – 12

– абзацный отступ 1,5 см (ГОСТ 2.105-95)

– выравнивание текста – по ширине листа

– размеры полей: правое - 10 мм, верхнее и нижнее - 20 мм, левое - 30 мм.

– страницы работы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная по всему тексту). Номер страницы ставится в правой нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию, номер на нем не ставится.

- По ГОСТ 7.32-2001 оформление заголовков:

– заголовки структурных элементов работы (содержание, введение, заключение, список использованных источников, приложения и др.) располагают центрировано, без точки в конце и печатают прописными буквами (размер шрифта – 16, полужирный) без подчеркивания.

– каждый структурный элемент (введение, заключение, список использованных источников, приложение) следует начинать с новой страницы, порядковый номер перед ними не ставят

– главы основной части работы нумеруют арабскими цифрами без точки, печатают прописными буквами и начинают печатать с нового листа

– главы делятся на параграфы, которые в свою очередь могут делиться на пункты и подпункты (и более мелкие разделы). Номер параграфа состоит из номера главы и параграфа в главе, разделенных точкой. В конце номера точка не ставится. Аналогичным образом нумеруются и пункты в параграфе.

Например: 2.4.2 Анализ результатов

Если в главе всего один параграф, или в параграфе один пункт, параграф и пункт все равно нумеруются. Заголовки параграфов, пунктов и подпунктов печатают с абзацного отступа строчными буквами, начиная с прописной, шрифт полужирный, размер шрифта - 14.

– если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Заголовок может быть напечатан в 2-3 строки через 1 интерлиньяж, при этом каждая строка должна сохранять смысловое значение

– расстояние между заголовком и текстом -3 интервала. Расстояние между заголовками главы и заголовком параграфа - 2 интервала.

- По ГОСТ 7.32-2001 оформление содержания:

– заголовок СОДЕРЖАНИЕ пишется прописными буквами посередине строки

– содержание включает введение, наименование всех глав, параграфов, пунктов, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы работы.

– наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы (ГОСТ 2.105-95)

- По ГОСТ 7.32-2001 оформление рисунков:

– на все рисунки в тексте должны быть даны ссылки

Например: На рисунке 2 приводится схема...

– рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице

– нумеруются рисунки арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная. Слово «Рисунок» пишется полностью, после чего через тире следует подпись к рисунку

Например: Рисунок 2 – Такелажные средства

– Номер рисунка и подпись располагается центрировано непосредственно под рисунком, точка в конце названия не ставится

- По ГОСТ 7.32-2001 оформление таблиц:

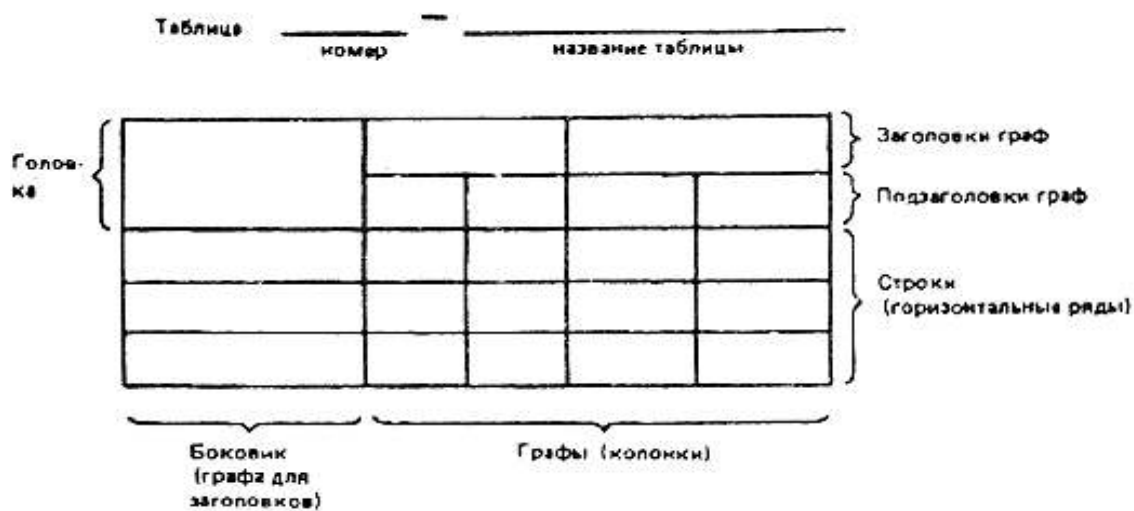
– на все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

– Все таблицы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная). Каждая таблица должна иметь тематический заголовок, который следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

Например: Таблица 3 – Сетевой график производства монтажных работ

Точка в конце тематического заголовка не ставится.

– Каждая таблица имеет следующие структурные элементы:



– заголовки столбцов и строк таблицы пишут прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков

столбцов и строк точки не ставят. Размер шрифта при заполнении таблиц – 12, интерлиньяж - 1

– при переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью, а над таблицей пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы.

Например: Продолжение Таблицы 1

– если таблицу переносят на следующую страницу, то все столбцы (графы) нумеруют и на следующую страницу переносят не головку таблицы, а только номера столбцов

– если таблица имеет большое количество столбцов, допускается делить ее на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы

– заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

– Строки боковика заполняют строчными буквами, начиная с прописной, при этом между однострочными элементами боковика таблицы – двойной интервал; многострочные элементы боковика пишут через 1 интерлиньяж, с абзацным отступом первой строки 0,5 см

– если в столбцах таблицы приводится текстовый материал – выравнивание по верхнему краю, если цифровой материал – по нижнему

– горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

– головка таблицы в любом случае должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

- По ГОСТ 7.32-2001 оформление формул и уравнений:

– формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Над и под каждой формулой или уравнением нужно оставить по пустой строке

– если нужны пояснения к символам и коэффициентам, то они приводятся сразу под формулой в той же последовательности, в которой они идут в формуле, без абзацного отступа

– все формулы нумеруются (нумерация сквозная). Номер проставляется арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке (14,5 см). *Например:*

$$A = a \cdot b \quad (4)$$

- *По ГОСТ 7.32-2001 оформление перечислений:*

– перед каждым перечислением следует ставить дефис (маркированный список)

– если даются ссылки в тексте на одно из перечислений перед ним ставят строчную букву (за исключением ё, з, й, о, ч, ь, ы, ъ).

– для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

a) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

- *По ГОСТ 7.32-2001 оформление приложений:*

– в тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки.

– приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

– каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста строчными буквами, начиная с прописной отдельной строкой.

– приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова

«Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность

Например: ПРИЛОЖЕНИЕ Б

– нумерация страниц приложений и основного текста должна быть сквозная.

- По ГОСТ 7.32-2001 список литературы, который должен называться «Список использованных источников».

Государственного стандарта по оформлению списка литературы нет, но существует общепринятая практика:

- структура списка литературы следующая:
- нормативные акты;
- книги;
- печатная периодика;
- источники на электронных носителях локального доступа;
- источники на электронных носителях удаленного доступа (т.е.

Интернет - источники).

Например:

1. Вольберг, Н.Е. Монтаж химического оборудования общего назначения Монтаж аппаратов химических производств [Текст] / Н.Е. Вольберг, А.Ф. Ряполов— М.: «Стройиздат», 1971 г. — 254 с.

2. Гайдамак, К.М. Монтаж оборудования предприятий химической и нефтехимической промышленности [Текст] / К.М. Гайдамак, Б.А. Тыркин; — М.: «Высшая школа» 1976 г. — 304 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Пример расчета максимальной пропускной способности регулирующего клапана

Исходные данные:

- Расход пара $G=3800\text{кг/ч} = 3,8 \text{ т/ч}$
- Давление пара до клапана $=4\text{кгс/см}^2$
- Температура пара до клапана $=200^0\text{С}$
- Давление пара после клапана $=3,5\text{кгс/см}^2$

Необходимый коэффициент пропускной способности по формуле (1):

$$K_{vy} = \frac{G_{\text{реал.усл.}}}{B\sqrt{\Delta P\rho}}, \quad \text{где} \quad (1)$$

ΔP - перепад давления на клапане, кгс/см^2

$$\Delta P = P_1 - P_2, \quad \text{где} \quad (2)$$

P_1 - абсолютное давление до клапана, кгс/см^2

P_2 - абсолютное давление за клапаном, кгс/см^2

$$\Delta P = (4+1) - (3,5+1) = 0,5\text{кгс/см}^2$$

B - коэффициент, учитывающий расширение среды

$$\text{«}B\text{» зависит от отношения } \frac{P_2}{P_1} = \frac{4,5}{5} = 0,9$$

и от показателя адиабаты « K »

$$K=1,135 \text{ (для насыщенного пара)} \Rightarrow B = 0,9325$$

ρ_1 - плотность пара при рабочих параметрах P_1 и $t^0\text{С}$ до клапана, г/см^3

$$\rho_1 = 0,00262$$

$$\rho = \frac{1}{v} \quad (3)$$

v - удельный объем по $P_{\text{абс}}$ и t^0

$$P_{\text{абс}} = P_r + 1$$

$$P_{\text{абс}} = 4 + 1 = 5$$

При $P_{абс} = 5 \text{ кгс/см}^2$ и $t^0 = 200^0\text{C}$ $v = 0,382 \text{ м}^3/\text{кг}$

$$\rho = \frac{1}{0,382} = 2,62 \text{ кг/м}^3 = 0,00262 \text{ т/м}^3$$

$$K_{vy} = \frac{3,8}{0,9325 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 0,00262}} = 111,8 \text{ т/ч}$$

Подбираем регулирующий клапан с условной пропускной способностью $K_{vy} = 160 \text{ т/ч}$

Максимальная пропускная способность данного клапана составит:

$$G = 0,9325 \cdot 160 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 0,00262} = 5,4 \text{ т/ч}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример расчета количественных характеристик надежности Ориентировочный расчет (без учета условий эксплуатации)

При проведении ориентированных расчетов надежности без учета условий эксплуатации необходимо считать, что анализируемый блок управления и защиты (БУ и З) структурно является последовательным, отказы элементов независимы и отказ одного элемента приводит к отказу всего БУ и З в целом.

В этом случае математическая модель отказов будет иметь экспоненциальный вид.

Таблица 1.1 - Элементы блока управления и защиты

Наименование элементов	Количество элементов
Трансформатор силовой	3
Штепсельный разъем	3
Контактор трехполюсный	3
Реле электромагнитное, три контактных группы	3
Реле пневматическое, две контактных группы	1
Конденсатор электролитический	2
Конденсатор слюдяной	6
Резистор металлопленочный	40
Резистор проволочный	2
Транзистор германиевый	16
Транзистор кремниевый	8
Диод кремниевый	4
Интегральная микросхема	6
Дроссель	3
Число часов работы	6000
Коэффициент K_3 , учитывающий условия эксплуатации	2

Определяем интенсивность отказа λ_i каждого элемента по Таблице 1.2 - Интенсивности отказов элементов при температуре окружающей среды 20°C и относительной влажности 50-70 %.

Таблица 1.2 – Интенсивности отказов элементов при температуре окружающей среды 20°C и относительной влажности 50-70 %.

Наименование элемента	$\lambda_i \cdot 10^{-6}, \text{ч}^{-1}$	Наименование элемента	$\lambda_i \cdot 10^{-6}, \text{ч}^{-1}$
Диоды: кремниевые	0,2	Трансформаторы: силовые	1,0
Контакты (на один контакт)	2,5	Дроссели	0,35
Разъемы штепсельные: на один штырек	0,3	Интегральные микросхемы	0,25
Реле (на одну контактную группу):	0,3	Конденсаторы:	0,25
Электромагнитные времени	1,2	Слюдяные электролитические	0,35
Транзисторы:	0,3	Резисторы:	0,04
Германиевые кремниевые	0,5	металлопленочные,	

Для каждой группы, определяем групповое значение интенсивности отказов:

$$\text{для силового трансформатора: } \lambda_{j_1} = n_{j_1} \cdot \lambda_{i_1} = 3 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

$$\text{для штепсельного разъема: } \lambda_{j_2} = n_{j_2} \cdot \lambda_{i_2} = 3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} = 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для контактора трехполюсного:

$$\lambda_{j_3} = n_{j_3} \cdot \lambda_{i_3} = 3 \cdot 3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} = 22,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле электромагнитного (три контактные группы):

$$\lambda_{j_4} = n_{j_4} \cdot \lambda_{i_4} = 3 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле пневматического (две контактные группы):

$$\lambda_{j_5} = n_{j_5} \cdot \lambda_{i_5} = 2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для конденсатора электролитического:

$$\lambda_{j_6} = n_{j_6} \cdot \lambda_{i_6} = 2 \cdot 0,35 \cdot 10^{-6} = 0,7 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

$$\text{для конденсатора слюдяного: } \lambda_{j_7} = n_{j_7} \cdot \lambda_{i_7} = 6 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для резистора металлопленочного:

$$\lambda_{j_8} = n_{j_8} \cdot \lambda_{i_8} = 40 \cdot 0,04 \cdot 10^{-6} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

$$\text{для резистора проволочного: } \lambda_{j_9} = n_{j_9} \cdot \lambda_{i_9} = 2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для транзистора германиевого:

$$\lambda_{j_{10}} = n_{j_{10}} \cdot \lambda_{i_{10}} = 16 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для транзистора кремниевого:

$$\lambda_{j_{11}} = n_{j_{11}} \cdot \lambda_{i_{11}} = 8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для диода кремниевого: $\lambda_{j_{12}} = n_{j_{12}} \cdot \lambda_{i_{12}} = 4 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} = 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$

для интегральной микросхемы:

$$\lambda_{j_{13}} = n_{j_{13}} \cdot \lambda_{i_{13}} = 6 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для дросселя: $\lambda_{j_{14}} = n_{j_{14}} \cdot \lambda_{i_{14}} = 3 \cdot 0,35 \cdot 10^{-6} = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$

Интенсивность отказов БУ и З в целом определяется суммой интенсивностей отказов всех групп составляющих элементов:

$$\lambda_s = \sum (\lambda_{i_1} \div \lambda_{i_{14}}) = 47,65 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

Результирующая вероятность безотказной работы без учета условий эксплуатации определяется по формуле:

$$P_s(t) = e^{-\lambda_s \cdot t} = \exp(-47,65 \cdot 10^{-6} \cdot 6000) = 0,751$$

Среднее время безотказной работы БУ и З (T_{cp}) без учета условий эксплуатации определяется по формуле:

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_s} = \frac{1}{47,65 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}} = 21 \cdot 10^3 \text{ ч}$$

Расчет надежности анализируемого блока управления и защиты без учета условий эксплуатации показал, что результирующая вероятность безотказной работы всей системы равна 0,751, что является низкой величиной. Это является

следствием высокого значения интенсивности отказа некоторых элементов системы (например, контактор, реле времени). Для увеличения вероятности безотказной работы рекомендуется, либо заменить эти элементы более надежными (например, контактор заменить пускателем), либо зарезервировать их элементами с более большей вероятностью безотказной работы. Но на практике данные рекомендации выполнить не всегда является возможным.

Уточненный расчет (с учетом условий эксплуатации)

При проведении уточненного расчета надежности с учетом условий эксплуатации необходимо учитывать воздействия внешней среды, в которой функционирует БУ и З (температура, влажность, давление, вибрация, запыленность и т.п.), а также особенности энергетического режима работы самого БУ и З (выделяемой элементами БУ и З тепловой энергии, величин электромагнитных нагрузок, механических напряжений и т.п.). Степень влияния различных факторов условий эксплуатации на показатели надежности различна. При приближенных расчетах учет влияния условий эксплуатации на надежность работы БУ и З производят путем введения следующих показателей:

температура поверхности элемента t° ;

коэффициент внешних условий k_3 , суммарно учитывающий остальные внешние условия эксплуатации;

коэффициент нагрузки элемента k_n , представляющий отношение фактических значений нагрузки к номинальным.

Параметры электрических нагрузок для различных элементов БУ и З различны. Так, для резисторов параметром нагрузки является мощность рассеивания; для конденсаторов – рабочее напряжение; для полупроводниковых диодов - выпрямленный ток и обратное напряжение; для транзисторов – суммарная мощность рассеивания на переходах в непрерывном и импульсном режимах; для трансформаторов – мощность первичной обмотки; для дросселей – плотность тока в обмотках; для электрических машин – рабочая мощность; для пускателей, переключателей, штепсельных разъемов – ток, протекающий через контакты; для реле – ток через контакты и время нахождения обмотки под напряжением. Поэтому при расчете показателей

надежности БУ и З с учетом условий эксплуатации следует различать коэффициент нагрузки по току $k_{iI} = I/I_i$, коэффициент нагрузки по напряжению $k_{iU} = U/U_i$ и коэффициент нагрузки по мощности $k_{iD} = D/D_i$.

Таблица 1.3 – Коэффициенты нагрузки электротехнических устройств

Наименование элемента	Коэффициент нагрузки	Рекомендуемое значение
Диоды	k_{Hi}, k_{Hv}	0,7
Дроссели	k_{Hi}	0,9
Конденсаторы	k_{Hv}	0,85
Коммутационные элементы	k_{Hi}	0,9
Резисторы	k_{Hw}	0,8
Реле, контакторов, магнитные пускатели	k_{Hi}	0,8
Транзисторы, интегральные микросхемы	k_{Hw}	0,85
Трансформаторы силовые	k_{Hw}	0,9
Трансформаторы вращающиеся	k_{Hv}	0,95
Электрические машины	k_{Hw}	0,9

Результирующее значение интенсивности отказов элементов БУ и З с учетом условий эксплуатации $\lambda_{j\partial}$ можно определить по формуле:

$$\lambda_{j\partial} = \lambda_i \cdot n_j \cdot a(t^\circ, k_H)$$

при температуре $t_1^\circ = 40^\circ\text{C}$ внутри блока управления и защиты:

для силового трансформатора :

$$\lambda_{j\partial 1}^{40^\circ\text{C}} = n_{j_1} \cdot \lambda_{i_1} \cdot a(t^\circ, k_H)_1 = 3 \cdot 1,0 \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 21,0 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для штепсельного разъема:

$$\lambda_{j\partial 2}^{40^\circ\text{C}} = n_{j_2} \cdot \lambda_{i_2} \cdot a(t^\circ, k_H)_2 = 0,3 \cdot 3 \cdot 0,55 \cdot 10^{-6} = 0,495 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для контактора трехполюсного:

$$\lambda_{j\partial 3}^{40^\circ\text{C}} = n_{j_3} \cdot \lambda_{i_3} \cdot a(t^\circ, k_H)_3 = 3 \cdot 3 \cdot 2,5 \cdot 2,05 \cdot 10^{-6} = 46,125 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле электромагнитного (три контактные группы):

$$\lambda_{j\varepsilon_4}^{40^\circ C} = n_{j_4} \cdot \lambda_{i_4} \cdot a(t^\circ, k_H)_4 = 3 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 2,05 \cdot 10^{-6} = 5,535 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле пневматического (две контактные группы):

$$\lambda_{j\varepsilon_5}^{40^\circ C} = n_{j_5} \cdot \lambda_{i_5} \cdot a(t^\circ, k_H)_5 = 2 \cdot 1,2 \cdot 2,05 \cdot 10^{-6} = 4,92 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для конденсатора электролитического:

$$\lambda_{j\varepsilon_6}^{40^\circ C} = n_{j_6} \cdot \lambda_{i_6} \cdot a(t^\circ, k_H)_6 = 2 \cdot 0,35 \cdot 1,20 \cdot 10^{-6} = 0,84 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для конденсатора слюдяного:

$$\lambda_{j\varepsilon_7}^{40^\circ C} = n_{j_7} \cdot \lambda_{i_7} \cdot a(t^\circ, k_H)_7 = 6 \cdot 0,25 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для резистора металлопленочного:

$$\lambda_{j\varepsilon_8}^{40^\circ C} = n_{j_8} \cdot \lambda_{i_8} \cdot a(t^\circ, k_H)_8 = 40 \cdot 0,04 \cdot 0,82 \cdot 10^{-6} = 1,312 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для резистора проволочного:

$$\lambda_{j\varepsilon_9}^{40^\circ C} = n_{j_9} \cdot \lambda_{i_9} \cdot a(t^\circ, k_H)_9 = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6} = 0,14 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для транзистора германиевого:

$$\lambda_{j\varepsilon_{10}}^{40^\circ C} = n_{j_{10}} \cdot \lambda_{i_{10}} \cdot a(t^\circ, k_H)_{10} = 16 \cdot 0,3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для транзистора кремниевого:

$$\lambda_{j\varepsilon_{11}}^{40^\circ C} = n_{j_{11}} \cdot \lambda_{i_{11}} \cdot a(t^\circ, k_H)_{11} = 8 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для диода кремниевого:

$$\lambda_{j\varepsilon_{12}}^{40^\circ C} = n_{j_{12}} \cdot \lambda_{i_{12}} \cdot a(t^\circ, k_H)_{12} = 4 \cdot 0,2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} = 0,64 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для интегральной микросхемы:

$$\lambda_{j\varepsilon_{13}}^{40^\circ C} = n_{j_{13}} \cdot \lambda_{i_{13}} \cdot a(t^\circ, k_H)_{13} = 6 \cdot 0,25 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для дросселя:

$$\lambda_{j\varepsilon_{14}}^{40^\circ C} = n_{j_{14}} \cdot \lambda_{i_{14}} \cdot a(t^\circ, k_H)_{14} = 3 \cdot 0,35 \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 7,35 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

при температуре $t_2^\circ = 50^\circ \text{C}$ внутри блока управления и защиты:

для силового трансформатора :

$$\lambda_{j\varepsilon_1}^{50^\circ C} = n_{j_1} \cdot \lambda_{i_1} \cdot a(t^\circ, k_H)_1 = 3 \cdot 1,0 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для штепсельного разъема:

$$\lambda_{j\varepsilon_2}^{50^\circ C} = n_{j_2} \cdot \lambda_{i_2} \cdot a(t^\circ, k_H)_2 = 0,3 \cdot 3 \cdot 0,65 \cdot 10^{-6} = 0,585 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для контактора трехполюсного:

$$\lambda_{j\varepsilon_3}^{50^\circ C} = n_{j_3} \cdot \lambda_{i_3} \cdot a(t^\circ, k_H)_3 = 3 \cdot 3 \cdot 2,5 \cdot 3,3 \cdot 10^{-6} = 74,25 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле электромагнитного (три контактные группы):

$$\lambda_{j\varepsilon_4}^{50^\circ C} = n_{j_4} \cdot \lambda_{i_4} \cdot a(t^\circ, k_H)_4 = 3 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 3,3 \cdot 10^{-6} = 8,91 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле пневматического (две контактные группы):

$$\lambda_{j\varepsilon_5}^{50^\circ C} = n_{j_5} \cdot \lambda_{i_5} \cdot a(t^\circ, k_H)_5 = 2 \cdot 1,2 \cdot 3,3 \cdot 10^{-6} = 7,92 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для конденсатора электролитического:

$$\lambda_{j\varepsilon_6}^{50^\circ C} = n_{j_6} \cdot \lambda_{i_6} \cdot a(t^\circ, k_H)_6 = 2 \cdot 0,35 \cdot 1,9 \cdot 10^{-6} = 1,33 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для конденсатора слюдяного:

$$\lambda_{j\varepsilon_7}^{50^\circ C} = n_{j_7} \cdot \lambda_{i_7} \cdot a(t^\circ, k_H)_7 = 6 \cdot 0,25 \cdot 0,62 \cdot 10^{-6} = 0,93 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для резистора металлопленочного:

$$\lambda_{j\varepsilon_8}^{50^\circ C} = n_{j_8} \cdot \lambda_{i_8} \cdot a(t^\circ, k_H)_8 = 40 \cdot 0,04 \cdot 0,99 \cdot 10^{-6} = 1,584 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для резистора проволочного:

$$\lambda_{j\varepsilon_9}^{50^\circ C} = n_{j_9} \cdot \lambda_{i_9} \cdot a(t^\circ, k_H)_9 = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} = 0,16 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для транзистора германиевого:

$$\lambda_{j\varepsilon_{10}}^{50^\circ C} = n_{j_{10}} \cdot \lambda_{i_{10}} \cdot a(t^\circ, k_H)_{10} = 16 \cdot 0,3 \cdot 2,0 \cdot 10^{-6} = 9,6 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для транзистора кремниевого:

$$\lambda_{j\varepsilon_{11}}^{50^\circ C} = n_{j_{11}} \cdot \lambda_{i_{11}} \cdot a(t^\circ, k_H)_{11} = 8 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для диода кремниевоего:

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}12}^{50^{\circ}C} = n_{j12} \cdot \lambda_{i12} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{12} = 4 \cdot 0,2 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} = 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для интегральной микросхемы:

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}13}^{50^{\circ}C} = n_{j13} \cdot \lambda_{i13} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{13} = 6 \cdot 0,25 \cdot 2,0 \cdot 10^{-6} = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для дросселя: $\lambda_{j\dot{\varepsilon}14}^{50^{\circ}C} = n_{j14} \cdot \lambda_{i14} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{14} = 3 \cdot 0,35 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 10,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$

при температуре $t_3^{\circ} = 60^{\circ}C$ внутри блока управления и защиты:

для силового трансформатора :

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}1}^{60^{\circ}C} = n_{j1} \cdot \lambda_{i1} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_1 = 3 \cdot 1,0 \cdot 14,5 \cdot 10^{-6} = 43,5 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для штепсельного разъема:

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}2}^{60^{\circ}C} = n_{j2} \cdot \lambda_{i2} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_2 = 0,3 \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6} = 0,63 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для контактора трехполюсного:

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}3}^{60^{\circ}C} = n_{j3} \cdot \lambda_{i3} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_3 = 3 \cdot 3 \cdot 2,5 \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 123,75 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле электромагнитного (три контактные группы):

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}4}^{60^{\circ}C} = n_{j4} \cdot \lambda_{i4} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_4 = 3 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 14,85 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для реле пневматического (две контактные группы):

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}5}^{60^{\circ}C} = n_{j5} \cdot \lambda_{i5} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_5 = 2 \cdot 1,2 \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 13,2 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для конденсатора электролитического:

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}6}^{60^{\circ}C} = n_{j6} \cdot \lambda_{i6} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_6 = 2 \cdot 0,35 \cdot 3,5 \cdot 10^{-6} = 2,45 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для конденсатора слюдяного:

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}7}^{60^{\circ}C} = n_{j7} \cdot \lambda_{i7} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_7 = 6 \cdot 0,25 \cdot 0,82 \cdot 10^{-6} = 1,23 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для резистора металлопленочного:

$$\lambda_{j\dot{\varepsilon}8}^{60^{\circ}C} = n_{j8} \cdot \lambda_{i8} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_8 = 40 \cdot 0,04 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 1,92 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

для резистора проволочного:

$$\lambda_{j_{\text{э}9}}^{60^{\circ}\text{C}} = n_{j_9} \cdot \lambda_{i_9} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_9 = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,91 \cdot 10^{-6} = 0,182 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

для транзистора германиевого:

$$\lambda_{j_{\text{э}10}}^{60^{\circ}\text{C}} = n_{j_{10}} \cdot \lambda_{i_{10}} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{10} = 16 \cdot 0,3 \cdot 2,4 \cdot 10^{-6} = 11,52 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

для транзистора кремниевого:

$$\lambda_{j_{\text{э}11}}^{60^{\circ}\text{C}} = n_{j_{11}} \cdot \lambda_{i_{11}} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{11} = 8 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

для диода кремниевого:

$$\lambda_{j_{\text{э}12}}^{60^{\circ}\text{C}} = n_{j_{12}} \cdot \lambda_{i_{12}} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{12} = 4 \cdot 0,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 0,96 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

для интегральной микросхемы:

$$\lambda_{j_{\text{э}13}}^{60^{\circ}\text{C}} = n_{j_{13}} \cdot \lambda_{i_{13}} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{13} = 6 \cdot 0,25 \cdot 2,4 \cdot 10^{-6} = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

для дросселя:

$$\lambda_{j_{\text{э}14}}^{60^{\circ}\text{C}} = n_{j_{14}} \cdot \lambda_{i_{14}} \cdot a(t^{\circ}, k_H)_{14} = 3 \cdot 0,35 \cdot 14,5 \cdot 10^{-6} = 15,225 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

Значения коэффициента, учитывающего условия эксплуатации $a(t^{\circ}, k_H)$ для элементов БУ и З в зависимости от коэффициента нагрузки и температуры элементов определены по зависимостям представленным на Рисунке 1.2 - Семейство кривых $a(t^{\circ}; k_{i_v})$.

Суммарная интенсивность отказов $\Sigma \lambda_{j_3}$ и интенсивность отказов всего БУ и З, с учетом условий эксплуатации λ_{s_3} определяется по формуле:

$$\lambda_{s_3} = k_3 \cdot \sum \lambda_{j_3}$$

$$\text{для } 40^{\circ}\text{C}: \lambda_{s_3}^{40^{\circ}\text{C}} = k_3 \cdot \sum (\lambda_{j_{\text{э}1}}^{40^{\circ}\text{C}} \div \lambda_{j_{\text{э}14}}^{40^{\circ}\text{C}}) = 2 \cdot 101 \cdot 10^{-6} = 202 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

$$\text{для } 50^{\circ}\text{C}: \lambda_{s_3}^{50^{\circ}\text{C}} = k_3 \cdot \sum (\lambda_{j_{\text{э}1}}^{50^{\circ}\text{C}} \div \lambda_{j_{\text{э}14}}^{50^{\circ}\text{C}}) = 2 \cdot 152,4 \cdot 10^{-6} = 304,7 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

$$\text{для } 60^{\circ}\text{C}: \lambda_{s_3}^{60^{\circ}\text{C}} = k_3 \cdot \sum (\lambda_{j_{\text{э}1}}^{60^{\circ}\text{C}} \div \lambda_{j_{\text{э}14}}^{60^{\circ}\text{C}}) = 2 \cdot 236,2 \cdot 10^{-6} = 472,4 \cdot 10^{-6} \text{ч}^{-1}$$

Рассчитываем результирующую вероятность безотказной работы $P_3(t)$ и среднее время безотказной работы для $T_{cp,3}$ БУ и З по формулам:

$$P_{\Sigma}(t) = \exp(-\lambda_{s3} \cdot t)$$

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_{s3}}$$

$$\text{для } 40^{\circ}\text{C: } P_{\Sigma}(t)^{40^{\circ}\text{C}} = \exp(-\lambda_{s3}^{40^{\circ}\text{C}} \cdot t) = \exp(-202 \cdot 10^{-6} \cdot 6000) = 0,298$$

$$T_{cp}^{40^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{\lambda_{s3}^{40^{\circ}\text{C}}} = \frac{1}{202 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}} = 4952,6 \text{ ч}$$

для 50°C :

$$P_{\Sigma}(t)^{50^{\circ}\text{C}} = \exp(-\lambda_{s3}^{50^{\circ}\text{C}} \cdot t) = \exp(-304,7 \cdot 10^{-6} \cdot 6000) = 0,161$$

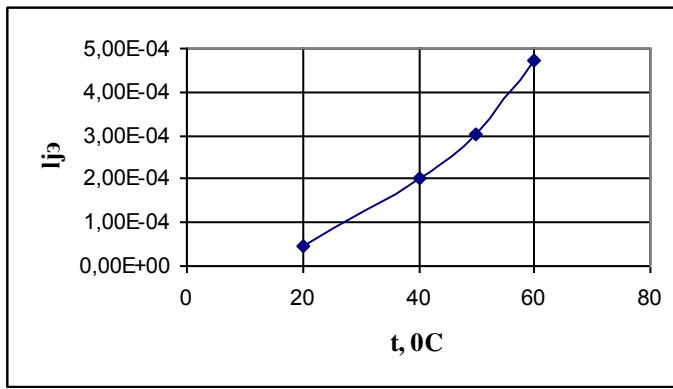
$$T_{cp}^{50^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{\lambda_{s3}^{50^{\circ}\text{C}}} = \frac{1}{304,7 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}} = 3281,5 \text{ ч}$$

$$\text{для } 60^{\circ}\text{C: } P_{\Sigma}(t)^{60^{\circ}\text{C}} = \exp(-\lambda_{s3}^{60^{\circ}\text{C}} \cdot t) = \exp(-472,4 \cdot 10^{-6} \cdot 6000) = 0,059$$

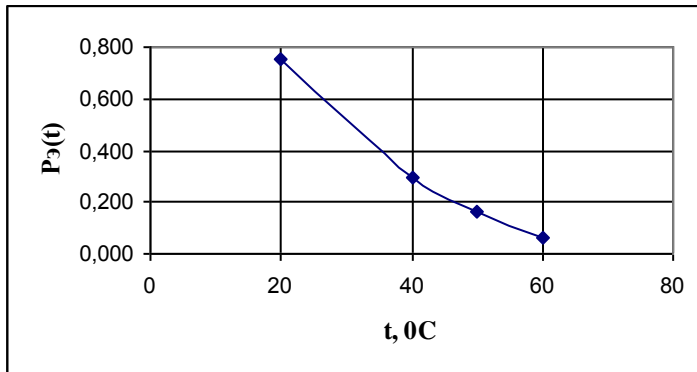
$$T_{cp}^{60^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{\lambda_{s3}^{60^{\circ}\text{C}}} = \frac{1}{472,4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}} = 2116,7 \text{ ч}$$

Температурные зависимости $P(t) = f(t^{\circ})$ и $\lambda_s = f(t^{\circ})$ представлены на рисунке 1.1 - Зависимость результирующей интенсивности отказа а) и результирующей вероятности безотказной работы б) БУ и З от температуры.

Расчет надежности анализируемого блока управления и защиты с учетом условий эксплуатации показал, что результирующая вероятность безотказной работы всей системы уменьшается при увеличении температуры элементов и вследствие влияния условий окружающей среды. Для увеличения вероятности безотказной работы системы рекомендуется уменьшить влияние окружающей среды на элементы системы, увеличив герметичность оболочек элементов, а также недопущение перегрева элементов путем применения более лучших систем охлаждения.



a)



б)

Рисунок 1- Зависимость результирующей интенсивности отказа а) и результирующей вероятности безотказной работы б) БУ и З от температуры

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Министерство образования и науки Пермского края
ГБПОУ «Уральский химико-технологический колледж»

СОГЛАСОВАНО
Начальник ЦОРАСУ
ПАО «Метафракс»
_____ А.И.Торсунов

Допустить к защите
Директор ГБПОУ «УХТК»
_____ А.С. Гулин
«__» _____ 201__ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Организация процесса автоматизации ...
ПАО «Метафракс»

Форма выполнения: дипломный проект
Основная профессиональная образовательная программа по специальности 15.02.07
Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)
группа АТП-04, очная форма

Студент	_____	А.В. Иванов
Руководитель	_____	С.А.Турова
Консультант	_____	
Н.контроль	_____	С.А.Турова
Графическая часть	_____	Н.Г. Белова

Губаха 2018

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
ПЛАН-ГРАФИК
выполнения дипломного проекта

Специальность 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Группа АТП - 04

Ф.И.О. студента _____

Тема дипломного проекта _____

№ п/п	Этапы работы	Сроки выполнения	Отметка о выполнении
1.	Составление плана работы	21 мая	
2.	Введение	22 мая	
3.	Теоретическая часть	25 мая	
4.	Технологическая часть	28 мая	
5.	Графическая часть	31 июня	
6.	Заключение	4 июня	
7.	Оформление и представление работы руководителю, получение отзыва.	6 июня	
8.	Нормоконтроль	6-10 июня	
9.	Рецензирование	11-13 июня	
10.	Утверждение ВКР руководителем, зам. директора.	13-15 июня	
11.	Подготовка выступления и презентации	15 июня	
12.	Предзащита	18 июня	
13.	Защита ДП	20,21,22 июня	

Руководитель _____

План принял к исполнению «29» марта 2018 г. _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания ПЦК
№ 4 от «18» декабря 2017 г.
Председатель ПЦК
специальностей 18.02.06, 15.02.07

_____ С.В.Ваганова

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР
_____ И.В.Шлегель
«___» _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу (дипломный проект)

**Основная профессиональная образовательная программа специальности 15.02.07
Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)**

Студент _____

Тема ВКР _____

Срок сдачи студентом законченной ВКР «15» июня 2018 г.

Структура ВКР (перечень подлежащих разработке вопросов)

ВВЕДЕНИЕ

**1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
АВТОМАТИЗАЦИИ**

- 1.1 Общая характеристика уровня автоматизации производства
- 1.2 Характеристика верхнего уровня АСУТП
- 1.3 Характеристика нижнего уровня АСУТП
- 1.4 Метрологическое обеспечение производства

**2 ВЫБОР ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ СОСТОЯНИЯ
ТРЕБОВАНИЯМ НАДЕЖНОСТИ**

- 2.1 Тип и конструкция измерительного прибора
- 2.2 Организация монтажа, наладки и технического обслуживания измерительного прибор
- 2.3 Метрологическая поверка измерительного прибора
- 2.4 Расчет максимальной пропускной способности регулирующего клапана
- 2.5 Расчет количественных показателей надежности технологического устройства
 - 2.5.1 Ориентировочный расчет надежности технологического устройства
 - 2.5.2 Уточненный расчет надежности технологического устройства
- 2.6 Методы повышения надежности средств измерения и автоматизации
- 2.7 Охрана труда и промышленная безопасность при монтаже и эксплуатации средств автоматизации

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. технологическая схема участка(по теме) (формат А2, А1);
2. функциональная схема с КИП (А3, А2);
3. схема электрическая подключения датчика и клапана (А3).
4. функциональная схема прибора (А3)

Консультант по графической части: Белова Н.Г.

Консультанты по технологической части: Турова С.А., Борисенко А.М., Дресвянникова Ю.М., Черемных Т.И.

Дата выдачи задания «29» марта 2018 г.

Руководитель _____ / _____ /
Задание принял к исполнению «29» марта 2018 г. _____
(подпись студента)