

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР ТПУ

« ____ » _____ 2023 г.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА И ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР

Задание и методические указания к выполнению курсового проекта

Дисциплина	Микропроцессорная техника и промышленный контроллер
Школа	Информационных технологий и робототехники (ИШИТР)
Отделение	Автоматизации и робототехники
Направление	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Уровень подготовки	Бакалавр
Курс / группа	2
семестр	4

Зав. кафедрой -
руководитель ОАР
ИШИТР

А. А. Филипас

Руководитель ООП

М. В. Скороспешкин

Преподаватель

В. В. Курганов

2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫБОРУ ТЕМЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	4
1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	4
2. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	5
3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРУКТУРЕ СИСТЕМЫ	6
4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
5. Общие замечания	9
6. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	9
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	10
7.1 Разработка структурной схемы измерительного канала	10
7.2 Разработка электрической схемы соединений элементов измерительного канала	12
7.3 Расчет метрологических характеристик измерительного канала	14
7.4 Расчет надёжности измерительного канала	14
7.5 Разработка алгоритм выбора канала	20
7.6 Разработка программы в среде CODESYS v2.3	21
7.7 Источники информации.	22

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящего курсового проекта:

- изучение мажоритарных способов организации измерительных каналов промышленных контроллеров;
- оценка метрологических характеристик измерительных каналов.

Настоящий проект объединяет ряд дисциплин, которые изучались, изучаются и будут изучаться в рамках бакалаврской подготовки по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», а именно:

Электротехника;

Информатика;

Физика;

Творческий проект;

Микропроцессорная техника и промышленный контроллер;

Проектирование систем управления;

Проектирование автоматизированных систем;

Метрология, стандартизация и сертификация;

Программное обеспечение АСУ ТП;

И др.

КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫБОРУ ТЕМЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Тема и исходные данные для выполнения курсового проекта (вариант задания) выбираются в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки студента.

Формат номера зачётной книжки

Х	Х	Х	Х	Х	А	В
---	---	---	---	---	---	---

АВ - номер варианта задания на курсовой проект

Для решения вопроса, в случае, если варианты, выбранные по номерам зачетных книжек, совпадают, следует обратиться к преподавателю.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен содержать расчетно-пояснительную записку и графическую часть. В соответствии с общеуниверситетскими требованиями объём неправомерного заимствования результатов работы других авторов для курсовых проектов не должен превышать 15%.

1.1. Тема курсового проекта:

Входной искробезопасный измерительный канал промышленного контроллера.

1.2. Для выполнения курсового проекта по дисциплине «Микропроцессорная техника и промышленный контроллер» необходимо выполнить следующую работу.

1. Изучить поставленную задачу.
2. В соответствии с вариантом задания:
 - провести краткий обзор по вопросу решения поставленной задачи;
 - изучить оборудование для реализации поставленной задачи;

- выбрать оборудование.
- 3. Разработать структурную схему проектируемого канала.
- 4. Разработать электрическую схему соединений элементов канала.
- 5. Рассчитать метрологические характеристики измерительного канала.
- 6. Рассчитать надёжность измерительного канала для случая горячего резервирования в соответствии с вариантом.
- 7. Разработать алгоритм выбора канала.
- 8. Разработать программу на одном из языков CODESYS.

2. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Объём расчётно-пояснительной записки 15-17 стр. Записка оформляется в любом текстовом редакторе и сдаётся в бумажном виде. Желательный шрифт текста Times New Roman, размер 14.

В случае отсутствия доступа к текстовому редактору, возможно оформление пояснительной записки «от руки».

Графический материал оформляется в любом доступном графическом редакторе. Соблюдение масштаба и норм и правил ЕСКД обязательно.

В случае отсутствия доступа к графическому редактору (машинной графике вообще), графическую часть проекта выполнить карандашом на чертеже формата А3 (297x420 мм) с соблюдением масштаба и норм и правил ЕСКД.

Сроки сдачи готового курсового проекта 16 ... 17 неделя семестра.

Защита курсового проекта:

Штатная защита курсового проекта проводится в течение 17 ... 19 недель семестра

Для защиты курсового проекта подготовить презентацию на 3-5 слайдах с отображением основных результатов расчета и установки СУ.

Нештатная защита (защита курсового проекта по истечении установленного срока) проводится по правилам, установленным Учебным управлением ТПУ.

3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРУКТУРЕ СИСТЕМЫ

Измерительный канал имеет структуру, представленную на рисунке 1.

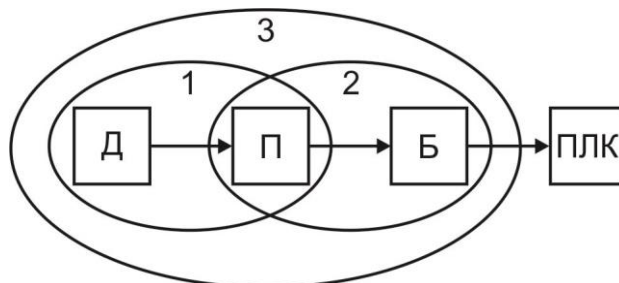


Рисунок 1 – Структура измерительного канала

- где Д – датчик измеряемого (естественного) сигнала;
 П – преобразователь естественного сигнала в унифицированный;
 Б – барьер искрозащиты;
 ПЛК – программируемый логический контроллер;
 1, 2; 3 – варианты совмещения функций одним устройством.

Следует обратить внимание на то, что некоторые датчики, например датчики температуры, требуют внешнего нормирующего преобразователя, в то время как датчики давления, уровня и другие дорогостоящие датчики совмещают в одном устройстве и датчик и преобразователь (вариант 1), а при соответствующем выборе устройство может совмещать и барьер искрозащиты (вариант 3).

Если нормирующий преобразователь необходим, то следует рассмотреть вопрос о совмещении нормирующего преобразователя и барьера искрозащиты (вариант 2). Для этого в номенклатуре технических средств указанного производителя необходимо выбрать соответствующее устройство, если оно есть.

Резервирование канала ввода выполняется в рамках одного контроллера.

Принадлежат эти каналы одному модулю ввода, или разным, принимается самостоятельно.

Алгоритм выбора разрабатывается до программной реализации на любом возможном языке в рамках программы CODESYS

4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1. Таблица 1 - Первая цифра варианта задания (А) – характеристики измеряемого сигнала

№ (А)	Тип измеряемого сигнала	Ед. изм.	Диапазон	Способ измерения/тип датчика	Производитель нормирующего преобразователя
0	Температура	°С	-50 ... 50	ТСМ	ОВЕН
1	Температура	°С	0,0 ... 400,0	ТСП	КонтрАВТ
2	Температура	°С	200,0 ... 850,0	ТХК	Корунд
3	Давление	КПа	-0,1 ... 0,1	тензометрический	Элемер
4	Давление	КПа	0,2 ... 10	тензометрический	Метран
5	Давление	МПа	0,0... 16,0	тензометрический	Манотомь
6	Уровень	м	0...12,0	ультразвуковой	Endress+Hauzer
7	Уровень	м	0,0 ... 0,6	гидростатический	Метран
8	Расход	м ³ /час	0,0 ... 20,0	ультразвуковой	KRONE
9	Расход	кг/час	0,0 ... 850,0	кориолисовый	Yokogawa

4.2. Вторая цифра варианта задания (В) - барьер искрозащиты

№ (В)	Тип барьера, серия	Производитель
0	Искра	Овен, г. Москва
1	КА	КонтрАвт, г. Нижний Новгород
2	БИА	Ленпромавтоматика, г. Санкт-Петербург
3	Серия К	Repperl + Fuchs
4	Корунд	Стенли, г. Москва
5	Искра	Овен, г. Москва

№ (B)	Тип барьера, серия	Производитель
6	КА	КонтрАвт, г. Нижний Новгород
7	БИА	Ленпромавтоматика, г. Санкт-Петербург
8	Серия К	Repperl + Fuchs
9	Корунд	Стенли, г. Москва

4.3. Расчетная цифра варианта задания (С) – ПЛК

№ (C)	Производитель ПЛК	Тип ПЛК (серия)	Тип резервирования
0	ОВЕН	ПЛК 210	Горячее резервирование методом замещения
1	ОВЕН	ПЛК 150	Горячее резервирование методом голосования (2оо3)
2	ОВЕН	ПЛК 63	Горячее резервирование методом голосования (2оо2)
3	ОВЕН	ПЛК73	Горячее резервирование методом голосования (2оо4)
4	ОВЕН	ПЛК 160	Горячее резервирование методом голосования (3оо4)
5	ОВЕН	ПЛК 150	Горячее резервирование методом голосования (2оо3)
6	ОВЕН	ПЛК 200	Горячее резервирование методом голосования (2оо4)
7	ОВЕН	ПЛК 210	Горячее резервирование методом голосования (3оо4)
8	ОВЕН	ПЛК 154	Горячее резервирование методом голосования (2оо2)
9	ОВЕН	ПЛК 73	Горячее резервирование методом замещения

Алгоритм расчета С:

$$C = |(A+B) - 10|$$

5. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Тип источника напряжения и номинал выбирается самостоятельно.

Вопрос отсутствия каких либо данных решается с преподавателем.

6. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Текстовая и расчетная часть:

1. Выбор и изучение технических средств, реализующих измерительный канал.
2. Расчет метрологических характеристик измерительного канала.
3. Расчет надёжности измерительного канала для случая горячего резервирования в соответствии с вариантом.

Графическая часть:

4. Структурная схема измерительного канала.
5. Электрическая схема соединений элементов канала.
6. Алгоритм выбора исправного измерительного канала.
7. Программа на любом из языков CODESYS.

Руководитель курсового проекта,

доцент ОАР ИШИТР

_____ В. В. Курганов

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

7.1 Разработка структурной схемы измерительного канала

Структурная схема — это совокупность элементарных звеньев объекта и связей между ними, один из видов графической модели. Под элементарным звеном подразумевается часть объекта, системы управления и т. д., которая реализует элементарную функцию (Википедия).

Определение достаточно полно и точно формулирует определение этого типа схем, с одной стороны все элементы системы и связи между ними должны присутствовать на этой схеме, с другой стороны она свободна от излишней детализации. Степень детализации это вопрос проектирования. Обычно детализация останавливается на функционально законченных устройствах, например, преобразователь, барьер искрозащиты, блок питания и т. д., то есть на серийно выпускаемых промышленных устройствах. Раскрывать внутреннюю структуру таких устройств, продолжать детализацию, практически невозможно по причине отсутствия схем устройств, которые, возможно, по мнению производителей, являются их интеллектуальной собственностью.

Хорошо выполненная структурная схема даёт специалисту первичное, достаточно полное представление о системе автоматизации, объёме автоматизации, используемых технических средствах, линиях связи и протоколах обмена информацией.

На рисунке 1 представлена структурная схема системы измерения производного технологического перемерта с мажоритарным выбором (голосованием).

Мажоритарный элемент (мажоритарный клапан, переключатель по большинству) — логический элемент с числом входных сигналов, равном n , и одним выходным сигналом, значение которого совпадает со значением сигналов на большинстве входов, или заданном большинстве. При чётном числе входов про-

стым большинством считается $n/2+1$, а заданным большинством, например, $2/3n$. Элемент работает по следующему принципу: выходной сигнал равен значению входных сигналов на простом или заданном большинстве (например: если на большинстве входов будет сигнал «1», то и на выходе схемы установится сигнал «1»).

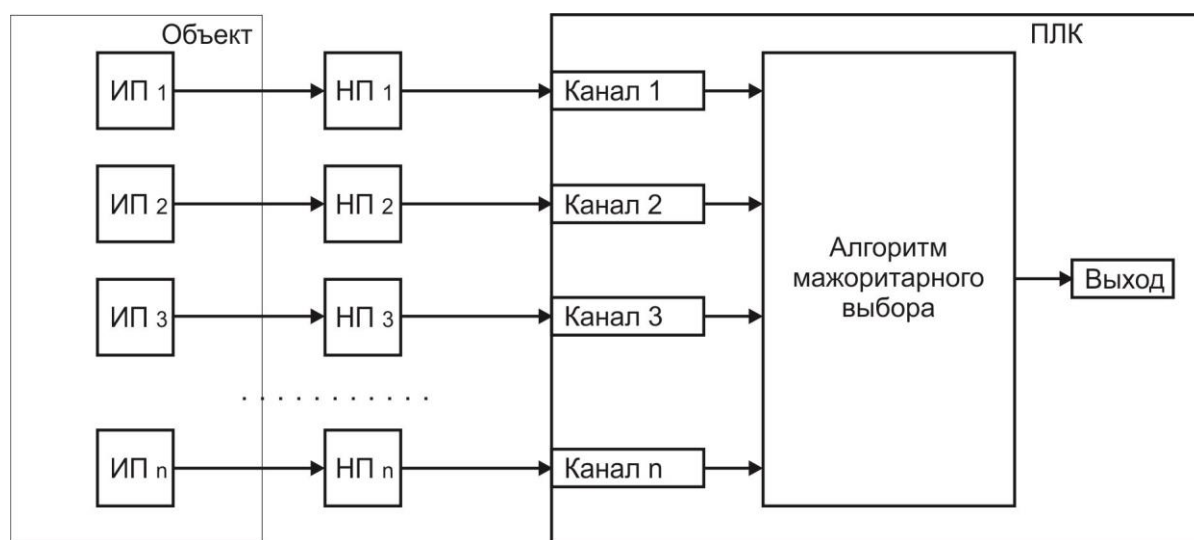


Рисунок 1 - Структурная схема системы измерения произвольного технологического параметра с мажоритарным выбором

Обозначения, использованные на схеме:

ИП 1...n – измерительный преобразователь;

НП 1...n – нормирующий преобразователь.

Анализируя данную структурную схему измерения можно сделать следующий вывод. Технологический параметр измеряется с помощью n измерительных преобразователей, сигналы с которых поступают на нормирующих преобразователей, унифицированные сигналы с которых поступают на n -канальный модуль ввода ПЛК. Общаются эти сигналы с помощью алгоритма мажоритарного выбора (голосования).

7.2 Разработка электрической схемы соединений элементов измерительного канала

При выполнении электрической схемы соединений следует особо обратить внимание на следующие моменты:

- необходимость источников питания и их номинальные значения по току и напряжению;
- соблюдение полярности при подключении устройств к источнику питания и между собой;
- обозначение (маркировка) проводов;
- наличие заземления в устройствах.

Электрическая схема соединений, разработанная в рамках проекта, должна быть работоспособной.

На рисунке 2 представлен фрагмент электрической схемы соединений.

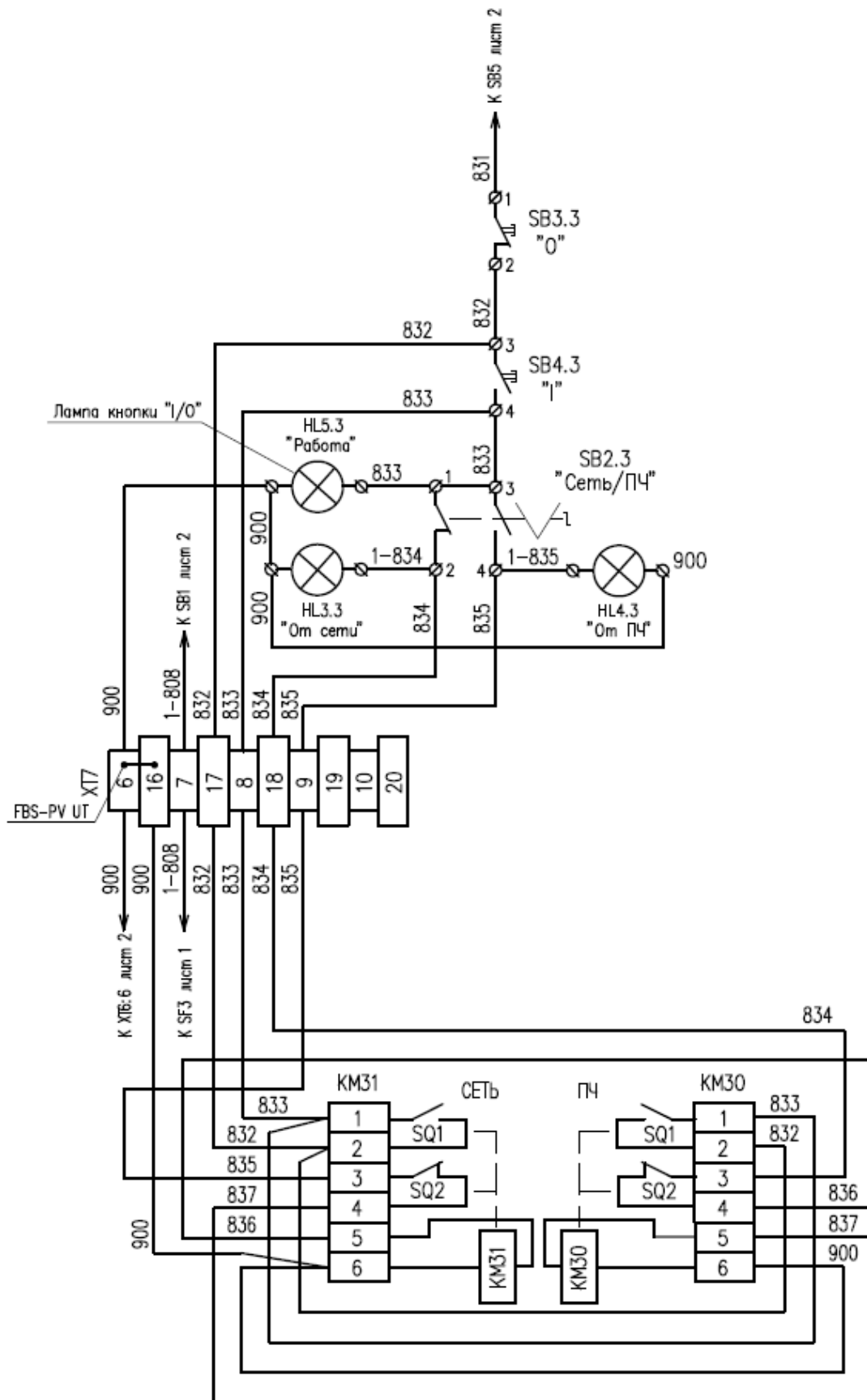


Рисунок 2 – Фрагмент электрической схемы соединений

7.3 Расчет метрологических характеристик измерительного канала

В данном разделе междисциплинарного проекта необходимо рассчитать приведённую погрешность γ измерительного канала

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x_N} 100 [\%]$$

на основании сведений, полученных из технической документации на используемые приборы.

На рисунке 3 представлена структурная схема измерительного канала.

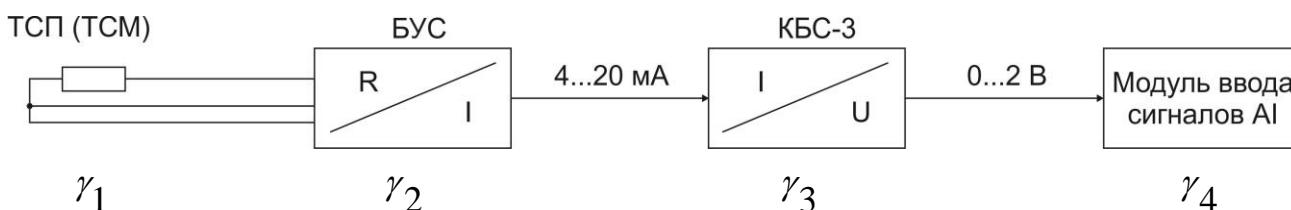


Рисунок 3 – Структурная схема измерительного канала

Приведённая погрешность такого канала, представленного на рисунке 3, есть корень квадратный из суммы квадратов приведённых погрешностей элементов канала

$$\gamma_{\text{ИК}} = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2 \dots + \gamma_n^2},$$

где $\gamma_{1..n}$ приведённые погрешности элементов измерительного канала, взятые из технической документации.

7.4 Расчет надёжности измерительного канала

Надёжность - это свойство объекта сохранять во времени значения всех параметров и выполнять требуемые функции в заданных условиях применения. Надёжность является составным понятием. Оно может включать в себя понятия безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. В промыш-

ленной автоматизации для количественной оценки надежности чаще всего используется параметр «наработка на отказ» или «интенсивность отказов», а в системах безопасности – «вероятность отказа при наличии запроса»

Интенсивностью отказов называется условная плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возник. При испытаниях на надежность количество исправных элементов $n(t)$ с течением времени t уменьшается за счет того, что часть из них $n(t)-n(t+dt)$ становятся неисправными через время dt в результате отказа. Интенсивность отказа определяется пределом

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1}{n(t)} \frac{n(t) - n(t + \Delta t)}{\Delta t} = - \frac{1}{n(t)} \frac{dn(t)}{dt}$$

Длительность t безотказной работы элемента (от момента включения $t=0$ до t) является случайной величиной, поэтому ее можно характеризовать вероятностью

$$P(t) = \frac{n(t)}{n(0)},$$

где $n(0) \rightarrow \infty$ - число исправных элементов в момент времени $t=0$ (все исправны);

$n(t)$ - число исправных элементов в момент времени t .

При конечном числе испытуемых элементов вместо вероятности получают ее точечную статистическую оценку.

Вероятность безотказной работы можно интерпретировать следующим образом: если в системе автоматизации используется 100 модулей ввода-вывода, каждый из которых имеет вероятность безотказной работы $P(t) = 0,99$ в течение времени $t=1$ год, то через год после начала эксплуатации в среднем один из модулей станет неработоспособен.

Поделив числитель и знаменатель предыдущего выражения на $n(0)$, получим

$$\lambda(t) = - \frac{1}{n(t)} \frac{dn(t)}{dt} = - \frac{1}{P(t)} \frac{dP(t)}{dt}$$

Выражение для функции распределения длительности безотказной работы $P(t)$ можно получить, решив дифференциальное уравнение с начальными условиями $P(0)=1$:

$$P(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(t) dt\right),$$

Для экспоненциальной функции распределения

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}.$$

Зная плотность распределения $f(t)$, найдём среднюю наработку до первого отказа T_{cp} , которая является математическим ожиданием случайной величины – длительности безотказной работы t

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \lambda \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda},$$

Наработка до отказа T_{cp} является основным параметром, который указывается в эксплуатационной документации на электронные средства промышленной автоматизации.

Поскольку при $t = T_{cp}$ получается

$$P(T_{cp}) = \frac{1}{e} = 0,37,$$

то наработку на отказ интерпретируют следующим образом:

если в системе автоматизации имеется 100 модулей ввода-вывода, то через время после начала эксплуатации останется в среднем 37 работоспособных и 63 отказавших модулей.

Оценка надёжности резервированных систем

Надёжность автоматизированной системы является комплексной характеристикой системы и состоит из нескольких показателей, основными из которых являются **безотказность** и **ремонтпригодность**.

Безотказность численно характеризуется средней наработкой до отказа, обозначается буквой T , или интенсивностью отказов λ , а также вероятностью безотказной работы $P(t)$ в течение заданного времени t .

Ремонтопригодность характеризуется средним временем восстановления после отказа T_v или вероятностью восстановления в течение заданного времени.

Для расчета показателей надежности сложных систем, состоящих из большого количества элементов, используют метод декомпозиции (расчет надежности по частям).

Если показатели надежности отдельных элементов (в том числе резервированных) заданы или рассчитаны, то вероятность безотказной работы системы рассчитывают следующим образом.

Событие, состоящее в безотказной работе i -того элемента системы, обозначают символами A_i , а противоположное событие (отказ элемента) обозначают как \bar{A}_i . Отказ системы без резервирования наступает при отказе хотя бы одного элемента. Поэтому событие, состоящее в безотказной работе системы, равно произведению событий

$$A_{\Sigma} = \prod_{i=1}^N A_i,$$

где N – количество элементов.

Вероятность произведения независимых событий равна произведению вероятностей событий. Поэтому вероятность работоспособного состояния системы равна

$$P(A_{\Sigma}) = P\left(\prod_{i=1}^N A_i\right) = \prod_{i=1}^N P(A_i)$$

Учитывая зависимость вероятности безотказной работы элементов от времени $P(t) = e^{-\lambda t}$ для каждого i -того элемента, предыдущее выражение можно записать в виде

$$P(A_{\Sigma}) = \prod_{i=1}^N e^{-\lambda_i t} = e^{\left(-\sum_{i=1}^N \lambda_i t\right)} = e^{(-\lambda_c t)}$$

где $\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i$ интенсивность отказов всей системы.

Поскольку в эксплуатационной документации обычно указывают среднюю наработку до отказа, которая связана с интенсивностью отказов соотношением

$$T_c = 1/\lambda$$

то, наработку до отказа всей системы можно представить в виде

$$T_c = \left(\sum_{i=1}^N 1/T_i \right)^{-1}$$

где T_i – наработка на отказ отдельного элемента.

В частности, для системы из N одинаковых элементов с наработкой $T_i=T_0$

$$T_c = T_0 / N,$$

т. е. наработка на отказ системы обратно пропорциональна количеству ее элементов.

Резервированный элемент (контроллер, датчик и др.) при расчете надежности **можно рассматривать как один элемент системы**, если для него найдены показатели надежности.

Поскольку в системах автоматизации используются, как правило, только два вида резервирования: горячее резервирование замещением и мажоритарное резервирование (методом голосования), то при расчете их показателей безотказности можно обойтись алгеброй случайных событий и теорией вероятностей.

В случае горячего резервирования два элемента (например, два ПЛК) находятся постоянно во включенном состоянии и при отказе одного из них в работу включается второй. Если считать, что общие элементы, обеспечивающие процесс резервирования, **абсолютно надежны**, то безотказная работа резервированной системы A_Σ , состоящей из двух ПЛК, будет обеспечена, если работоспособен хотя бы один из них. Обозначим событие, состоящее в безотказной работе 1-го элемента как A_1 , 2-го как A_2 , а противоположные им события (отказы элементов) как \underline{A}_1 и \underline{A}_2 .

Тогда событие, состоящее в работоспособности резервированной системы (в данном примере система состоит из двух ПЛК), будет иметь место, если работоспособен первый ПЛК и одновременно работоспособен второй (A_1A_2) ИЛИ работоспособен первый и отказал второй ($A_1\bar{A}_2$) ИЛИ отказал первый и работоспособен второй: (\bar{A}_1A_2), т.е.

$$A_{\Sigma} = A_1A_2 + A_1\bar{A}_2 + \bar{A}_1A_2 = A_1(A_2 + \bar{A}_2) + \bar{A}_1A_2 = A_1 + \bar{A}_1A_2$$

Найдем теперь вероятность работоспособности системы, пользуясь тем, что события A_1A_2 , $A_1\bar{A}_2$ и \bar{A}_1A_2 несовместны (т.е. не могут иметь место в одно и то же время), следовательно, вероятность суммы событий равна сумме вероятностей каждого из них, а вероятность произведения событий равна произведению вероятностей, получим

$$P(A_{\Sigma}) = P(A_1A_2 + A_1\bar{A}_2 + \bar{A}_1A_2) = P(A_1) + P(\bar{A}_1)P(A_2).$$

Учитывая что, $P(A_1) + P(\bar{A}_1) = 1$, и $P(A_1) = P(A_2) = P_0$, получим

$$P(A_{\Sigma}) = P_{\Sigma} = 2P_0 = P_0^2.$$

Через интенсивность отказов

$$P_{\Sigma} = 2e^{-\lambda_0 t} - e^{-2\lambda_0 t}.$$

Плотность распределения времени до отказа (частота отказов) равна

$$f_{\Sigma}(t) = 2\lambda_0(e^{-\lambda_0 t} - e^{-2\lambda_0 t}).$$

7.5 Разработка алгоритм выбора канала

Рассмотрим динамический алгоритм мажоритарного выбора исправного измерительного канала 2 из 3 (2оо3 или 2 out of 3). Алгоритм представлен на рисунке 4.

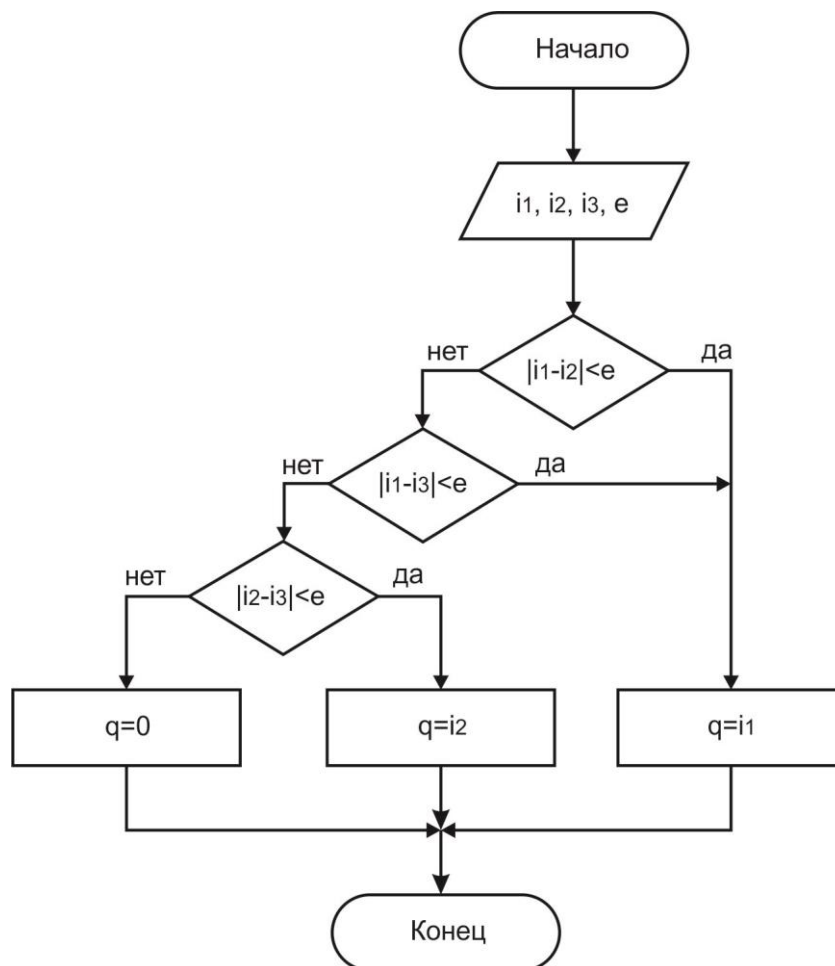


Рисунок 4 – Алгоритм мажоритарного выбора 2оо3

Работа алгоритма.

В каждом цикле работы ПЛК измеренные сигналы сравниваются между собой. Если разность между двумя любыми сигналами не превышает заранее заданной величины ошибки e , то выходному значению алгоритма присваивается любое из сравниваемых значений. В случае если совпадений не обнаружено,

выходной величине присваивается нулевое значение (возможно какое-либо аварийное значение).

При равенстве двух значений выходному значению алгоритма может быть присвоено и среднее значение, но если взвешенно подойти к выбору значения e , это будет излишним.

7.6 Разработка программы в среде CODESYS v2.3.

После разработки алгоритма необходимо разработать программу на одном из языков CODESYS.

Разработку выполнить без привязки к целевой платформе (конкретной модели ПЛК). Демонстрацию выполнить в режиме эмуляции.

CODESYS (*Controller Development System*) - инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации. Производится и распространяется компанией 3S-Smart Software Solutions GmbH (Кемптен, Германия). Версия 1.0 была выпущена в 1994 году.

Среда распространяется бесплатно и широко используется для программирования промышленных контроллеров как отечественного, так и зарубежного производства.

Скачать программу можно с сайта компании OBEH:

Каталог продукции – Программное обеспечение, устройства связи – среда программирования CODESYS v2.3.

7.7 Источники информации

- | | | |
|----|--|--|
| 1 | https://owen.ru | Контрольно-измерительные приборы ОВЕН. |
| 2 | https://www.contravt.ru | НПФ «КонтрАвт». КИПиА для АСУ ТП. |
| 3 | https://www.mano-term.ru | Датчики температуры Корунд-Т. |
| 4 | https://www.elemer.ru | Приборостроительный завод НПП Элемер. |
| 5 | https://www.metran.ru | Промышленная группа «Метран». |
| 6 | https://www.manotom.ru | ООО «Манотомь» |
| 7 | https://www.ru.endress.com | Продукция компании Endress+Hauzer |
| 8 | https://www.krone-rus.ru | Продукция компании KRONE |
| 9 | https://www.yokogawa.com | Официальный сайт Yokogawa Electric Corporation в России. |
| 10 | https://www.stenli.ru | Продукция ООО «Стенли». |
| 11 | https://www.lpadevice.ru | Продукция ООО «ЛенПромАвтоматика». |
| 12 | https://www.pepperl-fuchs.ru > russia | Продукция компании Pepperl + Fuchs |

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА И ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР

Задание и методические указания к выполнению курсового проекта




Составитель Курганов Василий Васильевич

Подписано к печати «___»_____ 2023 г.

Формат 60x84-16. Бумага «Классика»

Печать RISO. Усл. печ. л. 1.16. Уч. – изд. л. 1.05.

Заказ № _____ . Тираж 10 экз.

	<p>Томский политехнический университет Система менеджмента качества Томского политехнического университета сертифицирована NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000</p>	
<p>ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.</p>		