

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан МФ

 /С.Ю. Труднев/  
«23» октября 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Микропроцессорные системы управления»**

по специальности  
по направлению подготовки  
13.03.02 «Энергетика и электротехника»  
(уровень бакалавриат)

профиль: «Электрооборудование и автоматика судов»  
квалификация: бакалавр

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Энергетика и электротехника» (уровень бакалавриат), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 02.10.2024 г., протокол № 2.

Составитель рабочей программы  
Старший преподаватель кафедры «ЭУЭС»

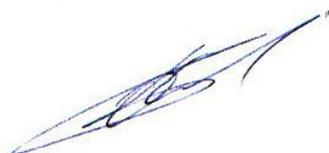


Рогожников А.О.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»  
«17» октября 2024 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«23» октября 2024 г.



Белов О.А.

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

В последние годы на судах флота наблюдается широкое внедрение средств автоматизации и информационных систем. Современное судно представляет собой сложный комплекс различных технических средств и систем, от надежной работы которых в полной мере зависят эффективность и безопасность использования судна, поэтому важное значение имеет подготовка квалифицированных электромехаников, способных рационально решать вопросы эксплуатации судового оборудования и в частности судовых информационно-измерительных систем.

**Целью** освоения дисциплины «**Микропроцессорные системы управления**» является изучение принципов построения, работы и организации микропроцессорных устройств и комплексов, а также методов их программирования

Основные **задачи** дисциплины заключаются в изучении студентами микропроцессорных комплексов, их архитектуры и принципов работы, методов программирования и современного состояния микропроцессорной техники. Студенты должны изучить принципы построения микропроцессорных устройств, а также получить навыки работы с микропроцессорными устройствами.

После освоения теоретического материала и выполнения практических работ студент **должен:**

**Знать:** основы автоматизации управления судовыми техническими средствами; свойства, настройку систем автоматического регулирования; автоматизированное управление судовыми электроэнергетическими системами; принципы построения микропроцессорных систем управления (прерывание, прямой доступ в память, шинная организация, микропрограммное управление, программируемость больших интегральных схем), основные функциональные узлы, интегральная и структурные схемы микропроцессорных систем, интерфейсы и периферия, связи с датчиками и исполнительными механизмами, системы, обеспечивающие входение в общесудовую и глобальную информационную систему, программное обеспечение, системы самотестирования.

**Уметь:** осуществлять техническую эксплуатацию судовой автоматизированной электроэнергетической системы и электроприводов судовых механизмов;

**Владеть:** навыками настройки систем автоматического регулирования, включая микропроцессорные системы управления, правилами построения принципиальных схем и чертежей электрооборудования и средств автоматики, схем микропроцессорных систем судов, навыками чтения электросхем, чертежей и эскизов деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Энергетика и электротехника», выпускник должен обладать следующими **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ:**

- Способен обосновывать планы и программы технического обслуживания и ремонта оборудования электрических сетей (**ПК-2**)
- Способен планировать и вести деятельность по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования (**ПК-3**)

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины (знать, уметь, владеть), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенция или ее часть), представлены в табл. 1.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
-----------------	--------------------------	------------------------------------------	----------------------------------------------	-------------------------

ПК-2	Способен обосновывать планы и программы технического обслуживания и ремонта оборудования электрических сетей	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> . Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-2 <sub>ПК-2</sub> . Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики, электрорадионавигационных систем, судового технологического и бытового оборудования ИД-3 <sub>ПК-2</sub> . Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-4 <sub>ПК-2</sub> . Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Знать:</b> – современные методы диагностики и ремонта электрооборудования и систем автоматики.	<b>З(ПК-2)1</b>
			<b>Уметь:</b> – проводить сбор и анализ данных о режимах работы судового электрооборудования.	<b>У(ПК-2)1</b>
			<b>Владеть:</b> – способностью к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, самообразованию и постоянному совершенствованию в профессиональной, интеллектуальной, культурной и нравственной деятельности.	<b>В(ПК-2)1</b>
ПК-3	Способен планировать и вести деятельность по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> . Знает устройство (конструкцию) электрооборудования и устройств автоматики ИД-2 <sub>ПК-3</sub> . Знает назначение и технические характеристики электрооборудования и устройств автоматики палубных механизмов, тралового и грузоподъемного оборудования ИД-3 <sub>ПК-3</sub> . Умеет анализировать параметры технического состояния электрооборудования ИД-4 <sub>ПК-3</sub> . Умеет работать с технической документацией по эксплуатации электрооборудования и автоматики	<b>Знать:</b> – принцип работы судового электрооборудования, автоматики и систем; – основные принципы и правила подготовки судовых электрооборудования, автоматики и систем к действию; – основные принципы диагностирования и алгоритмы поиска неисправностей судовых автоматизированных электроэнергетических систем	<b>З(ПК-3)1</b>  <b>З(ПК-3)2</b>  <b>З(ПК-3)3</b>
			<b>Уметь:</b> – читать электрические схемы; – находить неисправность в системе	<b>У(ПК-3)1</b>  <b>У(ПК-3)2</b>
			<b>Владеть:</b> – навыками эксплуатации судового электрооборудования, автоматики и систем; – основными положениями правил технической эксплуатации электрооборудования и систем автоматики	<b>В(ПК-3)1</b>  <b>В(ПК-3)2</b>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микропроцессорные системы управления» (МПСУ) (Б1.В.26) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной профессиональной образовательной программы, обеспечивает подготовку студентов в области управляющих устройств на базе микропроцессоров, архитектуры ЭВМ, микропроцессоров и микро-контроллеров, применяемых в управляющих микропроцессорных устройствах. Микропроцессор – изобретение, объединившая достижения интегральных технологий с основными результатами развития фундаментальной и прикладной математики, кибернетики и информатики. Современное состояние производства микропроцессоров характеризуется разнообразием фирм производителей и типом архитектур. Внедрение микропроцессорных систем управления в судовые энергетические системы морских судов позволили улучшить качество воспроизводимой энергии и облегчить процесс работы, поэтому дисциплина «Микропроцессорные системы управления» является базовой в системе подготовки инженера по эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики. Знания, полученные курсантами в предшествующих технических дисциплинах, освоение дисциплины «Микропроцессорные системы управления» позволят сформировать у специалиста, способного решать задачи, возникающие при эксплуатации средств автоматики и судового электрооборудования. Дисциплина «Микропроцессорные системы управления» является дисциплиной профессионального цикла.

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Микропроцессорные системы управления» используются при изучении дисциплины «Системы управления энергетическими и технологическими процессами».

### 4. Содержание дисциплины

*Тематический план дисциплины заочной формы обучения представлен в табл. 4.*

Таблица 4

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Концептуальные основы микропроцессорной техники и микропроцессорных устройств	41	5	2	2	1	36	Конспект лекций по темам, защита отчета по ПР	
Система команд и языки программирования микропроцессоров	42	5	2	2	1	37		
Память микропроцессорной системы	44	7	3	3	1	37		
Программируемые логические контроллеры	44	7	3	3	1	37		

Экзамен							Опрос	9
Всего	180	24	10	10	4	147		9

## 4.2. Содержание дисциплины

### Раздел 1. Концептуальные основы микропроцессорной техники и микропроцессорных устройств.

#### Тема 1. Общие сведения.

##### Лекция

Сущность и определение микропроцессорных систем управления. Классификация микропроцессорных устройств. Основные характеристики микропроцессора. Принципы программного управления.

##### Практическое занятие

Практическая работа № 1.

Ознакомление со структурной схемой и аппаратными средствами микропроцессорного измерителя-регулятора ТРМ-1А

##### Практическое занятие

Практическая работа № 2.

Ознакомление со структурной схемой и аппаратными средствами микропроцессорного измерителя-регулятора ТРМ-251

#### Тема 2. Структура микропроцессора.

##### Лекция

Структура микропроцессора с фиксированной разрядностью и аппаратной реализацией устройств. Структура микропроцессора с наращиваемой разрядностью и аппаратной реализацией устройств. Интерфейс микропроцессорных систем. Магистралы. Порты и адаптеры.

##### Практическое занятие

Практическая работа № 3.

Микропроцессорное управление двигателя постоянного тока по системе «Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения с регулированием по скорости»

##### Литература [10, с. 93,94]

Лабораторная работа № 1.

Настройка и работа с измерителем-регулятором ТРМ-1А

### Раздел 2. Система команд и языки программирования микропроцессоров.

#### Тема 3. Понятие микропроцессорной системы управления

##### Лекция

Система команд. Языки программирования микропроцессоров. Понятие микропроцессорной системы управления

##### Практическое занятие

Практическая работа № 4.

Изучение принципов действия шагового двигателя и способов построения систем управления

Лабораторная работа № 2.

Настройка и работа с измерителем-регулятором ТРМ-251

#### Тема 4. Организация ввода/вывода информации в микропроцессорных системах, прерывания и дисциплина их обслуживания в микропроцессорных системах

##### Лекция

Организация ввода/вывода информации в микропроцессорных системах. Форма передачи данных. Способы обмена информацией в микропроцессорных системах. Программно-управляемый ввод/вывод. Прерывания и дисциплина обслуживания прерывания. Режим простого доступа к памяти. Организация интерфейса с клавиатуры.

##### Практическое занятие

Практическое занятие №5.

Микропроцессорное управление двигателя постоянного тока по системе «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с подчиненным регулированием по напряжению»

*Литература* [10, с. 95,96]

Лабораторная работа № 3.

Программирование управляющего устройства шагового двигателя в шаговом режиме

### **Раздел 3. Память микропроцессорной системы**

#### **Тема 5. Организация запоминающих устройств, их типы и характеристики.**

*Лекция*

Оперативные запоминающие устройства. Постоянные запоминающие устройства. Программируемые логические матрицы. Базовые матричные кристаллы. Программируемые логические интегральные схемы.

Лабораторная работа № 4.

Программирование управляющего устройства шагового двигателя в полушаговом режиме

*Практическое занятие*

Практическое занятие №6.

Микропроцессорное управление двигателя постоянного тока по системе «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с подчиненным регулированием по напряжению»

*Литература*[10, с. 97,98]

#### **Тема 6. Микропроцессорные системы управления типа ASA-S**

*Лекция*

Основные сведения о системе ASA-S. Организация обмена информацией в микропроцессорной системе управления ASA-S. Математическое обеспечение системы ASA-S.

Лабораторная работа № 5.

Индикация углового положения шагового двигателя. Индикация скорости вращения шагового двигателя.

*Практическое занятие*

Практическое занятие №7.

Ознакомление со структурной схемой и аппаратными средствами программируемого логического контроллера ПЛК63

#### **Тема 7. Микропроцессорная система управления типа Gearas.**

*Лекция*

Основные сведения о системе Gearas. Блок управления генераторными агрегатом DSG822. Блок управления нагрузкой LSG 821.

Лабораторная работа № 6.

Настройка и работа с программируемым логическим контроллером ПЛК63

*Практическое занятие*

Практическое занятие №8.

Изучение принципа действия системы ШИП-ДПТ с симметричным и несимметричным управлением

#### **Тема 8. Микропроцессорная система управления DELOMATIC**

*Лекция*

Общие сведения о системе DELOMATIC. Функции управления генераторными агрегатами и электростанцией. Функции контроля параметрами и защиты генераторных агрегатов.

Лабораторная работа № 7.

Программирование управляющего устройства шагового двигателя в режиме позиционирования

*Практическое занятие*

Практическое занятие №9.

Микропроцессорное управление электродвигателя в системе «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором с регулированием по скорости»

*Литература* [10, с. 99]

#### **Раздел 4. Программируемые логические контроллеры.**

## **Тема 9. Микропроцессорные контроллеры управления судовыми генераторными агрегатами.**

### *Лекция*

Программируемые логические контроллеры для выполнения отдельных функций управления судовыми генераторными агрегатами. Общие сведения о контроллерах. Дисплейная панель. Особенности исполнения контроллеров для управления работой дизель-генераторов и валов-генераторов.

### *Практическое занятие*

Практическое занятие №10.

Изучение способов управления тиристорным преобразователем (ТП)

Лабораторная работа № 7.

Программирование управляющего устройства ШИП в несимметричном режиме

## **Тема 10. Микропроцессорные системы управления судовыми энергетическими установками**

### *Лекция*

Система управления главным двигателем и винтом регулируемого шага «SELMA-MARINE». Система управления главным двигателем FАНМ-S. Система управления главным двигателем и винтом регулируемого шага FAMP-M. Система управления главным двигателем и винтом регулируемого шага FAMP-S. Система дистанционного автоматизированного управления Geamot 90. Система дистанционного автоматизированного управления MEGA-GUARD (MG).

### *Практическое занятие*

Практическое занятие №11.

Изучение принципов действия вентильного двигателя и способов построения систем управления

Лабораторная работа № 8.

Программирование управляющего устройства коммутатора вентильного двигателя

## **Тема 11. Техническое обслуживание микропроцессорных систем управления**

### *Лекция*

Потеря работоспособности систем. Технические средства и принципы отладки микропроцессорных систем. Контроль работоспособности и локализация отказов в микропроцессорных системах. Организация эксплуатации микропроцессорных системах.

Лабораторная работа № 9.

Программирование управляющего устройства замкнутой системы управления вентильного двигателя

Лабораторная работа № 10.

Программирование цифровой системы управления нереверсивного однофазного ТП

## **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

### **5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа курсантов / студентов**

Основными формами самостоятельной работы студентов при освоении дисциплины являются: проработка вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, изучение основной и дополнительной литературы, конспектирование материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к промежуточной аттестации.

Студентам заочной формы обучения необходимо параллельно с изучением теории выполнить контрольную работу. Во время экзаменационно-лабораторной сессии защитить контрольную работу и сдать экзамен по дисциплине.

**Тема контрольной работы:** Программирование микроконтроллеров MCS-51

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)**

1. Функциональная схема современного электропривода
2. Место электропривода в современной технологии
3. Электропривод и современная энергетика
4. Общие требования к электроприводу
5. Электромеханическое преобразование энергии как основа машинного производства
6. Классификация электропривода
7. Механические характеристики асинхронных двигателей
8. Электромеханические характеристики асинхронных двигателей
9. Механические характеристики синхронных двигателей
10. Упрощенная структурная схема синхронных двигателей
11. Уравнения и структурная схема ДНВ
12. Механические и электромеханические характеристики ДПТ
13. Принципы управления координатами и основные показатели регулирования
14. Регулирование скорости двигателей постоянного тока независимого возбуждения.
15. Регулирование скорости двигателей постоянного тока параллельного возбуждения.
16. Регулирование скорости асинхронных двигателей
17. Регулирование скорости двигателей постоянного тока последовательного возбуждения
18. Регулирование скорости двигателей постоянного тока смешанного возбуждения
19. Типовые схемы управления электроприводами
20. Физические процессы в ЭП с машинами постоянного и переменного тока
21. Переходные процессы механической части электропривода
22. Реостатное регулирование скорости, схемы включения, механические характеристики, основные показатели регулирования
23. Система тиристорный преобразователь –двигатель (ТП – Д)
24. Регулировочные характеристики системы ТП-Д
25. Приведение статических моментов и моментов инерции к валу двигателя.
26. Основные показатели регулирования координат в системе ТП-Д.
27. Выбор тиристорного преобразователя по мощности.
28. Способы формирования статических характеристик с помощью обратных связей по напряжению, скорости, току.
29. Регулируемый ЭП переменного тока
30. Способы регулирования скорости и момента асинхронного и синхронного электропривода.
31. Регулирование скорости АД путем изменения числа пар полюсов
32. Способы соединения обмоток, механические характеристики, основные показатели регулирования
33. Реостатное регулирование скорости и момента АД
34. Механические характеристики, основные показатели регулирования координат
35. Системы импульсного регулирования в цепи ротора и в цепи статора АД
36. Фазовое управление АД
37. Частотное регулирование скорости

## 38. Каскадное регулирование скорости АД

### 7. Рекомендуемая литература

#### 7.1. Основная литература

1. Н.А.Алексеев, С.Б.Макаров, Н.Н. Портнягин, Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промышленных судов.- М.: Колос, 2008.-424 с.
2. Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. — М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2003.
3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. М.: Высшая школа, 2008. – 797 с.

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Молочков В.Я. Микропроцессорные средства управления техническими средствами рыбопромысловых судов. — М.: МОРКНИГА, 2013. –362 с.
2. Кузнецов А.П., Лукьянов В.Ю. Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и электросетях. — М.: НЦ ЭНАС, 2001, –120 с.

#### 7.3. Методическое обеспечение:

3. Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления. Практикум по программированию микропроцессора ИНТЕЛ 8080: Учебнометодическое пособие для студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Н.Н. Портнягин. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 108 с.
4. Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления. Программирование микроконтроллеров MCS-51 : Лабораторный практикум для курсантов и студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Н.Н. Портнягин, В.В. Портнягина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 77 с.
5. Лоншаков С.А. Методические указания к лабораторным работам «Микропроцессорные системы управления» для студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Л.Н. Лоншаков. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2019. – 54 с.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям** Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний. Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки

и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

**Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.** Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

**Рекомендации по организации самостоятельной работы.** Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену, выполнение самостоятельных практических заданий (рефератов, расчетно-графических заданий/работ, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).

**Подготовка к экзамену.** При подготовке к экзамену большую роль играют правильно подготовленные заранее записи и конспекты. В этом случае остается лишь повторить пройденный материал, учесть, что было пропущено, восполнить пробелы, закрепить ранее изученный материал. В ходе самостоятельной подготовки к экзамену при анализе имеющегося теоретического и практического материала студент также рекомендуется проводить постановку различного рода задач по изучаемой теме, что поможет в дальнейшем выявлять критерии принятия тех или иных решений, причины совершения определенного рода ошибок. При ответе на вопросы, поставленные в ходе самостоятельной подготовки, обучающийся вырабатывает в себе способность логически мыслить, искать в анализе событий причинно-следственные связи.

## **10. Курсовой проект**

Выполнение курсового проекта не предусмотрено учебным планом.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

### ***11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса***

1. электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 6 и 7 данной рабочей программы;
2. использование слайд-презентаций;
3. интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### ***11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. текстовый редактор MicrosoftWord;
2. электронные таблицы MicrosoftExcel;
3. презентационный редактор MicrosoftPowerPoint.

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы учебная аудитория № 3-411 с комплектом учебной мебели на 32 посадочных места;
2. доска аудиторная;
3. комплект лекций по темам курса «Микропроцессорные системы управления»;
4. мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
5. лабораторные стенды;
6. кодоскоп;
7. комплект слайдов для кодоскопа;
8. Пакет прикладных программ MATLAB;
9. Пакет прикладных программ ELEKTRONICWORKBENCH;
10. Пакет прикладных программ MULTISIM.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет МОРЕХОДНЫЙ

Кафедра «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан мореходного факультета



С.Ю. Труднев

«23» октября 2024 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Микропроцессорные системы управления»**

по направлению подготовки  
13.03.02 «Энергетика и электротехника»  
(уровень бакалавриат)

профиль: «Электрооборудование и автоматика судов»  
квалификация: бакалавр

Петропавловск-Камчатский  
2024

Фонд оценочных средств дисциплины составлен на основании ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Энергетика и электротехника» (уровень бакалавриат), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 02.10.2024 г., протокол № 2

Составитель фонда оценочных средств  
Преподаватель кафедры «ЭУЭС»

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

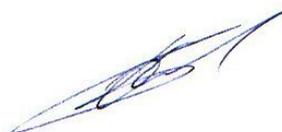
Рогожников А.О.  
(ФИО.)

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«17» октября 2024 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«23» октября 2024 г.



Белов О.А.

**АКТУАЛЬНО НА**

2025 / 2026 учебный год

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Белов О.А.  
(ФИО. зав.кафедрой)

2026 / 2027 учебный год

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО. зав.кафедрой)

2027 / 2028 учебный год

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО. зав.кафедрой)

2028 / 2029 учебный год

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО. зав.кафедрой)

2029 / 2030 учебный год

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО. зав.кафедрой)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации студентов по дисциплине «**Микропроцессорные системы управления**» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

1. паспорт фонда оценочных средств по дисциплине;
2. перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
3. описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание их шкал оценивания;
4. методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

## 1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «**Микропроцессорные системы управления**»

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Концептуальные основы микропроцессорной техники и микропроцессорных устройств	ПК-2, ПК-3	Конспект лекций по темам, защита отчета по ПР
2	Система команд и языки программирования микропроцессоров		
3	Память микропроцессорной системы		
4	Программируемые логические контроллеры		

## 2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Наименование контролируемой компетенции	Наименование дисциплины формирующей компетенцию	Этапы формирования компетенции				
				1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
1	ПК-2	Способен производить оценку технического состояния электрооборудования	<b>Микропроцессорные системы управления</b>			3		
			Элементы и функциональные устройства судовой автоматики			3		
			Судовые автоматизированные электроэнергетические системы					5
			Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики					5
			Гребные электрические установки			3	4	
2	ПК-3	Способен планировать и вести деятельность по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования	Судовые электроприводы			3		
			<b>Микропроцессорные системы управления</b>			3		
			Судовые автоматизированные электроэнергетические системы					5
			Основы расчета и проектирования электроэнергетических систем					5
			Производственная практика			3	4	

Контроль поэтапного формирования результатов освоения дисциплины для студентов осуществляется в рамках текущей аттестации в ходе выполнения заданий на практических занятиях, выполнении заданий, вынесенных на самостоятельную работу (СРС), а также при сдаче экзамена.

### **3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание их шкал оценивания**

#### **Критерии выставления оценок за практическую работы**

Оценка «**отлично**» выставляется, если студент показал глубокие знания и понимание программного материала по теме практической работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «**хорошо**» выставляется, если студент твердо знает программный материал по теме практической работы, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы. Правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется, если студент имеет знания только основного материала по поставленным контрольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме практической работы.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется, если студент допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

#### **Критерии выставления оценок за самостоятельную работу**

Оценка «**отлично**» выставляется, если студент показал глубину проработки темы самостоятельной работы, умело привязывает материал к области практического применения и показал высокий уровень освоения изложенного материала.

Оценка «**хорошо**» выставляется, если студент показал глубину проработки темы самостоятельной работы, умело привязывает материал к области практического применения, показал достаточно высокий уровень освоения изложенного материала, однако при оформлении конспекта допускает немногочисленные ошибки в схемах радиотехнических цепей и при выводах основных выражений.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется, если студент показал глубину проработки темы самостоятельной работы, показал удовлетворительный уровень освоения изложенного материала, однако не увязывает изложенный материал с областью практического применения, при оформлении конспекта допускает грубые ошибки в схемах радиотехнических цепей и при выводах основных выражений.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется, если студент провел поверхностное изучение темы самостоятельной работы, показал неудовлетворительный уровень освоения изложенного материала, не увязывает изложенный материал с областью практического применения, при оформлении конспекта допускает грубые ошибки в схемах радиотехнических цепей и при выводах основных выражений.

#### **Критерии выставления оценок за контрольную работу**

Оценка «**отлично**» выставляется, если студент свободно увязывает принятые им способы решения поставленных задач с теоретическими положениями, легко ориентируется в написанном им тексте, работа оформлена технически грамотно.

Оценка «**хорошо**» выставляется, если студент может обосновать применённые способы решения задач, но может допускать мелкие ошибки, свободно понимает, как их можно исправить, работа оформлена в основном технически грамотно.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется, если студент увязывает принятые им способы решения поставленных задач с теоретическими положениями посредством наводящих вопросов, иногда с затруднениями понимает, как можно исправить мелкие ошибки, имеются погрешности в оформлении работы.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется, если выясняется, что студент выполнил курсовую работу (контрольную работу или РГР) формально, без понимания принципов решения поставленных задач, не ориентируется в написанном им тексте, при защите не понимает, как исправить допущенные ошибки.

Студент не сдавший РГР, контрольные, а также не выполнивший практические работы до экзамена не допускается.

### **Критерии оценки знаний, умений и навыков на экзамене**

По результатам экзамена студенту выставляется оценка: «**отлично**», если студент показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно и отлично строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач, безупречно владеет правилами работы с контрольно-измерительной аппаратурой;

«**хорошо**», если студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач, владеет приемами работы с контрольно-измерительной аппаратурой;

«**удовлетворительно**», если студент имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности и недостаточно четко выполняет правила работы с контрольно-измерительной аппаратурой;

«**неудовлетворительно**», если студент допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике, неуверенно работает с контрольно-измерительной аппаратурой.

### **Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации**

1. История развития вычислительной техники, создание микропроцессора.
2. Определение микропроцессора.
3. Основные характеристики микропроцессоров и их классификация.
4. Определение алгоритма.
5. Информация, единицы измерения информации.
6. Логические функции от одной и двух логических переменных.
7. Схемная реализация основных логических функций.
8. Триггеры, простейший триггер, типы триггеров.
9. Двоичный сумматор, таблицы истинности, ДНФ.
10. Основные характеристики микропроцессора ИНТЕЛ 8080
11. Структура микропроцессора ИНТЕЛ 8080
12. Система команд микропроцессора ИНТЕЛ 8080
13. Основные характеристики микропроцессоров ИНТЕЛ 8086,286,386,486
14. Организация прерываний в микропроцессорных системах.

15. Гарвардская архитектура современных микропроцессоров.
16. Организация памяти в современных микропроцессорных системах. Понятие КЭШ.
17. CISC и RISC архитектура современных микропроцессоров.
18. Организация конвейера вычислений суперскалярная и мультискалярная архитектура.
19. Способы повышения производительности микропроцессоров.
20. Характеристики и архитектура микропроцессоров ПЕНТИУМ.
21. Микропроцессоры АЛЬФА
22. Цифровая обработка сигналов, цифровые и аналоговые фильтры.
23. Однокристалльные сигнальные и медийные процессоры.
24. Применение микропроцессоров в электрических судовых средствах автоматизации.
25. Назовите специальные приборы, предназначенные для поиска неисправностей в цифровых схемах.
26. Поясните особенности использования анализатора логических состояний и анализатора временных диаграмм для отладки микропроцессорных систем.
27. Поясните принципы организации самоконтроля в микропроцессорных системах управления.
28. Какие программные способы проверки технического состояния оборудования вы знаете?
29. Как выполняется локализация отказов в микропроцессорных системах?
30. Поясните правила планирования проверок технического состояния микропроцессорных систем.
31. Поясните принципы комплектования ЗИП для микропроцессорных систем управления.
32. Перечислите перечень работ, выполняемых в процессе планово-профилактического технического обслуживания.
33. Перечислите режимы управления ГД и ВРШ процессовой станцией AS32 системы управления «SELMA-MARINE».
34. Назовите тип микропроцессора, на базе которого выполнена система управления главным двигателем FAHM-S.
35. Поясните, каким образом может ограничиваться частота вращения вала дизеля в системе Geamot 90.
36. Как меняется уставка частоты вращения в маневренном режиме в системе Geamot 90?
37. Как в системе Geamot 90 происходит контроль за правильным выполнением маневренных операций?
38. При каких условиях происходит блокировка пуска дизеля в системе MEGA-GUARD (HG)?
39. Как в системе MG задается ограничение нагрузки дизеля?
40. Можно ли проверить функционирование системы ДАУ MG без пуска дизеля?
41. Перечислите основные функции по управлению судовой электростанцией, выполняемые системой ASA-S.
42. Перечислите конструктивные особенности системы ASA-S.
43. Какие модули системы ASA-S используются для ввода дискретной информации о состоянии управляемого объекта?
44. Поясните, как в в системе ASA-S осуществляется вывод управляющих команд?
45. Как в системе ASA-S осуществляется измерение частоты и разности фаз синхронизируемых генераторов?
46. Перечислите модули, используемые в системе ASA-S для измерения тока и напряжения генератора.
47. Поясните особенности измерения активной мощности генераторов в системе ASA-S.
48. Перечислите особенности алгоритмов управления дизель-генератором в системе ASA-S.
49. Каковы особенности выполнения алгоритма выхода из обесточенного состояния в системе ASA-S?
50. Перечислите конструктивные особенности системы управления Gearas..
51. Назовите структурные и конструктивные особенности, а также перечислите функции, выполняемые блоком DSG 822 системы Сearаз.
52. Перечислите основные отличия блока управления нагрузкой LSG 821 от блока управления

генератором DSG 822 системы Gearas.

53. Поясните особенности выбора и пуска резервного дизеля в системе Gearas.
54. Перечислите структурные и функциональные особенности системы управления Delomatic.
55. Поясните особенности контроля и программирования параметров с пульта управления системы Delomatic
56. Поясните, чем отличаются симметричный и несимметричный режимы распределения нагрузки в системе Gefras.
57. Как задается и выполняется выбор резервного генераторного агрегата в системе Delomatic ?
58. Поясните особенности задания безопасного (маневренного) режима работы в системе Delomatic
59. Перечислите основные функции контроля параметров и защиты генераторных агрегатов в системе Delomatic.
60. Перечислите, какие программируемые логические контроллеры используются для: защиты генераторных агрегатов; синхронизации генераторов; распределения нагрузки между параллельно работающими агрегатами.
61. Перечислите режимы, в которых используются контроллеры CPU, CPS, PPU для управления генераторными агрегатами.
62. Назовите особенности использования панели управления контроллера PPU.
63. Поясните особенности использования контроллеров PPU при синхронизации секций шин главного распределительного щита.

<b>Критерии оценки:</b>	
20-25 баллов выставляется	отлично
15-20 баллов выставляется	хорошо
10-15 баллов выставляется	удовлетворительно
5-10 баллов выставляется	неудовлетворительно

## Опрос

**Опрос** проводит преподаватель по всем темам дисциплины. Знания, умения, навыки студента при проведении опроса оцениваются «зачтено», «не зачтено». Основой для определения оценки служит уровень освоения студентами материала, предусмотренного данной рабочей программой.

Оценивание студента во время дискуссии, опроса по дисциплине «**Микропроцессорные системы управления**»

<b>Оценка</b>	<b>Требования к знаниям</b>
«Зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, который усвоил предусмотренный программный материал; правильно, с применением примеров, показал систематизированные знания по темам дисциплины, способен связать теорию с практикой, тему вопроса с другими темами данного курса, других изучаемых дисциплин.
«Не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется в следующих случаях: 1. Обучающийся не справился с заданием, не может ответить на вопросы предложенные преподавателем, не обладает целостным представлением об изучаемой теме и ее взаимосвязях. 2. Ответ на вопрос полностью отсутствует. 3. Отказ от ответа.

## Тема № 1-4

1. Обобщенная блок-схема МПСУ.
2. Свойства и классификация объекта управления (ОУ)
3. Принцип построения МПСУ
4. Дать общее описание понятия архитектура МПСУ
5. Пояснить преимущества и недостатки централизованной и децентрализованной структуры МПСУ
6. Структурная организация распределенных МПСУ: радиальная структура; кольцевая структура; шинная структура;
7. Достоинства блочной структуры МПСУ.

8. Какие преимущества при проектировании МПСУ дают: типизация, стандартизация и открытость программных и технических средств.
9. Какие преимущества при проектировании и эксплуатации МПСУ дает модульность построения отдельных средств.
10. Какие свойства и характеристики элементов микропроцессорных систем представляют возможность строить системы из средств разных производителей.
11. Поясните, в чем заключаются преимущества иерархической системы управления перед централизованной.
12. Какие технологии позволяют рабочей станции верхнего уровня в иерархической структуре получать информацию от интеллектуальных приборов (датчиков и исполнительных органов).

#### **Тема 5-8:**

1. Функциональная схема микроЭВМ.
2. Система шин МЭВМ. Особенности использования шинного формирователя.
3. Функциональное назначение и особенности микропроцессорных наборов.
4. Классификация микропроцессоров.
5. Функциональная схема типового микропроцессора с аппаратным принципом управления.
6. Функциональная схема типового микропроцессора с микропроцессорным принципом управления.
7. Каково назначение аккумулятора микропроцессора (МП) Intel 8080 (КР580)?
8. В каком регистре микропроцессора хранится код команды (код операции) в процессе ее выполнения?
9. Какой регистр микропроцессора используется для организации хранения адресов прерванных программ в процессе их выполнения?
10. Поясните назначение счётчика команд микропроцессора.
11. Поясните назначение десятичного корректора микропроцессора.
12. Каковы функции устройства управления МП?
13. Как организован обмен информацией внутри микропроцессорной системы?
14. Шинные формирователи: особенности использования.
15. С использованием каких устройств осуществляется организация микропроцессора к устройствам микропроцессорной системы?
16. Что такое машинный такт?
17. Что такое машинный цикл?
18. Перечислите состояния микропроцессора?
19. Какое устройство используется для записи и хранения состояния МП на каждом машинном цикле?
20. Какие сигналы на магистралях микропроцессора формируются на первом такте машинного цикла чтения кода команды?
21. Параллельный программируемый интерфейс (ППИ) КР580ВВ55. Структурная схема.
22. Режимы работы, адресация, программирование ППИ КР580ВВ55.
23. Гальваническая развязка и согласование уровней для ввода двоичной (дискретной) информации от датчика.
24. Контроль целостности линии связи с датчиком.
25. Изобразите компоновочную схему подключения ППИ к магистрали МЭВМ, а также схему подключения к ППИ датчика температуры охлаждающей жидкости и схему управления клапаном пускового воздуха приводного двигателя или схему подключения стоп-соленоида дизеля.
26. Запишите управляющее слово для программирования ППИ в соответствии с компоновочной схемой.
27. Перечислите сигналы на магистралях МЭВМ при чтении состояния датчика температуры.
28. Перечислите сигналы на магистралях МЭВМ для вывода команды на пуск или остановку ДГ. Изобразите управляющее слово.
29. Поясните, в чем заключается матричный способ опроса датчиков с использованием ППИ.

30. Структурная схема программируемого контроллера приоритетных прерываний (ПКП) Кр580ВН59.
31. Дайте определение процедуры прерывания в выполняемой программе.
32. Какими сигналами инициируется прерывание выполнения программы.
33. Что такое «Вектор прерывания»?
34. Какое устройство формирует «Вектор прерывания»?
35. По какой команде осуществляется переход к программе обслуживания прерывания.
36. По какой команде осуществляется возврат к выполнению прерванной программы.
37. Как назначаются приоритеты внешних абонентов, подключаемых к ПКП.
38. Одна микросхема ПКП может обслуживать до 8 подключенных к ней внешних абонентов. Что предусмотрено для расширения числа обслуживаемых абонентов?
39. Как задаются ведущий и ведомые ПКП при их каскадном включении.
40. При каскадном включении ПКП какой из ПКП принимает от микропроцессора второй и третий сигналы INTA

### **Тема № 9-11**

1. Обобщенная функциональная схема системы автоматического управления (САУ) дизелем.
2. Характеристики процессов управления судовой дизельной установкой.
3. Принципы управления дизелем.
4. САУ, обеспечивающие управление главным двигателем: Geamot; Selma-2; Caterpillar.
5. Обобщенная характеристика САУ частоты вращения.
6. Системы управления дизельгенераторами:
  - 6.1. Режимы работы САУ по управления ДГ.
  - 6.2. Функция автоматического пуска ДГ.
  - 6.3. Автоматическое включение генератора на шины.
  - 6.4. Управление распределением активной нагрузки.
  - 6.5. Функция отключения генератора от сети.
  - 6.6. Автоматическая остановка ДГ.
  - 6.7. Функция пуска/остановки генератора по нагрузке.
  - 6.8. Формирование очереди генераторов.
  - 6.9. Функция системы управления при обесточивании.
  - 6.10. Включение на шины мощных потребителей.
  - 6.11. Контроль и защита генераторного агрегата: контроль состояния приводного двигателя; защита генератора; защита от КЗ.
  - 6.12. Контроль и защита шины ГРЩ.
  - 6.13. Отключение неответственных потребителей.
7. Особенности и структурные особенности системы DELOMATIC.
8. Контроль и программирование параметров с пульта управления в системе DELOMATIC.
9. Микропроцессорная система управления судовой электростанцией типа РРМ-3.
10. Контроль и программирование параметров с пульта управления системы РРМ-3.
11. Система управления аварийным дизель-генератором.
12. Автоматизация вспомогательных котельных установок.
13. Топочная форсунка «Монарх».
14. Автоматизация компрессорных установок.

### **Тестирование**

Для оценивания результатов **тестирования** возможно использовать следующие критерии оценивания:

- Правильность ответа или выбора ответа.
- Скорость прохождения теста.
- Наличие правильных ответов во всех проверяемых темах (дидактических единицах) теста,
- Оценка проводится по балльной системе. Правильный ответ на вопрос тестового задания равен 1 баллу. Общее количество баллов по тесту равняется количеству вопросов.

– Общее количество вопросов принимается за 100%, оценка выставляется по значению соотношения правильных ответов к общему количеству вопросов в процентах.

**Для перерасчета оценки используется таблица соответствия:**

Границы в процентах	Традиционная оценка
85 – 100	«Отлично» или «зачтено»
70 – 84	«Хорошо» или «зачтено»
55 – 69	«Удовлетворительно» или «зачтено»
54 и менее	«Неудовлетворительно» или «не зачтено»

- Какой из перечисленных наборов блоков соответствует вычислительному устройству с фон - Неймановской архитектурой?
  - Ассоциативная память, КЭШ память, арифметическое устройство, Е-процессор
  - Системная шина, оперативное запоминающее устройство, постоянное запоминающее устройство, регистр состояний, регистр прерываний, А-процессор.
  - Устройство ввода-вывода, арифметическое устройство, устройство управления, оперативное запоминающее устройство
- Какой из перечисленных наборов блоков соответствует вычислительному устройству с Гарвардской архитектурой?
  - Ассоциативная память, устройство управления, арифметическое устройство, Е-процессор
  - Системная шина, устройство ввода-вывода, постоянное запоминающее устройство, регистр состояний, регистр прерываний, А-процессор.
  - Память, Адресный А-процессор, Исполнительный Е-процессор
- Информация о состоянии, какого из перечисленных устройств соответствует объему в 1 бит?
  - электронный триггер
  - переключатель с нейтральным положением
  - оперативное запоминающее устройство
- Чем адресное пространство микропроцессора отличается от оперативной памяти ?
  - не отличается.
  - является частью оперативной памяти
  - оперативная память является составной частью адресного пространства.
- Какое из перечисленных логических выражений трех логических переменных  $x_1$   $x_2$   $x_3$  имеет вид дизъюнктивно-нормальной формы ?
  - $x_1 \wedge x_2 \vee x_3$
  - $x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3$
  - $x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \vee x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3$
- С какой целью в архитектуру современных микропроцессоров введена КЭШ-память ?
  - С целью увеличения общего объема адресного пространства
  - С целью уменьшения времени доступа к оперативной памяти
  - С целью увеличения надежности хранения информации
- С какой целью в систему команд микропроцессоров введены команды с косвенной адресацией ?
  - С целью увеличения эффективности исполнения программ
  - С целью упрощения доступа к различным участкам адресного пространства
  - С целью увеличения надежности хранения информации
- Что является основным преимуществом при реализации арифметического устройства микропроцессора обработки цифровой информации с фиксированной запятой ?
  - высокая скорость выполнения операций
  - большой динамический диапазон числовой информации
  - высокая точность операции извлечения квадратного корня
- Что является основным преимуществом при реализации арифметического устройства микропроцессора обработки цифровой информации с плавающей запятой ?

- А) высокая скорость выполнения операций
  - Б) большой динамический диапазон числовой информации
  - В) высокая точность целочисленных операций
10. В каких единицах измеряется пиковая производительность микропроцессора на операциях с плавающей запятой?
- А) MIPS
  - Б) MFLOP
  - В) Мбайт
11. В каких единицах измеряется пиковая производительность микропроцессора на операциях с фиксированной запятой?
- А) MIPS
  - Б) Mtops
  - В) Мбайт/сек
12. Какой микропроцессор является эталонным при измерении реальной производительности на тестах iCOMP?
- А) Pentium 100
  - Б) INTEL 486SX
  - В) INTEL 8080
13. Какие возможности из перечисленных относятся к основным отличительным особенностям микропроцессоров семейства PENTIUM ?
- А) обработка чисел с плавающей запятой
  - Б) аппаратная реализация предсказания условных переходов
  - В) наличие стека команд
14. Какие из перечисленных микропроцессоров относятся к архитектуре x-86 ?
- А) ALPHA
  - Б) SPARC
  - В) AMD
15. Какие возможности из перечисленных относятся к основным отличительным особенностям сигнальных и микропроцессоров?
- А) Наличие КЭШ памяти двух уровней
  - Б) Наличие встроенной оперативной и постоянной памяти, ЦАП и АЦП
  - В) Наличие арифметических блоков с плавающей запятой

#### **Методические указания по выполнению практических работ**

Перечень тем практических работ, а также методические указания по их выполнению указаны в учебно-методическом пособии *Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления. Практикум по программированию микропроцессора ИНТЕЛ 8080: Учебнометодическое пособие для студентов специальности 180404.65 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Н.Н. Портнягин. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 108 с.*

#### **Методические указания по выполнению контрольной работы**

Перечень заданий к расчетно-графической работе, а также методические указания по их выполнению указаны в учебно-методическом пособии *Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления. Программирование микроконтроллеров MCS-51 : Лабораторный практикум для курсантов и студентов специальности 180404.65 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Н.Н. Портнягин, В.В. Портнягина. – Петропавловск-Камчатский :КамчатГТУ, 2012. – 77 с.*

**4 Методические материалы определяющие, процедуры оценивания знаний, умений, навыков и или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций по дисциплине проводятся в форме текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

Текущий контроль проводится в течение сессии с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а так же для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная и итоговая аттестации по дисциплине проводится в виде контрольного опроса.

За знания, умения и навыки, приобретенные обучающимися в период их обучения, выставляются оценки: «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО».

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы.

Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся.

Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из следующих компонентов:

#### Состав балльно-рейтинговой оценки знаний студентов

Виды контроля	Максимальное количество баллов по уровням освоения компетенций			
	знать	уметь	владеть	всего
Тестирование	5	5	0	10
Активность на лекционных занятиях	7	5	3	15
Поощрительные баллы (написание рефератов, доклада (с презентацией), написание статей, участие в конференциях, круглых столах, участие в конкурсах)	15	25	10	50
Результаты работы на практических занятиях (решение задач, выполнение, РГР)	9	8	8	25
Итого	36	43	21	100

Процедура оценивания – порядок действий при подготовке и проведении аттестационных испытаний и формировании оценки.

Аттестационные испытания проводятся ведущим преподавателем по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением заведующим кафедрой.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

– Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, калькуляторами.

–Время подготовки ответа при сдаче зачета/экзамена в устной форме должно составлять не менее 20/30 минут соответственно, (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным).  
Время ответа – не более 15 минут.

–Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения. При проведении письменных аттестационных испытаний или компьютерного тестирования – в день их проведения или не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

–Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в письменной форме, форме итоговой контрольной работы или компьютерного тестирования, должны быть объявлены

обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

По итогам проведения промежуточной и итоговой аттестации все заработанные курсантом и студентом баллы переводятся в оценки:

- «Отлично» - от 85 до 100 баллов.
- «Хорошо» - от 70 до 84 баллов
- «Удовлетворительно» - от 55 до 69 баллов
- «Неудовлетворительно» - 54 и менее баллов.

**Итоговое оценивание обучающегося по дисциплине «Микропроцессорные системы управления»**

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
От 85-100	«Отлично» («зачтено»)	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.	Высокий уровень
От 70-84	«Хорошо» («зачтено»)	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками.	Продвинутый уровень
От 55-69	«Удовлетворительно» («зачтено»)	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	Пороговый уровень
54 и менее	«Неудовлетворительно» («не зачтено»)	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. Обучающийся частично ответил на вопросы по билету, на дополнительные вопросы ответов не прозвучало.	Компетенции не сформированы

Максимальная сумма баллов, набираемая обучающимся по дисциплине «**Микропроцессорные системы управления**» в течении зачетно-экзаменационной сессии равна 100 баллам.

Количество баллов за промежуточный рейтинг – максимально 25 баллов;

Количество баллов за дополнительный рейтинг – максимально 75 баллов.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный технический университет»

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

## **МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

*Методические указания к лабораторным работам  
для студентов,*

*обучающихся по специальности 13.03.02*

*«Электроэнергетика и электротехника»*

*профиль «Электрооборудование и*

*автоматика судов»*

*заочной формы обучения*

Петропавловск-Камчатский  
2024

Рецензент

**Рогожников Алексей Олегович, старший преподаватель кафедры ЭУЭС**

Микропроцессорные системы управления: методические указания к лабораторным работам по дисциплине для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» заочной формы обучения / А.О. Рогожников – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2024. – с. 47

Обсуждены:

на заседании кафедры ЭУЭС «17» октября 2024 г., протокол № 4

Зав. кафедрой ЭУЭС  \_\_\_\_\_ О.А. Белов

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Микропроцессорные системы управления» рассмотрены и утверждены на заседании УМС протокол № 2 от «02» октября 2024 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Лабораторная работа студентов (ЛРС) по дисциплине «Микропроцессорные системы управления» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» и выполняется в соответствии с ФГОС ВО. Основной целью ЛРС является:

- развитие навыков ведения самостоятельной работы;
- приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы;
- развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;
- приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» изучение дисциплины «Микропроцессорные системы управления» направлено на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

- способность обосновывать планы и программы технического обслуживания и ремонта оборудования электрических сетей (ПК-2);
- способность планировать и вести деятельность по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования (ПК-3).

1.2. В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- правила технической эксплуатации электрических станций и сетей в части оборудования подстанций электрических сетей;
- правила эксплуатации и организации ремонта электрических сетей;
- правила устройства электроустановок;
- порядок и методы планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- порядок организации обеспечения производства ремонтов оборудования подстанций электрических сетей материально-техническими ресурсами;
- нормы и требования, стандарты по испытаниям оборудования подстанций электрических сетей, пусконаладке;
- методы анализа качественных показателей работы оборудования подстанций электрических сетей;
- порядок вывода оборудования подстанции в ремонт и оформления нарядов-допусков для выполнения на них работ;

- технологию производства ремонтных работ оборудования подстанций электрических сетей;
  - основы экономики и организации производства, труда и управления в энергетике;
  - законодательные и нормативно-правовые акты, методические материалы по вопросам производственного планирования и оперативного управления производством;
  - нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленного за подразделением;
  - организационно-распорядительные, нормативно-технические и методические документы по вопросам эксплуатации высоковольтных линий электропередачи;
  - основы трудового законодательства Российской Федерации в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей;
- требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности и производственной санитарии, регламентирующие деятельность по трудовой функции.

### 1.3. В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- анализировать и прогнозировать ситуацию по техническому состоянию и ходе ремонта оборудования подстанций электрических сетей;
- оценивать состояние техники безопасности на подстанциях электрических сетей;
- оценивать качество произведенных работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- применять справочные материалы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- проводить техническое освидетельствование оборудования подстанций электрических сетей;
- планировать производственную деятельность, ремонты оборудования подстанций электрических сетей;
- вести техническую и отчетную документацию; планировать и организовывать работу подчиненных работников;
- применять автоматизированные системы мониторинга и диагностики кабельных линий электропередачи;
- применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации кабельных линий электропередачи;
- проводить визуальные и инструментальные обследования и испытания;
- работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, специализированными компьютерными программами;
- умеет разрабатывать предложения по текущему и перспективному

планированию работ по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередач.

1.4. В результате изучения дисциплины студент должен владеть:

- навыками подготовки проектов планов-графиков и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций электрических сетей;
- составления заявок на оборудование, запасные части, материалы, инструмент, защитные средства, приспособления, механизмы;
- составления планов мероприятий по подготовке к особым условиям работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- навыками оформления заявок на оборудование, материалы, запасные части, и др. необходимые для технического обслуживания и ремонта материальные ресурсы, а также проектно-конструкторскую и нормативно-техническую документацию, контроль выполнения заявок;
- навыками подготовки предложений в планы-графики осмотров, ремонта и технического обслуживания кабельных линий электропередачи;
- контролирует подготовку исходных и технических условий для проектирования строительства и реконструкции высоковольтных линий электропередачи;
- контроль подготовки планов-графиков осмотров, ремонта и технического обслуживания кабельных линий и контроль их выполнения;
- навыками контроля подготовки утвержденных дефектных ведомостей, проектов проведения работ и карт организации труда;
- навыками проведения аттестации и подготовки к сертификации рабочих мест на соответствие требованиям охраны труда;
- проверяет корректность расчетов, выполненных с целью обоснования планов и программ деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередач.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

В последние годы на судах флота наблюдается широкое внедрение средств автоматизации и информационных систем. Современное судно представляет собой сложный комплекс различных технических средств и систем, от надежной работы которых в полной мере зависят эффективность и безопасность использования судна, поэтому важное значение имеет подготовка квалифицированных электромехаников, способных рационально решать вопросы эксплуатации судового оборудования и, в частности, судовых информационно-измерительных систем.

Целью освоения дисциплины «Микропроцессорные системы управления» является изучение принципов построения, работы и организации микропроцессорных устройств и комплексов, а также методов их программирования.

Основные задачи дисциплины заключаются в изучении студентами микропроцессорных комплексов, их архитектуры и принципов работы, методов программирования и современного состояния микропроцессорной техники. Студенты должны изучить принципы построения микропроцессорных устройств, а также получить навыки работы с микропроцессорными устройствами.

После освоения теоретического материала и выполнения лабораторных и работ студент должен:

**Знать:** основы автоматизации управления судовыми техническими средствами; свойства, настройку систем автоматического регулирования; автоматизированное управление судовыми электроэнергетическими системами; принципы построения микропроцессорных систем управления (прерывание, прямой доступ в память, шинная организация, микропрограмное управление, программируемость больших интегральных схем), основные функциональные узлы, интегральная и структурные схемы микропроцессорных систем, интерфейсы и периферия, связи с датчиками и исполнительными механизмами, системы, обеспечивающие входение в общесудовую и глобальную информационную систему, программное обеспечение, системы самотестирования.

**Уметь:** осуществлять техническую эксплуатацию судовой автоматизированной электроэнергетической системы и электроприводов судовых механизмов;

**Владеть:** навыками настройки систем автоматического регулирования, включая микропроцессорные системы управления, правилами построения принципиальных схем и чертежей электрооборудования и средств автоматики, схем микропроцессорных систем судов, навыками чтения электросхем, чертежей и эскизов деталей, узлов и агрегатов машин, сборочных чертежей и чертежей общего вида.

Дисциплина «Микропроцессорные системы управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной профессиональной образовательной программы, обеспечивает подготовку студентов в области управляющих устройств на базе микропроцессоров, архитектуры ЭВМ, микропроцессоров и микроконтроллеров, применяемых в управляющих микропроцессорных устройствах. Микропроцессор – изобретение, объединившая достижения интегральных технологий с основными результатами развития фундаментальной и прикладной математики, кибернетики и информатики. Современное состояние производства микропроцессоров характеризуется разнообразием фирм производителей и типом архитектур. Внедрение микропроцессорных систем управления в судовые энергетические системы морских судов позволили улучшить качество воспроизводимой энергии и облегчить процесс работы, поэтому дисциплина «Микропроцессорные системы управления» является базовой в системе подготовки инженера по эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики. Знания, полученные курсантами в

предшествующих технических дисциплинах, освоение дисциплины «Микропроцессорные системы управления» позволят сформировать у специалиста, способного решать задачи, возникающие при эксплуатации средств автоматики и судового электрооборудования.

В системе вузовской подготовки дисциплина «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики», «Судовые автоматизированные энергетические системы», «Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматизации».

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Микропроцессорные системы управления» используются при изучении дисциплины «Системы управления энергетическими и технологическими процессами».

У

### ***1.1. Цели и задачи лабораторного практикума***

*Целью* лабораторного практикума является:

- ознакомление с устройством, принципом действия и характеристиками электроприводов постоянного и переменного тока;
- закрепление теоретических знаний в области судового электропривода, получение навыков их экспериментального исследования, а также обработки полученных результатов;
- приобретение навыков чтения и сборки электрических схем, включения и испытания электроприводов в различных режимах;
- приобретение навыков суммирования и обобщения полученных результатов экспериментальных исследований, развитие умения формулировать правильные выводы о работе машины и физических процессах, протекающих в ней;
- приобретение навыков решения прикладных задач, практического применения теоретических знаний при эксплуатации судового электропривода.

*Подготовка к лабораторной работе.* Для успешного выполнения той или иной лабораторной работы прежде всего необходимо повторить основные теоретические положения, касающиеся данной работы; уяснить цель работы; определить количество, назначение и порядок проведения опытов; разобраться в электрической схеме, которую нужно собрать на лабораторном стенде, и в принятых условных обозначениях. Необходимо проверить наличие на лабораторном стенде нужного оборудования, измерительных приборов и источников питания, визуально убедиться в их исправности.

Приступая к сборке экспериментальной схемы, следует учесть замечания и рекомендации преподавателя относительно данной лабораторной работы, убедиться, что выводные клеммы источников питания обесточены, а указатели ЛАТРов установлены в нулевое положение. Сначала собирают участки цепи с последовательным включением ее элементов, а затем – с параллельным. Обычно последними подключаются вольтметры. Подключая измерительные приборы, рекомендуется маркировать их согласно условным обозначениям, принятым в ранее составленной электрической схеме. Не следует использовать в электрических схемах длинные соединительные провода там, где можно обойтись короткими.

К проведению лабораторной работы необходимо заранее подготовить таблицы для записи экспериментальных данных. Такой черновик заготавливается один на бригаду в отдельной тетради, на обложке которой указывают группу и фамилии курсантов (студентов) бригады. В этом же черновике необходимо изобразить принципиальную электрическую схему экспериментальной установки, переписать все приборы и оборудование, относящиеся к данной лабораторной работе, с указанием их основных паспортных данных.

## ***1.2. Порядок выполнения и сдачи лабораторной работы***

После сборки на лабораторном стенде электрической схемы необходимо обязательно пригласить преподавателя для проверки собранной схемы и готовности бригады к выполнению лабораторной работы. Снятые экспериментальные данные сначала заносятся в заранее подготовленные таблицы черновика.

Все записи следует вести аккуратно, четко, с обязательным указанием размерности физических величин. Не допускается записывать данные в делениях измерительного прибора, так как это может привести к ошибке в последующих расчетных и графических работах. Следует помнить, что замеры по всем приборам желательно проводить одновременно и быстро. После окончания одного опыта следует остановить машину, обесточить стенд, подготовить его к проведению следующего опыта и пригласить преподавателя для проверки схемы нового эксперимента.

При выполнении лабораторной работы не следует превышать номинальные значения токов и напряжений испытуемых машин, если это отдельно не оговорено в руководстве к работе. Следует внимательно и бережно относиться к измерительным приборам, пределы их измерений следует устанавливать с

некоторым запасом относительно предполагаемых значений экспериментальных данных. Для повышения точности измерений допускается во время проведения опыта менять пределы измерения физической величины, но делать это следует с учетом особенностей измерительного прибора.

Черновик с полностью проведенными расчетами и построенными графиками предъявляется преподавателю для проверки. Если работа выполнена правильно, преподаватель подписывает черновик и дает разрешение оформлять отчет начисто. Если же при проверке черновики обнаруживаются ошибки или недостаточное количество экспериментальных данных, бригада возвращается к стенду для уточнения и дополнения измерений.

Каждый студент производит обработку результатов и составляет отчет о лабораторной работе самостоятельно. Рекомендуется отчеты обо всех отработанных в семестре (или блоке) лабораторных работах помещать в одной тетради и на ее обложке указывать данные курсанта (студента), учебную группу и дисциплину.

Отчет о каждой лабораторной работе следует начинать с новой страницы.

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- наименование и цель работы;
- таблицу с номинальными данными используемых машин, приборов и оборудования;
- электрическую схему экспериментальной установки;
- таблицы с результатами экспериментальных исследований и результатами расчетов;
- алгоритмы расчета поставленных в работе задач с полным числовым решением для одной (обычно номинальной) точки;
- построенные в масштабе графики, векторные диаграммы и т. д.;
- выводы по работе, содержащие критическую оценку опытов и полученных результатов.

В отчет о лабораторной работе не обязательно помещать теоретический материал, касающийся данной работы.

Экспериментальные схемы, графики, диаграммы следует выполнять согласно требованиям ЕСКД аккуратно, с применением линейки, циркуля, лекал. Графики желательно выполнять на миллиметровой бумаге и подклеивать в отчет. Все графики, таблицы и т. д. должны иметь сквозную нумерацию и подрисуночные подписи, на графиках должны быть проставлены размерности физических величин. При построении графиков не следует строго соединять все экспериментальные точки (эта линия не является искомым графиком), так как проведение эксперимента сопровождается целым рядом погрешностей. Линию, обозначающую графическую зависимость одной величины от другой, проводят усреднено, т. е. так, чтобы число точек выше и ниже проведенной линии было приблизительно одинаковым, и расстояние от них до этой кривой также было бы приблизительно одинаковым. Кроме того, следует руководствоваться теоретическими знаниями по этому вопросу. Если на одном поле графика требуется построить несколько кривых, то экспериментально полученные точки для каждой кривой должны быть нанесены различными условными значками

(точками, треугольниками, кружочками и т. д.), либо разными цветами. При этом каждая кривая должна быть подписана.

На последней странице отчета (после выводов) следует поставить дату его оформления. После оформления отчета и подготовки теоретических вопросов по данной лабораторной работе студенты со своей бригадой в установленное преподавателем время защищают лабораторную работу.

### ***1.3. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ***

Лабораторные стенды являются действующими электрическими установками и при определенных условиях могут стать источником поражения током. Поэтому всегда следует помнить и соблюдать необходимые меры предосторожности и правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ.

Перед началом работы в лаборатории студенты должны пройти инструктаж и усвоить основные правила по технике безопасности и противопожарной безопасности, а также правила поведения в лаборатории электрических машин при отработке лабораторных работ. После прохождения инструктажа студенты расписываются в специальном журнале о том, что они обязуются соблюдать правила техники безопасности и правила поведения в лаборатории при выполнении лабораторных работ.

Студенты, не прошедшие инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

При сборке электрической схемы и работе с ней необходимо соблюдать следующие основные правила:

- сборку и соединения в схеме выполнять при отключенном рубильнике сети;
- при сборке электрической схемы необходимо избегать пересечения проводов, обеспечить прочное закрепление контактов; неиспользованные провода следует убрать с монтажных панелей в отведенное для них место;
- используемые в схеме приборы и аппаратура должны соответствовать роду тока и пределам измерения контролируемых величин;
- любое подключение электрической схемы в сеть допустимо только после ее проверки преподавателем;
- обнаружив любую неисправность в схеме, находящейся под напряжением, нужно немедленно отключить ее от сети и сообщить преподавателю;
- при выполнении работ нельзя прикасаться к токоведущим частям схемы и к корпусам машин; необходимо остерегаться соприкосновения с вращающимися частями электрических машин; все управления в цепях электрической схемы следует выполнять одной рукой;
- прежде чем разбирать цепи или производить любые соединения, нужно убедиться, что источники питания отключены;
- прежде чем производить какие-либо действия с экспериментальной установкой, необходимо убедиться не только в личной безопасности, но и в безопасности ваших товарищей по бригаде;
- нельзя оставлять без наблюдения включенную установку, допускать к

работе на ней студентов из других бригад;

– не разрешается допускать к работе посторонних лиц, а также позволять находиться им в лаборатории во время проведения лабораторных работ;

– при несчастном случае следует немедленно отключить питание схемы и оказать первую помощь пострадавшему;

– после окончания работы схему необходимо разобрать, провода, приборы, оборудование должны быть приведены в порядок и размещены на своих местах.

# ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1.

## Настройка и работа с измерителем-регулятором ТРМ-1А

*Цель работы:* изучение структуры и возможностей прибора ТРМ 1, алгоритмов обработки входных сигналов, схем подключения входных и выходных устройств, освоение приемов настройки параметров регулятора.

### 1. Основные сведения о приборе ТРМ-1А

#### 1.1. Назначение

Микропроцессорный программируемый измеритель-регулятор ТРМ1 предназначен для построения систем контроля и автоматической стабилизации различных физических величин (температуры, расхода уровня и др.).

Прибор позволяет осуществлять следующие функции:

- измерение температуры и других физических величин с помощью стандартных датчиков (типы используемых датчиков приведены ниже);
- отображение измеренного значения на светодиодном цифровом индикаторе;
- корректировку и цифровую фильтрацию результатов измерения;
- регулирование измеряемой величины по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону;
- автоматическую или ручную настройку параметров ПИД-регулятора;
- формирование дополнительного сигнала управления на выходе компаратора по двухпозиционному закону.

Параметры работы прибора задаются пользователем и сохраняются в энергонезависимой памяти прибора при отключении питания.

#### 1.2. Модификации прибора

Прибор ТРМ 1 выпускается различных модификаций, отличающихся диапазоном напряжения питания, конструктивным исполнением, типом входного датчика и выходного устройства. Данные о возможных модификациях и соответствующие шифры сведены в таблицу № 1.1.

Таблица № 1.1

Диапазон напряжения питания	Код в модификации прибора
178...242 В переменного тока частотой 50 Гц	А
90...245 переменного тока или 110...370 постоянного тока	Б
Конструктивное исполнение	Н Щ-1
Корпус 130×105×65 мм настенного крепления	
Корпус 96×96×70 мм щитового крепления	
Корпус 96×48×100 мм щитового крепления	Щ-2
Корпус 88×72×54 мм для крепления на DIN-рейку	Д
Тип входного датчика или сигнала	ТС
Термопреобразователь сопротивления (любой модификации)	
Термопара «платина/платина-родий»	ТПП
Термопара «хромель/копель» или «хромель/алюмель»	ТП 1
Термопара «никросил/нисил» или «железо/константант»	ТП 2
Унифицированный сигнал постоянного тока 0...20 мА, или 4...20 мА, или 0...5 мА	АТ
Унифицированный сигнал постоянного напряжения 0...1 В	АН
Тип встроенного выходного устройства	Р
Электромагнитное реле	
Транзисторная оптопара n-p-n типа	К
Симисторная оптопара	С
Цифро-аналоговый преобразователь с выходным токовым сигналом 4...20 мА	И
Три симисторные оптопары для управления трехфазной нагрузкой	СЗ

Например, код модификации ТРМ 1 А-Щ1.ТС.СЗ расшифровывается так: диапазон напряжения питания 187...242 В переменного тока, корпус 96×96×70 мм щитового крепления, тип входного датчика-термопреобразователь сопротивления, выходное устройство – три симисторных оптопары. Структурная схема прибора представлена на рисунке 1.1.

### 1.3. Устройство и работа прибора

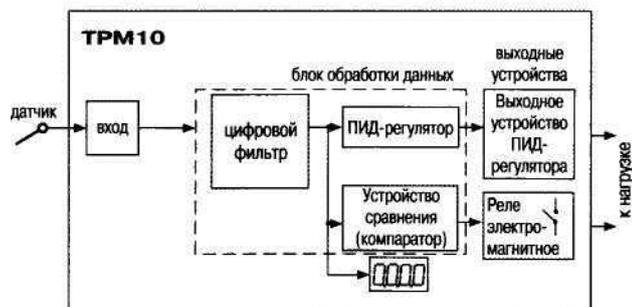


Рис. 1.1 Структурная схема прибора TPM 10

Входной модуль из измерительной схемы и аналого-цифрового преобразователя. Цифровой фильтр предназначен для фильтрации помех и случайных кратковременных отклонений регулируемой физической величины от заданного значения. В ПИД-регуляторе происходит сравнение текущего значения регулируемой величины с ее заданным значением и формирование управляющего воздействия по ПИД-закону. Если выходное устройство регулятора дискретного типа, то производится широтно-импульсная модуляция управляющего воздействия. Устройство сравнения сравнивает текущее значение регулируемой величины с верхней и нижней уставками, и в соответствии с запрограммированной логикой выдает сигнал на электромагнитное реле, контакты которого могут использоваться как для сигнализации, так и для регулирования измеряемой физической величины по двухпозиционному закону. Цифровой индикатор предназначен для отображения текущего значения регулируемой величины, а также для отображения значений программируемых параметров.

1.3.1. Ко входу прибора каждой модификации могут быть подключены датчики разных типов. Код типа датчика необходимо установить при программировании согласно таблице № 1.2. Процедура установки кода описана ниже в разделе «Программирование».

Таблица № 1.2

Тип входа	Датчик	
	Тип	Код
ТС	TSM 100M $W_{100} = 1,426$	00
	TSM 50M $W_{100} = 1,426$	01
	TСП 100П $W_{100} = 1,385$	02
	TСП 100П $W_{100} = 1,391$	03
	TСП 50П $W_{100} = 1,385$	07
	TСП 50П $W_{100} = 1,391$	08
	TSM 50M $W_{100} = 1,428$	09
	TSM 100M $W_{100} = 1,428$	14
	TSM гр. 23	15
ТП1	ТХК(L)	04
	ТХА(K)	05

ТП 2	ТНН(N)	19
	ТЖК(J)	20
ТПП	ТПП(S)	17
	ТПП(R)	18
АТ	Униф. ток 4...20мА	10
	Униф. ток 0...20мА	11
	Униф. ток 0...5мА	12
АН	Униф. напряж. 0...1В	13

Термопреобразователь сопротивления необходимо подключать тремя медными проводниками одинаковой длины и одного сечения (рис. 1.2).

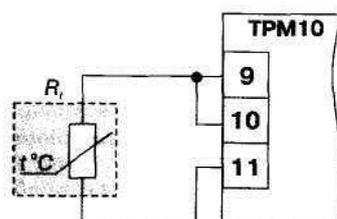


Рис. 1.2 Структурная схема термопреобразователя

Третий провод служит для устранения погрешности, вызванной температурными изменениями сопротивления проводников, соединяющих термопреобразователь с измерительной схемой.

Подключение термопары представлено на рис.3

В месте подключения «холодного спая» термопары имеется полупроводниковый датчик температуры, включенный в измерительную схему и компенсирующий погрешность, возникающую при измерении температуры «холодного спая».

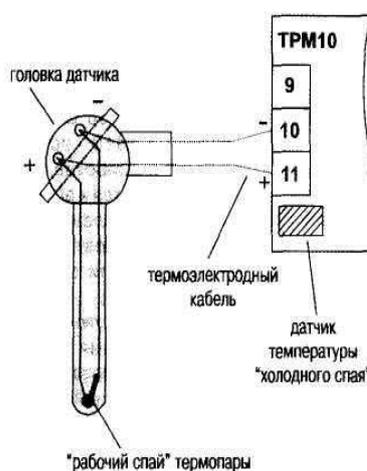


Рис. 1.3 Структурная схема полупроводникового датчика температуры

В приборах, на вход которых подключаются датчики с нормирующими преобразователями физических величин в сигнал тока или напряжения, для работы нормирующих преобразователей имеется гальванически изолированный

от схемы прибора источник питания. Нагрузкой преобразователей является прецизионный резистор с сопротивлением  $100 \text{ Ом} \pm 0.5\%$ . Схема подключения датчика представлена на рис. 1.4, датчика напряжения – на рис. 1.5.

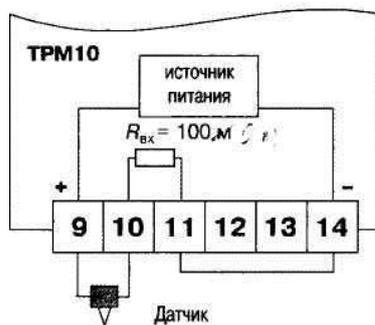


Рис. 1.4 Схема подключения датчика

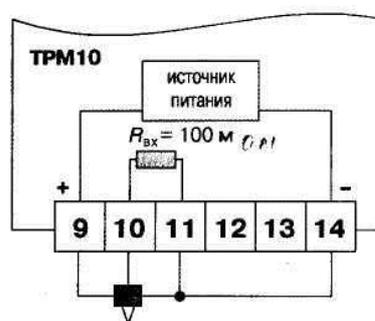


Рис. 1.5 Схема подключения датчика напряжения

Сигнал, полученный с датчика, преобразуется в цифровое значение измеряемой величины. При работе с термопреобразователями сопротивления и термопарами на цифровом индикаторе отображается значение измеряемой температуры, для этого достаточно установить в программе код используемого датчика.

При работе с датчиками, формирующими унифицированный сигнал тока или напряжения, можно произвольно задавать шкалу измерения. Для этого при программировании прибора устанавливаются следующие параметры работы прибора: «нижняя» и «верхняя границы шкалы измерения» и «положение десятичной точки». Параметр «нижняя граница шкалы измерения» определяет, какое значение измеряемой величины соответствует минимальному значению унифицированного сигнала. «Положение десятичной точки» определяет количество знаков после запятой, которое будет выводиться на индикатор.

В приборе предусмотрена коррекция измеренной величины, заключающаяся в ее увеличении или уменьшении на постоянное значение, устанавливаемое параметром «сдвига характеристики». Такая коррекция может понадобиться, например при отклонении сопротивления термопреобразователя от стандартного значения.

1.3.2. Цифровой фильтр вычисляет среднее арифметическое  $N$  последних измерений. полученная величина поступает на входы ПИД-регулятора и компаратора. Число  $N$  задается параметром «глубина цифрового фильтра». Вид переходных характеристик для разных  $N$  показан на рис. 1.6.

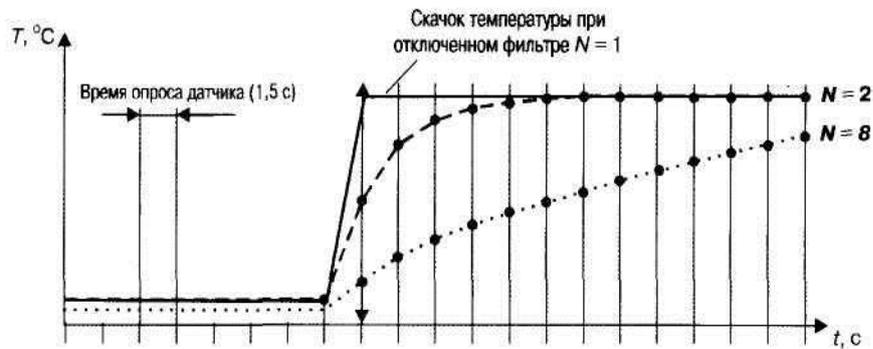


Рис. 1.6 График с цифрового фильтра

При значении \$N\$ равном 0 и 1 фильтр выключен. Уменьшение значения \$N\$ приводит к более быстрой реакции прибора на скачкообразное изменение контролируемой величины, но снижает помехозащищенность. Увеличение \$N\$ приводит к улучшению помехозащищенности, но при этом повышает инерционность прибора.

1.3.3. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал \$Y\$ (выходная мощность), действие которого направлено на уменьшение рассогласования \$E\$ между заданным и текущим значениями контролируемой величины. Для \$n\$-го шага с момента включения регулятора шага измерения

$$Y_n = \frac{1}{X_p} E_n + \tau_d \frac{\Delta E_n}{\Delta t} + \frac{1}{\tau_u} \sum_{i=0}^n E_i \Delta t \cdot 100\%$$

где \$X\_p\$ – полоса пропорциональности,  
 \$E\_n\$ – рассогласование на \$n\$-ном шаге измерения,  
 \$\tau\_d\$ – постоянная времени дифференцирования,

$$\Delta E_n = E_n - E_{n-1},$$

\$\Delta t = 1.5\$ с – время между соседними измерениями контролируемой величины,

\$\tau\_u\$ – постоянная времени интегрирования.

Параметры \$X\_p\$, \$\tau\_d\$ и \$\tau\_u\$ устанавливаются пользователем в режиме «программирование». Для регулятора задаются также параметры «тип исполнительного устройства», «зона нечувствительности» и «ограничение максимальной мощности».

Исполнительные устройства подразделяются на два типа условно называемые «нагревателем» и «холодильником». «нагревателем» называют устройство, включение которого увеличивает значение регулируемой величины. «холодильником» называют устройство, включение которого уменьшает значение регулируемой величины.

Зона нечувствительности устанавливается в единицах регулируемой физической величины. В пределах этой зоны рассогласование \$E\$ регулятором не воспринимается, т. е. при таких \$E\$ выходной сигнал \$Y\$ остается без изменения. Зона нечувствительности повышает устойчивость системы, исключает излишние

срабатывания исполнительного устройства при допустимых отклонениях регулируемой величины от заданного значения.

При необходимости выходной управляющий сигнал  $Y_{\text{вых}}$  может быть ограничен некоторой заданной величиной  $Y_{\text{огр}}$  (в % от максимальной мощности), если выходной сигнал регулятора  $Y > Y_{\text{огр}}$ , то на исполнительное устройство выдается сигнал  $Y_{\text{вых}} = Y_{\text{огр}}$ .

В приборах с выходным устройством дискретного типа выходной сигнал регулятора преобразуется в импульсный с широтно-импульсной модуляцией.

#### 1.3.4. Устройство сравнения

Для работы устройства сравнения задаются уставки  $C1$  и  $C2$ . задаётся также один из четырех типов логики, по которому работает устройство.

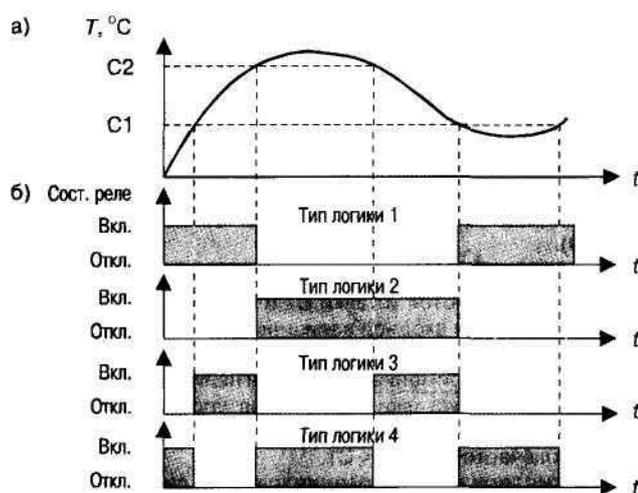


Рис. 1.7 Типы логики 1: а - (прямой гистерезис); б – тип логики.

Реле на выходе 2 включается, когда значение контролируемой величины меньше  $C1$  и выключается, когда значение контролируемого параметра больше  $C2$  (рис. 1.7).

Этот тип логики может быть использован для управления исполнительным устройством типа «нагреватель» с красной точкой. Тип логики 2 (обратный гистерезис). Реле на выходе 2 включается при достижении регулируемой величиной значения  $C2$  и выключается при снижении ниже  $C1$ . этот вид логики может быть использован для двухпозиционного управления исполнительным устройством типа «холодильник».

Тип логики 3 (П-образная) применяется для сигнализации о входе контролируемой величины в заданные пределы между  $C1$  и  $C2$ .

Тип логики 4 (U-образная) применяется для сигнализации о выходе контролируемой величины за пределы заданных значений между  $C1$  и  $C2$ .

#### 1.3.5. Выходные устройства

Во всех модификациях прибора ТРМ 10 кроме модификации с выходным устройством  $C3$  установлены два выходных устройства: для ПИД-регулятора и компаратора. Выходное устройство ПИД-регулятора может быть либо дискретного, либо аналогового типа. Выходным устройством компаратора всегда является электромагнитное реле, контакты которого рассчитаны на коммутацию тока до 8 А при напряжении 220 В. В модификации ТРМ 10 X-

Х.Х.СЗ установлено одно выходное устройство, представляющее собой три симисторные оптопары, и используется для управления трехфазными тиристорными блоками. В этой модификации выходное реле компаратора не устанавливается.

#### 1.3.5.1. Выходное устройство дискретного типа

Электромагнитное реле, транзисторная или симисторная оптопара используется для включения-выключения нагрузки либо непосредственно, либо через более мощные управляющие устройства, такие как пускатели, тиристоры или симисторы. Симисторную оптопару, как правило, для непосредственного управления нагрузкой не используют. Схемы подключения внешних коммутирующих устройств к выходным устройствам регулятора представлены на рисунке 1.8.

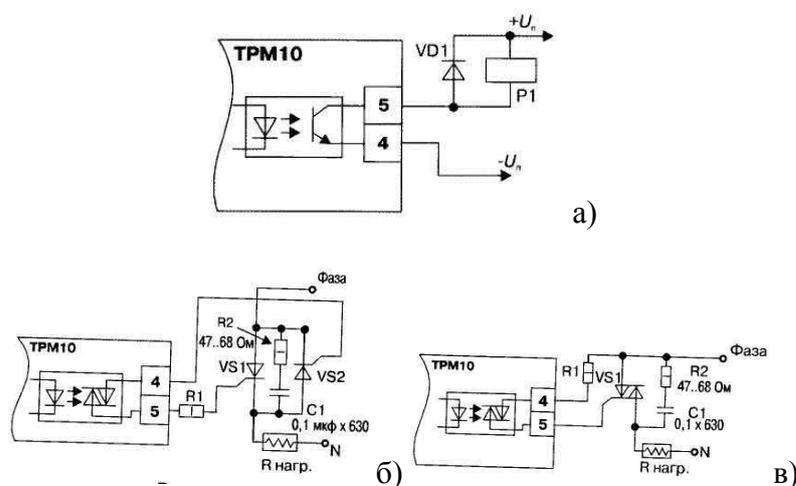


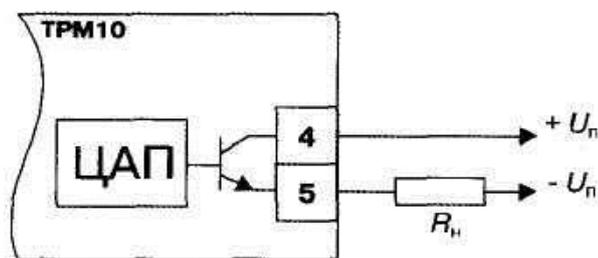
Рис. 1.8. Схемы регуляторов

Транзисторная оптопара (рис. 1.8 а) применяется, как правило, для управления низковольтными реле (до 50 В). Параллельно катушке реле необходимо устанавливать диод на напряжение не менее 100 В и ток 1 А. Диод предотвращает пробой транзистора оптопары Э.Д.С. самоиндукции катушки реле.

Оптосимистр может управлять мощным симистором (рис. 1.8 б) или двумя тиристорами (рис. 1.8 в). Резистор R1 установлен для ограничения тока управления. Параллельно симистору и тиристорам рекомендуется включать RC-цепочку для фильтрации возможных высоковольтных скачков напряжения в питающей сети.

1.3.5.2. Выходное устройство аналогового типа – это цифро-аналоговый преобразователь с точностью до 10 разрядов, который формирует токовый сигнал 4...20 мА на активной нагрузке 0...1000 Ом и, как правило, используется для управления электронными регуляторами мощности (тиристорными регуляторами напряжения, частотными тиристорными преобразователями и т. п.). Аналоговый выход имеет гальваническую развязку от схемы прибора. Для работы аналогового выхода требуется внешний источник питания. Напряжение источника питания рассчитывается в зависимости от сопротивления нагрузки. Напряжение источника питания должно находиться в пределах между  $U_{\min}$  и

$U_{\max}$ . Схема подключения нагрузки и источника питания к аналоговому выходу прибора представлена на рис. 1.9.



$$U_{n\min} = (7,5 + 0,02 \cdot R_n) \text{ В}, \quad U_{n\max} = U_{n\min} + 2,5$$

Рис. 1.9 Схема подключения нагрузки и источника питания к аналоговому выходу

#### 1.4. Режимы настройки

Прибор ТРМ-10 может работать в одном из четырех режимов:

- автонастройка,
- программирование,
- работа,
- юстировка.

При включении прибор автоматически входит в режим «работа». Если ранее не были установлены рабочие параметры прибора, то необходимо их установить в режимах «автонастройка» и «программирование».

##### 1.4.1. Автонастройка

Режим «автонастройка» предназначен для автоматической установки параметров ПИД-регулятора:  $X_p$ ,  $t_i$  и  $t_g$  при работе конкретной системы автоматического регулирования.

Для вхождения в данный режим необходимо нажать кнопку прог и удерживать ее в таком состоянии до появления на индикаторе горизонтальных прочерков. Затем кнопками ▲ и ◀ установить код 8206 и снова нажать кнопку прог.

В этом режиме регулятор выдает непрерывный максимальный выходной сигнал, светодиоды « $t_i$ », « $t_d$ » и « $X_p$ » начинают мигать. По части выходной разгонной характеристики вычислительное устройство микропроцессора определяет необходимые параметры ПИД-регулятора, эти параметры устанавливаются в энергонезависимой памяти прибора. По окончании автонастройки, когда мигающие светодиоды загораются непрерывным светом, нажатием кнопки прог прибор следует перевести в режим «программирование», в котором можно проверить и при необходимости скорректировать параметры ПИД-регулятора (если они ранее были получены расчетным путем).

##### 1.4.2. Программирование

как указанную выше, в режиме «программирование» прибор переводят нажатием кнопки прог. В этом режиме прибор не осуществляет регулирование, выдавая выходной сигнал, полученный в момент входа в режим, устройство

сравнения переводится в положение «отключено». Если в режиме «программирование» пользователь в течение 20 с не выполняет никаких действий, то прибор автоматически возвращается в состояние «работа».

Первоначально, в режиме «программирование» загорается светодиод «Т», на цифровом индикаторе отображается установленное значение температуры. Если его необходимо изменить, то это делают кнопками  $\overline{\wedge}$  (изменение цифры в мигающем разряде) и  $\ll$  (перемещение разряда). После установки заданного значения температуры необходимо нажать кнопку  $\boxed{\text{прог}}$ , при этом загорается светодиод «ти», на цифровом индикаторе отображается значение  $t_i$ , при необходимости значение этого параметра изменяют аналогично изменению  $T$ . аналогичным образом устанавливаются параметры  $t_d$ ,  $X_p$ ,  $C1$  и  $C2$ . порядок установки перечисленных параметров и соответствующая индикация светодиодами изображена на рисунке 1.10.



Рис. 1.10 Индикация

Для установки параметров прибора «параметр секретности», «код типа датчика», «сдвиг характеристики», «период следования импульсов» и «тип логики устройств сравнения» необходимо действовать по схеме, изображенной на рисунке 1.11. после появления на индикаторе горизонтальных прочерков необходимо набрать код 0107.



Рис. 1.11 Индикация

Коды названных параметров и их значения приведены в таблице № 1.2.

Таблица № 1.2

№п/п	Параметры	Засвеченные светодиоды	Код или предел возможных значений на цифровом индикаторе
1.	Тип датчика	«Т», «С <sub>1</sub> », «С <sub>2</sub> »	00
	TSM 100 MW <sub>100</sub> = 1,426		01
	TSM 50 MW <sub>100</sub> = 1,426		02
	TСП 100 ПW <sub>100</sub> = 1,385		03
	TСП 100ПW <sub>100</sub> = 1,391		07
	TСП 50 ПW <sub>100</sub> = 1,385		08
	TСП 50 ПW <sub>100</sub> 1,391		09
	TSM 50 MW <sub>100</sub> = 1,428		14
	TSM 100 MW <sub>100</sub> = 1,428		15
TSM гр. 23			

Таблица 1.2 (продолжение)

1	ТХК (L)		04
	ТХА (K)		05
	ТОК 4...20 mA		10
	ТОК 0...20 mA		11
	ТОК 0...5 mA		12
	Напряжение 0...1 В		13
	ТПП (S) ТПП (R)	«Т», «С1» и «С2»	17 18
	ТНН (N) ТЖК (J)		19 20
2	Параметры секретности - запрещено изменять все параметры	«Т», «С1» и «С2»	00
	- разрешено изменять только Т, С1 и С2		01
	- разрешено изменять только Т		10
	- Разрешено изменять все параметры		11
3	Сдвиг характеристики	«τ <sub>и</sub> », «С1», «С2»	-99.9...999.9
4	Тип логики устройства сравнения	«τ <sub>д</sub> », «С1», «С2»	
	-включено		0
	-прямой гистерезис		1
	-обратный гистерезис		2
	-П-образная		3
	-U-образная		4
5	Период следования импульсов Т <sub>сл,с</sub>	«τ <sub>д</sub> », «С1», «С2»	0...99

Остальные параметры устанавливаются по коду 0108. Порядок установки представлен на рис. 1.12, коды и их значение – в таблице № 1.3

#### *Режим работы.*

В режим «работа» прибор входит автоматически при включении питания. В данном режиме происходит опрос датчика и отображение значения измеренной величины на цифровом индикаторе. В данном режиме прибор выдает сигнал управления на исполнительный механизм с выхода 1 и сигнал с выхода 2 в соответствии с логикой, запрограммированной для устройства сравнения.

В процессе работы прибор непрерывно контролирует исправность входного датчика и в случае возникновения аварийной ситуации на входе прибор сигнализирует об этом выходом на цифровой индикатор сообщения. Выходные устройства при неисправности входного датчика отключаются. При коротком замыкании термопары на индикаторе отображается температура «холодного спая», равная температуре окружающего воздуха. При обрыве или замыкании в цепи датчика с унифицированным сигналом тока или напряжения на индикаторе отображается нижний предел измерения. При других неисправностях (обрыв или короткое замыкание термосопротивления, обрыв термопары) на индикаторе появляются горизонтальные прочерки. После устранения неисправности работа прибора автоматически восстанавливается.

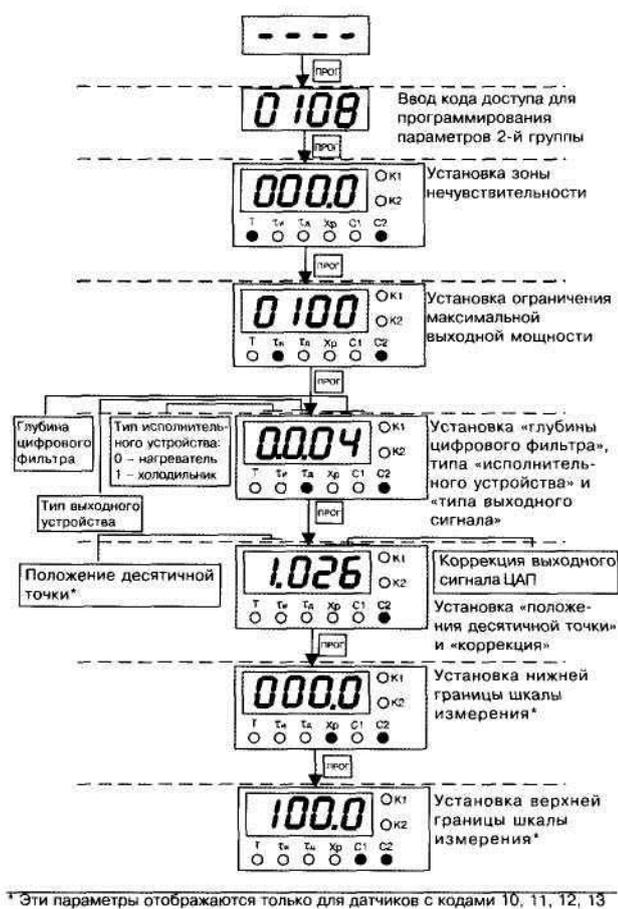


Рис. 1.12. Индикация

Таблица № 1.3

№ п/п	Параметры	Засвеченные светодиоды	Допустимые значения	Заводская установка
1.	Зона нечувствительности $X_d$	«Т» и «С2»	0...999.9	0.0
2.	Ограничение максимальной выходной мощности $Y_{огр}$	« $\tau_d$ » и «С2»	0...100	100
3.	Тип исполнительного устройства	« $\tau_d$ » и «С2»	0 – нагреватель 1 – охладитель	0

Таблица 1.3 (продолжение)

4.	Тип выходного устройства	«τ <sub>д</sub> » и «С2»	0 – импульсный (для реле) 1 – импульсный (для тиристора) 2 – аналоговый (для ЦАП)	0
5.	Глубина цифрового фильтра		0...10 (при 0 и 1 фильтр выключен)	04
6.	Положение десятичной точки (только в модификациях АТ и АН)	«С2»	0,1,2,3	1
7.	Коррекция выходного сигнала ЦАП	«С2»	0...999	000
8.	Нижняя граница шкалы измерения (только в модификациях АТ и АН)	«Х <sub>р</sub> » и «С2»	-999...9999	000.0
9.	Верхняя граница шкалы измерения (только в модификациях АТ и АН)	«С1» и «С2»	-999...9999	000.0

За работой выходных устройств оператор может следить по светодиодам «К1» и «К2», расположенным на передней панели прибора. Засветка диода сигнализирует о переходе соответствующего выходного устройства в состояние «включено».

### *Лабораторная работа № 2.*

#### **Настройка и работа с измерителем-регулятором ТРМ-251**

##### *Цель работы:*

Целью работы является изучение двухпозиционных регуляторов температуры и способов повышения качества при двухпозиционном регулировании.

Двухпозиционное регулирование является одним из наиболее широко используемых видов автоматического регулирования. Особенно широко двухпозиционные регуляторы применяются для регулирования температуры электрических печей и других установок с электронагревом. Двухпозиционные регуляторы используются также для регулирования таких параметров, как, уровень, давление, влажность, величины рН, концентрации веществ в газообразных и жидких средах и т.д. Несмотря на свои неоспоримые достоинства (простоту конструкции, надёжность работы, простоту обслуживания и настройки), двухпозиционные регуляторы обладают и существенным недостатком: регулируемая величина при их применении претерпевает непрерывные колебания, так как автоколебательный режим является нормальным режимом работы двухпозиционных регуляторов. При больших запаздываниях в системе амплитуды колебаний регулируемой величины могут быть недопустимо большими, что ограничивает область применения двухпозиционных регуляторов.

В настоящей работе исследуется двухпозиционный ТРМ251, выпускаемый

производственным объединением «ОВЭН» г. Москва.

## 2 ИЗМЕРИТЕЛЬ-РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ТРМ251

Подробно ознакомиться с назначением, техническими характеристиками, устройством и принципом работы и программированием прибора можно в документе «ТРМ251. Измеритель-регулятор двухканальный».

## 3 КРАТКАЯ ТЕОРИЯ ДВУХПОЗИЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

### 3.1 Общие сведения

В двухпозиционном регулировании стабилизация наблюдаемого параметра осуществляется за счёт релейного изменения управляющего воздействия при достижении параметром заданного значения. Функциональная схема системы стабилизации температуры представлена на рисунке 2.1.

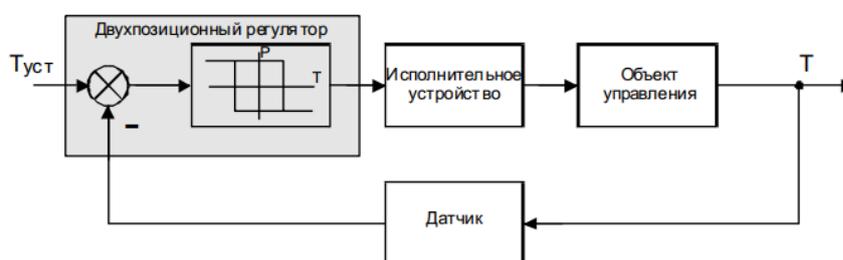


Рисунок 2.1 Функциональная схема системы стабилизации температуры

Регулятор сравнивает текущую температуру  $T$ , которая измеряется с помощью термосопротивления, с уставкой и в зависимости от знака рассогласования формирует управляющее воздействие на исполнительный механизм. Изменение температуры теплового объекта достигается изменением времени включения нагревателя.

В частности, при стабилизации температуры происходит включение нагревателя при уменьшении температуры, меньше заданной с отключение последующим отключением при достижении объектом заданной температуры. Отключение нагревателя может сопровождаться включением принудительного охлаждения, как показано на рисунке 2.2. На рисунке 2.2 через  $P$  обозначена подводимая к объекту мощность. В случае нагрева она положительная, в случае охлаждения отрицательная

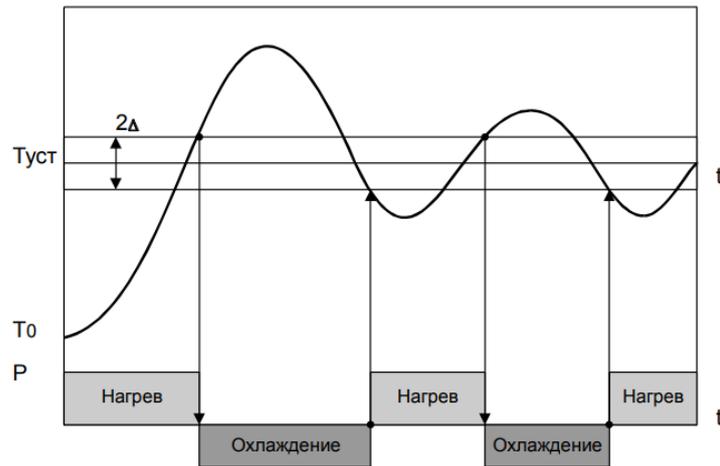


Рисунок 2.2 График переходного процесса при двухпозиционном регулировании  
Уравнение теплового объекта запишем в следующем виде:

$$C \frac{dT}{dt} = Q_{\text{пр}} - Q_{\text{от}}, \quad (2.1)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – приток энергии;

$Q_{\text{от}}$  – отток энергии;

$T$  – температура объекта;

$t$  – время;

$C$  – тепловая ёмкость объекта ( $C = c \cdot m$ , где  $c$  – удельная теплоёмкость, а  $m$  – масса объекта).

Рассмотрим общий случай – процесс регулирования с запаздыванием и диапазоном нечувствительности. Будем рассматривать регулирование температуры объекта, характеризуемого уравнением (2.1), с условием зависимости оттока от регулируемой температуры

$$Q_{\text{от}} = f(T) \quad (2.2)$$

Зависимость (1.2) полагаем для упрощения линейной, т.е. от  $n$  до (0)

$$Q_{\text{от}}(T) = kT, \quad (2.3)$$

где  $k$  – коэффициент самовыравнивания, имеющий при регулировании температуры;

$T(0) = T_n - T_0$  – температура, отсчитанная от начальной температуры объекта, т.е. от температуры окружающего воздуха  $T_0$ .

Для упрощения задачи  $k$  принимается за постоянную величину

$$C \frac{d\vartheta}{dt} = Q_{\text{пр}} - kT_{(0)}$$

или

$$\frac{C}{k} \cdot \frac{dT}{dt} + T_{(0)} = \frac{Q_{\text{пр}}}{k}. \quad (2.4)$$

График двухпозиционного регулирования температуры (рисунок 2.3) составляется из отрезков кривых разгона (при разогреве и охлаждении). Суммарная амплитуда колебаний  $\Delta T_m = \Delta T_m(+)-\Delta T_m(-)$ , согласно [1], изменяется согласно выражению

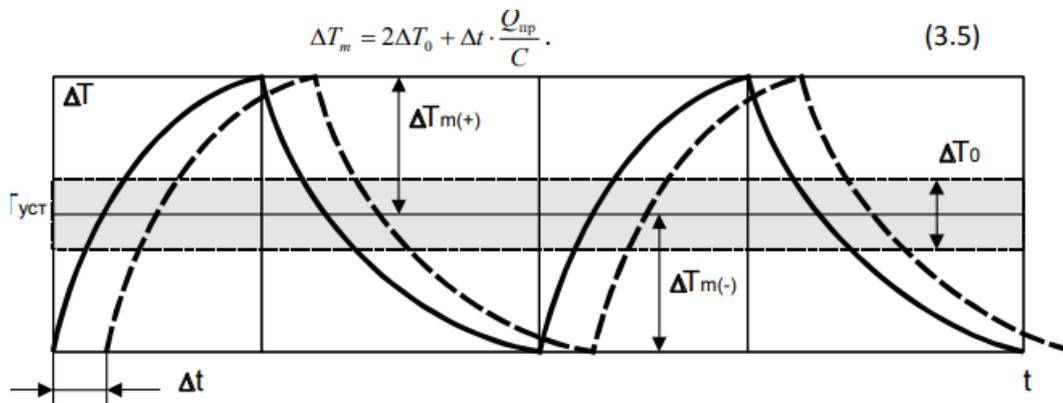


Рис. 2.3 График двухпозиционного регулирования температуры

$\Delta t$  – время запаздывания;  $\Delta T_0$  – отклонение регулируемой величины от заданного значения;  $2\Delta T_0$  – диапазон нечувствительности;  $\Delta T_{m(+)}$  – амплитуда положительного отклонения температуры;  $\Delta T_{m(-)}$  – амплитуда отрицательного отклонения температуры. Смещение среднего значения регулируемой температуры относительно заданного значения определяется равенством:

$$\Delta T_{\text{см}} = \frac{1}{2} \cdot (\Delta T_{m(+)} - |\Delta T_{m(-)}|) \quad (2.5)$$

#### 4 АППАРАТУРА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Внешний вид лабораторной установки приведён на рисунке 4.1.

Рисунок 2.4 - Внешний вид лабораторной установки

- 1 - автоматические выключатели SF1/16А, SF2/2А, SF3/2А, SF4/2А;
- 2 - микропроцессорный программируемый измеритель-регулятор ТРМ251;
- 3 – преобразователь АСМ-3 (RS-485/RS-232); 4 – блок питания БП15Б-Д2 (12В, 15Вт); 5,6 - Реле электромагнитное 220 В переменного тока; 7 – вольтметр переменного тока;
- 8 - эмулятор печи

ЭП10 с установленным на него дополнительным вентилятором.

На рисунке 4.2 не представлены следующие элементы установки:

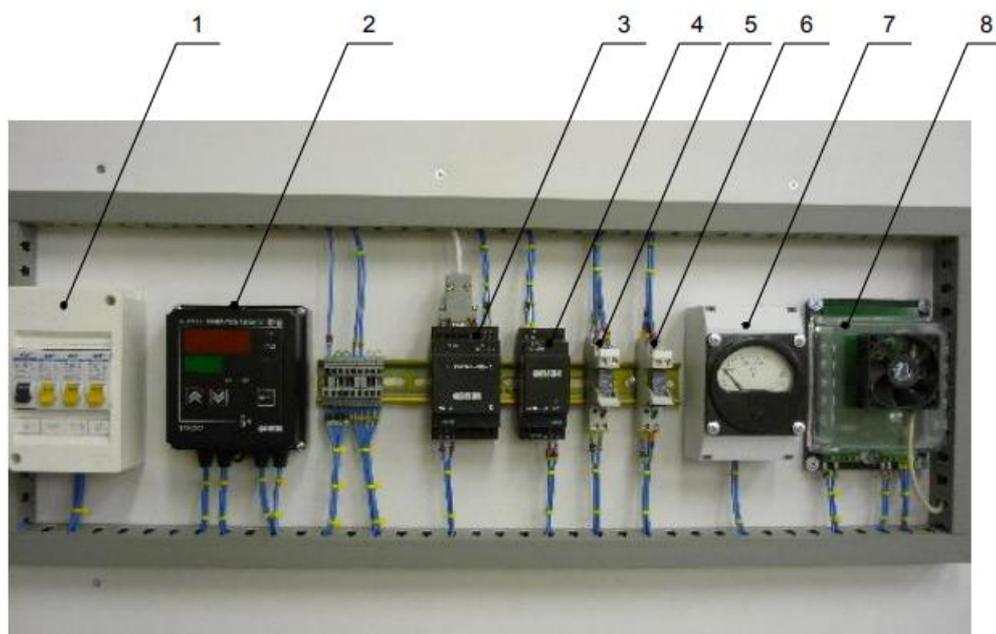


Рисунок 2.4 Внешний вид лабораторной установки

- понижающий трансформатор 220/110 В;
- датчик температуры Rt – термосопротивление ТСМ 50М, установленный внутри эмулятора печи ЭП10;
- персональный компьютер, с установленным на нём программы Owen Process Manager, выполняющий функцию цифрового регистратора.

Питание установки осуществляется от сети 220 В через автоматический выключатель SF1/16А. Через автоматический выключатель SF2 питание 220 В подаётся на нагреватель (НЭ) эмулятора электрической печи ЭП10. Через автоматический выключатель SF3 на НЭ подаётся напряжение 110 В, а через SF4 – включается вентилятор.

Установка параметров прибора ТРМ251 осуществляется в соответствии с Приложением по программированию прибора.

### *Лабораторная работа № 3,4*

#### **Программирование управляющего устройства шагового двигателя в шаговом режиме**

#### **Программирование управляющего устройства шагового двигателя в полшаговом режиме**

#### *Цель работы*

Изучение принципов работы шагового электропривода и способов управления шаговым двигателем

*Исполнительные устройства:* с шаговым и вентильным двигателем.

#### *Теоретическая часть*

##### *Принцип действия и режимы работы шагового двигателя*

В машиностроении, в схемах автоматики, телемеханики и вычислительной техники наряду с двигателями постоянного тока применяются исполнительные двигатели дискретного действия, которые получили название шаговых. Они используются в станках с ЧПУ, роботах манипуляторах, офисной технике (дисководы, принтерах, сканерах, множительной технике) и т.д. Основным преимуществом использования шаговых двигателей является возможность построения позиционных систем без использования датчиков обратных связей, а также возможность получения очень низких скоростей вращения; Шаговые двигатели (ШД) – это электромеханические устройства, преобразующие сигнал управления, задаваемый в виде импульсов, в дискретные угловые или линейные перемещения ротора с фиксацией его в заданном положении.

Шаговые двигатели используют в позиционных приводах без устройств обратной связи. Современные шаговые двигатели являются, по сути, синхронными двигателями без пусковой обмотки на роторе. Ротор может быть активным или пассивным.

ШД работают в комплекте с электронными коммутаторами. Коммутатор переключает обмотки управления двигателя с последовательностью и частотой, определяемые заданием. В общем случае различают двухфазные и многофазные шаговые двигатели.

В целях упрощения анализа рассмотрим работу шагового двигателя 4-х фазного шагового двигателя с двухполюсным ротором. На рисунке 5.1 приведена функциональная схема шагового электропривода, содержащая электронный коммутатор К и шаговый двигатель ШД. Коммутатор принимает сигнал задания по частоте выходных импульсов  $f$  и сигнал направления вращения  $Dir$ . Выходные сигналы управления 1...4 коммутатора управляют соответствующими обмотками шагового двигателя.

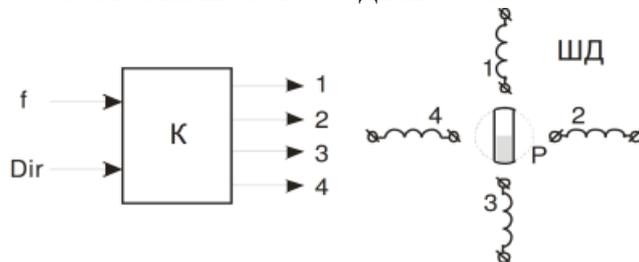


Рисунок 3.1 Функциональная схема шагового привода

Порядок коммутации обмоток при вращении «Вперед» шагового двигателя представлен на рисунке 3.2а, в этом случае импульсы управления последовательно подаются на обмотки 1-2-3-4 и далее процесс повторяется (рисунок 3.2б). При вращении «Назад» последовательность включения обмоток обратная: 1-4-3-2 (рисунок 3.2в). Такая схема переключения обмоток получила название симметричной, потому что в каждый момент времени включена только одна обмотка.

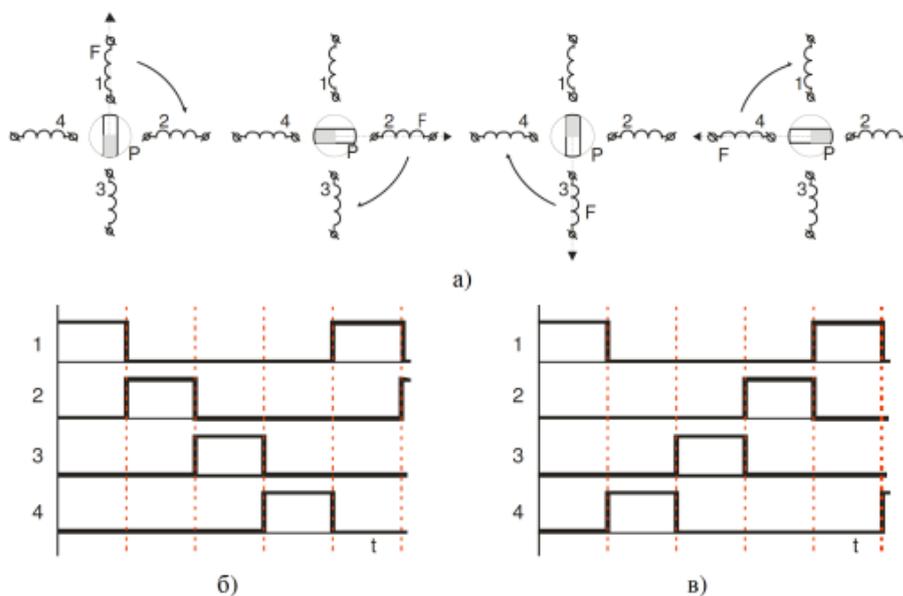


Рисунок 3.2 Последовательность включения обмоток ШД при симметричном способе переключения обмоток

В рассмотренном случае ротор за один шаг поворачивается на 90 эл. градусов.

Для рассматриваемого двигателя существует возможность уменьшения шага в 2 раза, для этого необходимо переключать обмотки по более сложной схеме (рисунок 3.3):

- 1 обмотка;
- 1 + 2 обмотки;
- 2 обмотка;

- 2 + 3 обмотки и т.д.

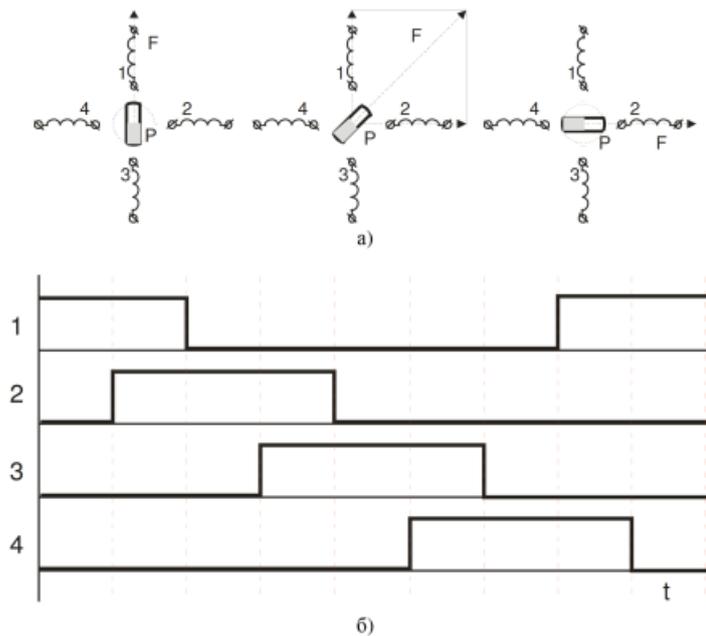


Рисунок 3.3 Последовательность включения обмоток ШД при несимметричном способе переключения обмоток

Эта схема переключения обмоток получила название несимметричной, т.к. коммутации четным и нечетным тактам соответствует различное число возбужденных обмоток управления. Другим названием такого способа является полушаговый режим работы.

### Оборудование и материалы

## 2. Описание лабораторной установки и модуля «Шаговый двигатель»

### 2.1. Описание лабораторной установки

В данной лабораторной работе исследуется система электропривода с шаговым двигателем, в которой управление выполняется от микроконтроллера по заранее введенной программе. Функциональная схема стенда приведена на рисунке 3.4 и содержит следующие узлы и устройства: – внутренний микроконтроллер  $\mu C1$  используется для управления двигателем и индикацией в автоматическом режиме. Микроконтроллер принимает сигналы от элементов управления (тумблеры, кнопки, потенциометр, энкодер), выдает сигналы на 7-ми сегментные индикаторы, и выдает 4 сигнала для управления силовой частью системы. В ручном режиме этот микроконтроллер управляет только индикацией

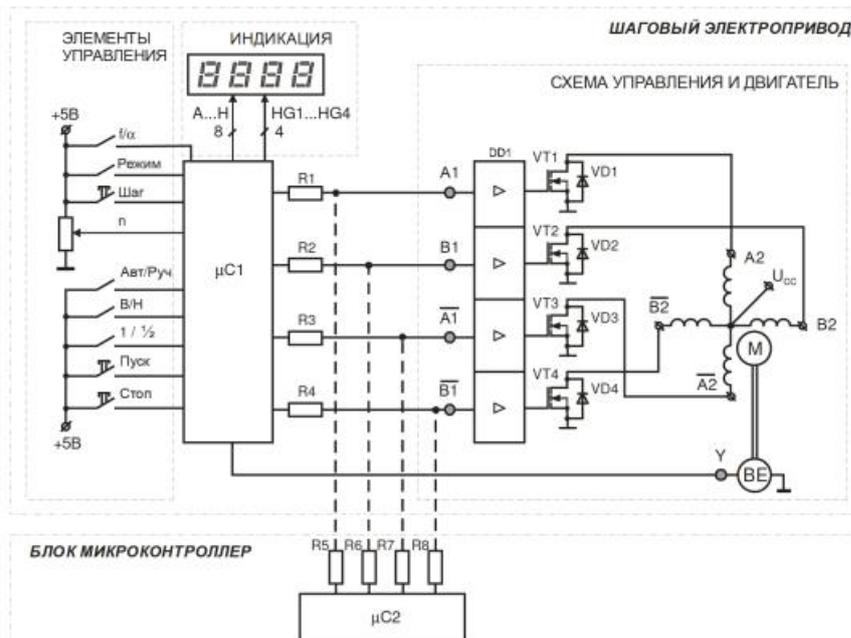


Рисунок 3.4 Функциональная схема шагового электропривода

- элементы управления (тумблеры, кнопки, потенциометр, светодиоды), обеспечивающие подачу питания на модуль, изменение режима работы и изменение направления вращения, пуск и остановку двигателя;
- индикацию для вывода на 7-ми сегментных индикаторах частоты подачи импульсов или углового положения вала двигателя. В стенде реализуется динамическая индикация сигналов;
- силовая часть, включающая усилители и силовые полевые ключи, предназначена для подачи силового напряжения на обмотки двигателя;
- шаговый двигатель, оптический датчик (энкодер), светодиоды включения обмоток двигателя и срабатывания энкодера;
- внешний микроконтроллер  $\mu C2$ , позволяющий программировать законы управления системы шагового электропривода в ручном режиме, при котором внутренний контроллер  $\mu C1$  отключен. В качестве внешнего контроллера используется управляющее устройство из блока микроконтроллера.

### Ход работы

#### 3. Пробное включение системы

3.1. Установить в исходное состояние все элементы модуля шагового двигателя, а именно:

- тумблер режима работы установить в положение «Авт»;
- тумблер «В/Н» установить в положение «В»;
- тумблер «1/ 1/2» установить в положение «1»;
- тумблер «Реж» установить в верхнее положение «n»;
- тумблер «Индикация» установить в положение «Частота»;
- потенциометр в нулевое положение (до упора против часовой стрелки).

3.2 Включить стенд. Переключатель находится на задней стороне защитного кожуха. Нажать кнопку «Пуск». Изменяя положение потенциометра задать необходимую скорость вращения двигателя, при этом запускается

двигатель и на индикаторах высвечивается текущее значение частоты подачи переключения обмоток.

3.3 Переключив тумблер «В/Н» в положение «Н» изменить направление вращения двигателя.

3.4 Переключить режим работы симметричного на несимметричный режим «1/2».

3.5 Остановить двигатель, нажав кнопку «Стоп» или «Сброс». Выключить питание модуля.

4. *Исследование работы ШД при симметричном управлении*

4.1. Установить: – тумблер «В/Н» - в положение «В»;

– тумблер «1/ 1/2» - в положение «1»;

– тумблер «Реж» - в верхнее положение «п»; – тумблер «Индикация» - в положение «Частота».

Далее включить стенд, нажать кнопку «Пуск» и потенциометром установить минимальную устойчивую скорость вращения двигателя, записать значение частоты подачи импульсов и последовательность включения обмоток. Установить максимальную частоту подачи импульсов, которые двигатель отрабатывает без искажений (понятие приемистости шагового двигателя), записать полученную частоту.

4.2. Изменить направление вращения двигателя и повторить эксперимент.

5. *Исследование работы ШД при несимметричном управлении*

5.1. Установить: – тумблер «В/Н» - в положение «В»;

– тумблер «1/ 1/2» - в положение «1/2»;

– тумблер «Реж» - в верхнее положение «Скорость»; – тумблер «Индикация» - в положение «Частота».

Далее повторить предыдущие пункты, записав минимальные и максимальные частоты устойчивой работы, последовательности включения обмоток.

5.2. Нажать кнопку «Стоп».

6. *Исследование работы ШД в режиме позиционирования*

6.1. Установить: – тумблер «В/Н» - в положение «В»;

– тумблер «1/ 1/2» - в положение «1»;

– тумблер «Реж» - в верхнее положение «Шаг»; – тумблер «Индикация» - в положение «а».

6.2. Нажать кнопку «Пуск». Последовательно нажимая кнопку «Шаг», проследить за изменением углового положения вала. Записать последовательность изменения углового положения (5 точек).

6.3. Сменить направление вращения и проверить изменение углового положения, записав новые 5 точек.

6.4. Изменить режим работы на полушаговый и выполнить

позиционирование в обе стороны, записав последовательности 5 точек. 6.5.

Выключить питание стенда

## *Лабораторная работа № 5*

### **Индикация углового положения шагового двигателя. Индикация скорости вращения шагового двигателя.**

*Цель работы:*

Осуществить программирование управления шаговым двигателем на базе микроконтроллера ESP32.

**Задание:** изучить управление шаговым двигателем. Реализовать вращение вала в выбранную сторону и на заданное количество шагов. Добиться плавной устойчивой работы двигателя.

#### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Подключить стенд к питанию от электрической сети. Питание при этом осуществляется через AC/DC адаптер, преобразующий переменное напряжение сети ~220В в постоянное напряжение 12В. 2. Подключить стенд к порту USB компьютера. Необходимо для организации питания микроконтроллера MSP430 и возможности обмена данными между микроконтроллером и компьютером. 3. Переключить тумблер SW1 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD1. Включится общее питание стенда и микроконтроллера

4. Запустить на компьютере среду разработки Energia.

5. По заданию преподавателя в среде разработки написать программу из списка задания.

6. Загрузить программу в стенд. Для этого удостоверьтесь, что во вкладке "Tools" из списка меню "Board" установлен флажок на "LaunchPadw/msp430g2452 (16Mhz)", а в меню "Serial Port" выбран необходимый COM-порт, к которому подключен стенд. Узнать его можно из "Диспетчера устройств". После нажмите на иконку с изображением стрелки «Upload», либо нажмите File - Upload, либо нажмите сочетание клавиш Ctrl+U.

7. Переключить тумблер SW2 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD2 и включится питание шагового двигателя. В зависимости от загруженной программы станут доступными: – Тумблер SW3 для управления направлением вращения шагового двигателя; – Светодиоды VD3 и VD4, сигнализирующие направление вращения; – Переменный резистор R5, позволяющий задавать скорость вращения шагового двигателя.

8. После проверки выполнения программы на стенде, отключите питание шагового двигателя, переведя тумблер SW2 в положение «ОТКЛ».

9. Загрузите другую программу для чего повторите шаги 4 – 8, либо перейдите к шагу 10.

10. Отключите питание стенда, переведя тумблер SW1 в положение «ОТКЛ», отсоедините стенд от разъема USB компьютера и выньте адаптер из сети

## *Лабораторная работа № 6.*

### **Настройка и работа с программируемым логическим контроллером ПЛК63**

*Цель работы:* приобретение навыков работы с периферийными устройствами ПЛК 63, а также навыков его программирования.

**Задание:**

- закрепить на практике знания по конфигурации периферийных устройств ввода-

вывода ПЛК 63;

- научиться загружать программный проект в ПЛК 63;

- получить навык отладки работы ПЛК 63 в реальном времени при использовании компьютера.

### Назначение разрабатываемого проекта

С помощью элементов визуализации необходимо организовать ввод информации в программу. Вид информационных сигналов может быть любым из доступных в ПЛК 63, а именно дискретным (логическим), или аналоговым. Однако, в случае использования дискретных сигналов, их количество должно быть не менее двух, для аналоговых сигналов – один и более.

Также необходимо организовать визуализацию выходных сигналов, которые могут быть как дискретными, так и аналоговыми. Количество выходных сигналов должно быть не менее двух, независимо от типа.

Входные и выходные сигналы необходимо связать между собой при помощи функциональных или алгоритмических преобразований произвольного вида.

Таким образом, разрабатываемый проект должен принимать входные сигналы, обрабатывать их и, в зависимости от результатов обработки, управлять состоянием соответствующих выходных сигналов.

### Пример

Пусть необходимо реализовать функцию дешифрирования двоичного двухразрядного кода в десятичный код.

В этом случае понадобятся:

**два** дискретных **входа**, на которые будут подаваться сигналы, соответствующие цифровому коду;

**четыре** дискретных **выхода**, каждый из которых становится активным (принимает значение логической единицы), только в том случае, если его порядковый номер совпадает со значением цифрового кода на входе.

Блок-схема дешифратора показана на рисунке 6.1, а соответствие его состояний - в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Соответствие состояний дешифратора входным сигналам

Вход 0	Вход 1	Выход 0	Выход 1	Выход 2	Выход 3

Реализацию программного проекта целесообразно начать с создания блока визуализации, в функции которого будет входить предоставление возможности ввода входных сигналов и индикация состояния выходных сигналов.

Для этого, запускаем CoDeSys и создаём новый проект, выбирая платформу

Нажимаем на закладку «Visualization» в нижней левой части экрана и

создаём новый объект визуализации «Add Object».

При помощи графических объектов создать визуализацию блока дешифрования, рисунок 6.2.

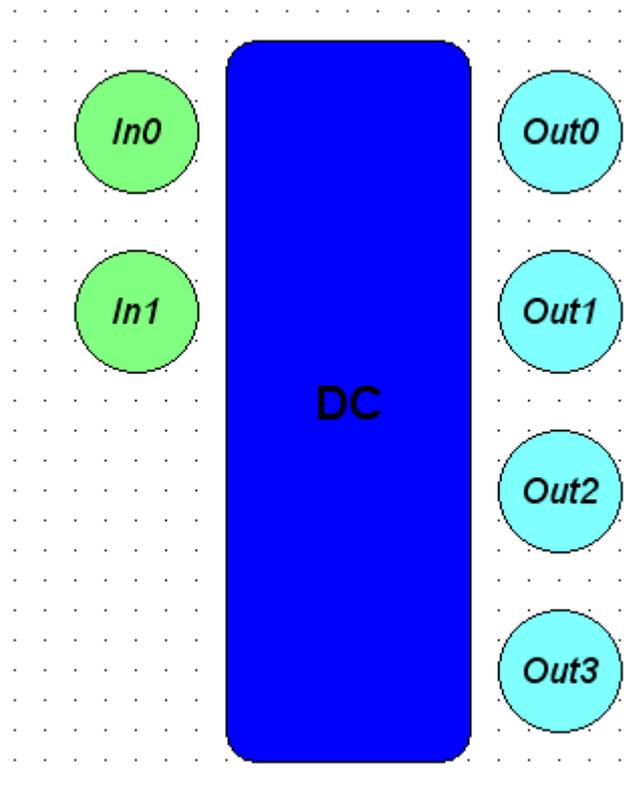


Рисунок 6.1 Визуализация блока дешифрования

В свойствах элементов In0 и In1 выбираем пункт Input, определяющий переменные, которыми эти элементы должны управлять, выбираем режим работы элементов, соответствующий переключателю – Toggle variable, и в поле ввода указываем имя переменной, уникальное для каждого элемента, состояние которой будет изменяться при нажатии на кнопку. Переменная должна иметь логический тип.

Для элемента In0 имя соответствующей переменной будет In0, а для элемента In1 соответственно In1.

Для элементов Out0...Out3, в свойствах, в разделе управляющих переменных «Variables» в строчке «Change color» укажем имена переменных логического типа, значение которых будут изменять цвет элементов.

Соответственно, для элемента Out0 – переменная Out0, для элемента Out1 – переменная Out1, для элемента Out2 – переменная Out2, для элемента Out3 – переменная Out3.

При этом, необходимо в разделе «Colors» установить разными значения цветов элементов в пассивном «Color» и активном «Alarm color» состояниях.

Блок визуализации создан.

Изменение света целесообразно сделать и для входных сигналов. Для этого в свойствах элементов в разделе управляющих переменных «Variables» в строчке выбрать цвет активного и пассивного состояний, аналогично тому, как сделано

для выходных сигналов. Это позволит наблюдать за состоянием входных сигналов при их переключении.

Далее необходимо связать указанные выше переменные между собой посредством программы управления. Для этого необходимо перейти в раздел программных элементов (POU) путём выбора соответствующей закладки в левом нижнем углу программной оболочки CoDeSys.

Ввести представленный ниже программный код, реализующий последовательный перебор всех возможных состояний входных сигналов, таблица 6.1.

Для запуска программы необходимо в пункте меню «OnLine» установить галку напротив пункта «Simulation Mode», тем самым разрешить эмуляцию работы ПЛК 63 на компьютере, без внешних подключений.

Выбрать в пункте меню «OnLine» пункт «Login», что запустит процесс загрузки проекта в ПЛК (в нашем случае – его имитации).

Выбрать в пункте меню «OnLine» пункт «Run», что запустит программный проект на выполнение внутри ПЛК (в нашем случае – его имитации).

Для контроля работы программы необходимо перейти в раздел визуализации и, нажимая на элементы «In0» и «In1», управляющие состоянием входных сигналов, наблюдать соответствующую реакцию выходных сигналов

```
0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 END_VAR
0004
0001
0002 IF (NOT in0 AND NOT in1) THEN {In0=0 и In1=0 }
0003 out0:=TRUE; {активен out0}
0004 out1:=FALSE;
0005 out2:=FALSE;
0006 out3:=FALSE;
0007 END_IF
0008
0009 IF (in0 AND NOT in1) THEN {In0=1 и In1=0 }
0010 out0:=FALSE;
0011 out1:=TRUE; {активен out1}
0012 out2:=FALSE;
0013 out3:=FALSE;
0014 END_IF
0015
0016 IF (NOT in0 AND in1) THEN {In0=0 и In1=1 }
0017 out0:=FALSE;
0018 out1:=FALSE;
0019 out2:=TRUE; {активен out2}
0020 out3:=FALSE;
0021 END_IF
0022
0023 IF (in0 AND in1) THEN {In0=1 и In1=1 }
0024 out0:=FALSE;
0025 out1:=FALSE;
0026 out2:=FALSE;
0027 out3:=TRUE; {активен out3}
0028 END_IF
0029
```

Рисунок 6.2 Текст программы реализации дешифратора

### **Ход выполнения работы**

- самостоятельно предложить задачу, решаемую при помощи ПЛК 63, выполняя условия пункта «**Назначение разрабатываемого проекта**» и по уровню сложности аналогичную представленному примеру;
- разработать структурную схему программного проекта, реализуемого в программной среде CoDeSys для решения предложенной задачи, где указать, какие функции будет выполнять программный блок, а какие блок визуализации;
- разработать блок-схему алгоритма реализации предложенной задачи;
- разработать программный проект, реализующий выполнение предложенной задачи, в программной среде CoDeSys для платформы ПЛК 63. При этом допускается использование любого языка программирования из доступных в среде CoDeSys.

### *Лабораторная работа № 7*

## **Программирование управляющего устройства шагового двигателя в режиме позиционирования**

### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Подключить стенд к питанию от электрической сети. Питание при этом осуществляется через AC/DC адаптер, преобразующий переменное напряжение сети ~220В в постоянное напряжение 12В.2. Подключить стенд к порту USB компьютера. Необходимо для организации питания микроконтроллера MSP430 и возможности обмена данными между микроконтроллером и компьютером.3. Переключить тумблер SW1 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD1. Включится общее питание стенда и микроконтроллера
4. Запустить на компьютере среду разработки Energia.
5. По заданию преподавателя в среде разработки изменить программу лабораторной работы в соответствии с темой лабораторной работы.
6. Загрузить программу в стенд. Для этого удостоверьтесь, что во вкладке "Tools" из списка меню "Board" установлен флажок на "LaunchPadw/msp430g2452 (16Mhz)", а в меню "Serial Port" выбран необходимый COM-порт, к которому подключен стенд. Узнать его можно из "Диспетчера устройств". После нажмите на иконку с изображением стрелки «Upload», либо нажмите File - Upload, либо нажмите сочетание клавиш Ctrl+U.
7. Переключить тумблер SW2 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD2 и включится питание шагового двигателя. В зависимости от загруженной программы станут доступными: – Тумблер SW3 для управления направлением вращения шагового двигателя; – Светодиоды VD3 и VD4, сигнализирующие направление вращения; – Переменный резистор R5, позволяющий задавать скорость вращения шагового двигателя.
8. После проверки выполнения программы на стенде, отключите питание шагового двигателя, переведя тумблер SW2 в положение «ОТКЛ».
9. Загрузите другую программу для чего повторите шаги 4 – 8, либо перейдите к шагу 10.

10. Отключите питание стенда, переведя тумблер SW1 в положение «ОТКЛ», отсоедините стенд от разъема USB компьютера и выньте адаптер из сети.

### *Лабораторная работа № 8*

## **Программирование управляющего устройства ШИП в несимметричном режиме**

### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Подключить стенд к питанию от электрической сети. Питание при этом осуществляется через AC/DC адаптер, преобразующий переменное напряжение сети ~220В в постоянное напряжение 12В. 2. Подключить стенд к порту USB компьютера. Необходимо для организации питания микроконтроллера MSP430 и возможности обмена данными между микроконтроллером и компьютером. 3. Переключить тумблер SW1 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD1. Включится общее питание стенда и микроконтроллера

4. Запустить на компьютере среду разработки Energia.

5. По заданию преподавателя в среде разработки изменить программу лабораторной работы в соответствии с темой лабораторной работы.

6. Загрузить программу в стенд. Для этого удостоверьтесь, что во вкладке "Tools" из списка меню "Board" установлен флажок на "LaunchPadw/msp430g2452 (16Mhz)", а в меню "Serial Port" выбран необходимый COM-порт, к которому подключен стенд. Узнать его можно из "Диспетчера устройств". После нажмите на иконку с изображением стрелки «Upload», либо нажмите File - Upload, либо нажмите сочетание клавиш Ctrl+U.

7. Переключить тумблер SW2 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD2 и включится питание шагового двигателя. В зависимости от загруженной программы станут доступными: – Тумблер SW3 для управления направлением вращения шагового двигателя; – Светодиоды VD3 и VD4, сигнализирующие направление вращения; – Переменный резистор R5, позволяющий задавать скорость вращения шагового двигателя.

8. После проверки выполнения программы на стенде, отключите питание шагового двигателя, переведя тумблер SW2 в положение «ОТКЛ».

9. Загрузите другую программу для чего повторите шаги 4 – 8, либо перейдите к шагу 10.

10. Отключите питание стенда, переведя тумблер SW1 в положение «ОТКЛ», отсоедините стенд от разъема USB компьютера и выньте адаптер из сети

### *Лабораторная работа № 9*

## **Программирование управляющего устройства замкнутой системы управления вентильного двигателя**

### **Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Подключить стенд к питанию от электрической сети. Питание при этом осуществляется через AC/DC адаптер, преобразующий переменное напряжение сети ~220В в постоянное напряжение 12В. 2. Подключить стенд к порту USB компьютера. Необходимо для организации питания микроконтроллера MSP430 и возможности

обмена данными между микроконтроллером и компьютером.3. Переключить тумблер SW1 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD1. Включится общее питание стенда и микроконтроллера

4. Запустить на компьютере среду разработки Energia.

5. По заданию преподавателя в среде разработки изменить программу лабораторной работы в соответствии с темой лабораторной работы.

6. Загрузить программу в стенд. Для этого удостоверьтесь, что во вкладке "Tools" из списка меню "Board" установлен флажок на "LaunchPadw/msp430g2452 (16Mhz)", а в меню "Serial Port" выбран необходимый COM-порт, к которому подключен стенд. Узнать его можно из "Диспетчера устройств". После нажмите на иконку с изображением стрелки «Upload», либо нажмите File - Upload, либо нажмите сочетание клавиш Ctrl+U.

7. Переключить тумблер SW2 в положение «ВКЛ». При этом загорится светодиод VD2 и включится питание шагового двигателя. В зависимости от загруженной программы станут доступными: – Тумблер SW3 для управления направлением вращения шагового двигателя; – Светодиоды VD3 и VD4, сигнализирующие направление вращения; – Переменный резистор R5, позволяющий задавать скорость вращения шагового двигателя.

8. После проверки выполнения программы на стенде, отключите питание шагового двигателя, переведя тумблер SW2 в положение «ОТКЛ».

9. Загрузите другую программу для чего повторите шаги 4 – 8, либо перейдите к шагу 10.

10. Отключите питание стенда, переведя тумблер SW1 в положение «ОТКЛ», отсоедините стенд от разъема USB компьютера и выньте адаптер из сети

### *Лабораторная работа № 10*

## **Программирование цифровой системы управления нереверсивного однофазного Тиристорного Преобразователя**

### *Цель работы:*

Целью лабораторной работы является экспериментальное исследование по определению:

- зависимости постоянного напряжения на выходе частотного детектора  $U_{\text{ЧД}}$  от частоты  $f_c$  входного сигнала при разомкнутой петле обратной связи;

- зависимости частоты  $f_{\text{ПЧ}}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 1$ ;

- зависимости частоты  $f_{\text{ПЧ}}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 2, 6$ ;

- зависимость величины остаточной расстройки  $\Delta f_{\text{ПЧ ост}}$  от величины коэффициента усиления в петле обратной связи для ФНЧ первого порядка;

- определить  $t_y$  процесса втягивания для ФНЧ первого порядка для четырёх значений коэффициента усиления  $K_U$ ;

*Контрольно- измерительная аппаратура.*

1. Источник постоянного тока  $\pm 12$  В.
2. Генератор сигналов высокочастотный Г4 - 18.
3. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-120.
4. Цифровой вольтметр В7-38.
5. Электронный частотомер типа
6. Электронный частотомер комплекта аппаратуры БИС.
7. Электронный осциллограф типа С1-65
8. Лабораторная установка «Частотная автоподстройка частоты»

*Описание лабораторной установки «Частотная автоподстройка частоты»*

Лабораторная установка предназначена для экспериментальных исследований процесса частотной автоподстройки частоты. На установке определяются:

- зависимости постоянного напряжения на выходе частотного детектора  $U_{\text{чд}}$  от частоты  $f_c$  входного сигнала при разомкнутой петле обратной;
- зависимости частоты  $f_{\text{пч}}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 1$ ;
- зависимости частоты  $f_{\text{пч}}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 2, 6$ ;
- зависимость величины остаточной расстройки  $\Delta f_{\text{пч ост}}$  от величины коэффициента усиления в петле обратной связи для ФНЧ первого порядка;
- определить  $t_y$  процесса втягивания для ФНЧ первого порядка для четырёх значений коэффициента усиления  $K_U$ ;
- определить  $t_y$  процесса втягивания для ФНЧ второго порядка для четырёх значений коэффициента усиления  $K_U$ .

Структурная схема лабораторной установки «Частотная автоподстройка частоты» приведена на рис. 10.1-10.3.

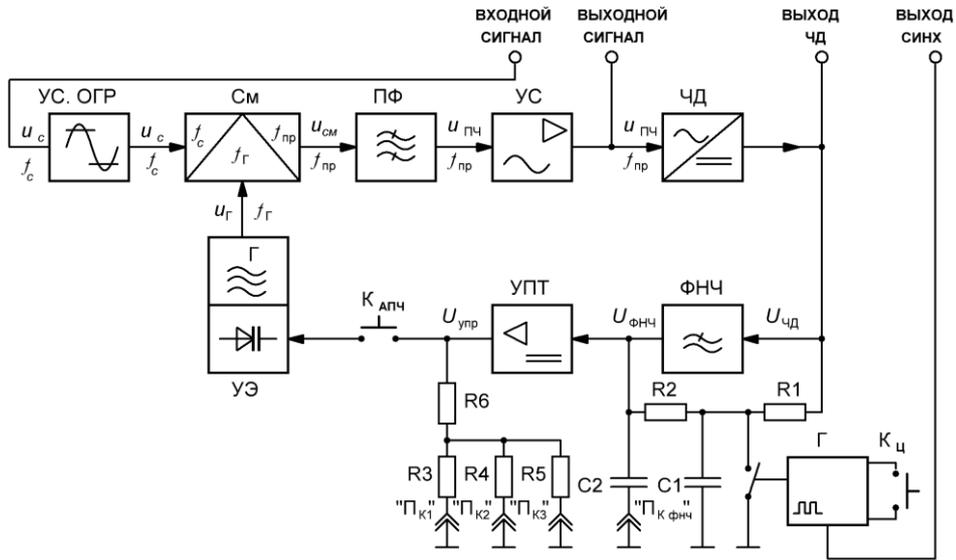


Рис.10.1 Структурная схема лабораторной установки «Частотная автоподстройка частоты»

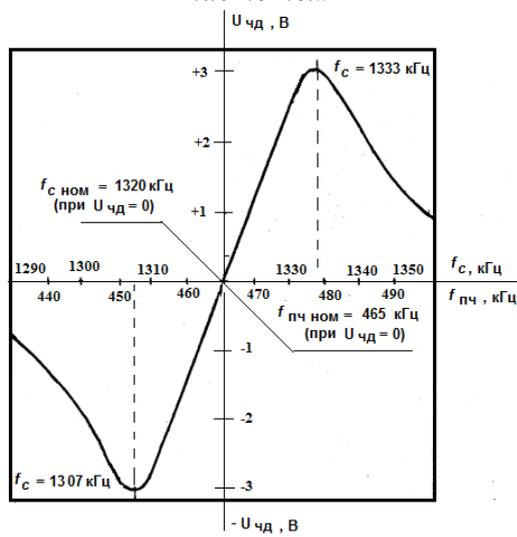


Рис. 10.2 Частотная характеристика ЧД

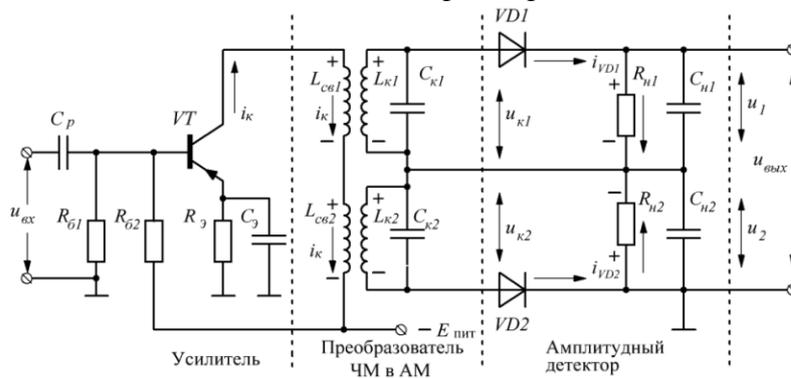


Рис. 10.3 Принципиальная схема частотного детектора на двух взаимно расстроенных контурах

### Рабочее задание

1. Получить зависимости постоянного напряжения на выходе частотного детектора  $U_{\text{ЧД}}$  от частоты  $f_c$  входного сигнала при разомкнутой петле обратной связи.
2. Получить зависимости частоты  $f_{\text{пч}}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 1$ .
3. Получить зависимости частоты  $f_{\text{пч}}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 2, 6$ .
4. Получить зависимости частоты  $f_{\text{пч}}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 10$ .
5. Получить зависимость величины остаточной расстройки  $\Delta f_{\text{пч ост}}$  от величины коэффициента усиления в петле обратной связи для ФНЧ первого порядка.
6. Определить  $t_y$  процесса втягивания для ФНЧ первого порядка для четырёх значений коэффициента усиления  $K_U$ .
7. Определить  $t_y$  процесса втягивания для ФНЧ второго порядка для четырёх значений коэффициента усиления  $K_U$ .

### Порядок выполнения рабочего задания

1. Выполнить подключение лабораторной установки «Частотная автоподстройка частоты» к вспомогательной и контрольно- измерительной аппаратуре согласно рис. 10.4.

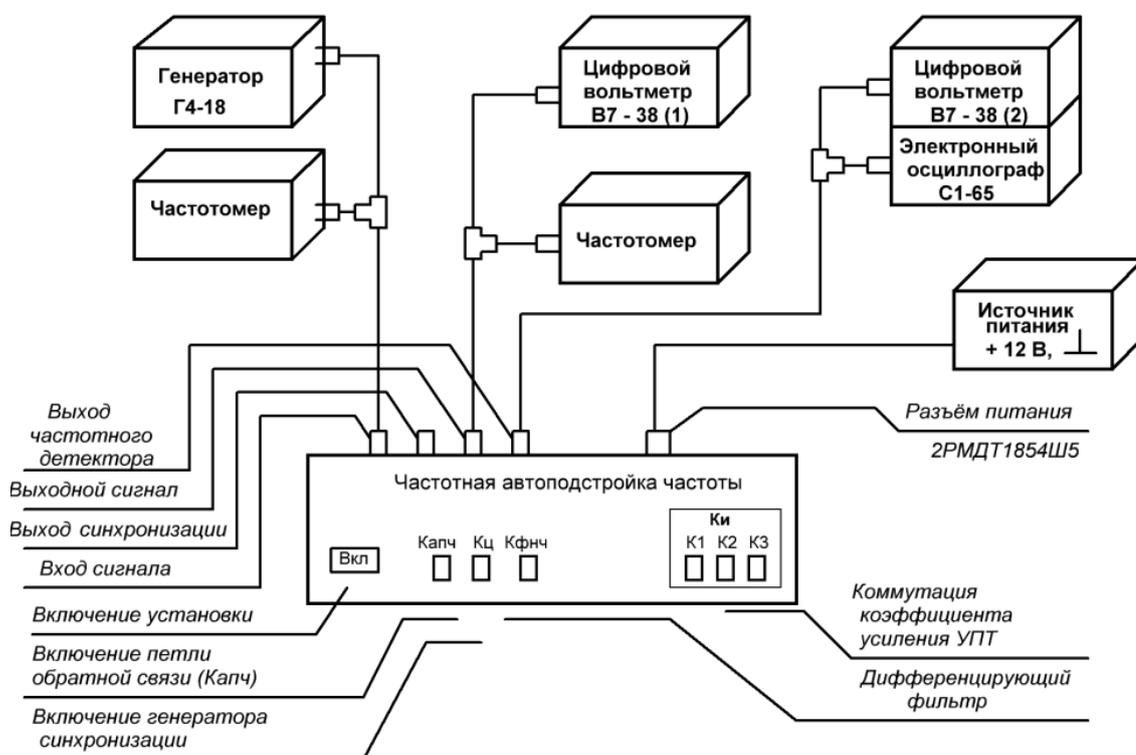


Рис.10.4 Схема подключения лабораторной установки «Частотная автоподстройка частоты» к вспомогательной и контрольно-измерительной аппаратуре

2. Подать питание  $\sim U_{сети} = 220\text{В}$   $f = 50\text{Гц}$  на соответствующую дополнительную и контрольно-измерительную аппаратуру и выполнить проверку на общую работоспособность аппаратуры.

3. Получить зависимости постоянного напряжения на выходе частотного детектора  $U_{\text{чд}}$  от частоты  $f_c$  входного сигнала при разомкнутой петле обратной связи.

*Последовательность выполняемых операций:*

- выключатель «Включение установки» "П<sub>12В</sub>" лабораторной установки – в положение «Вкл»; (в нажатом состоянии);
- кнопка  $K_{\text{апч}}$  – включение, выключение электрической цепи петли обратной связи – в положении «Выкл» (в отжатом состоянии);
- установить уровень входного сигнала  $U_c(t) = 300\text{ мВ}$ ;
- изменяя частоту  $\omega_c = 2\pi \cdot f_c$  входного сигнала через интервалы 10 кГц в пределах от 1280 до 1360 кГц, произвести измерения  $U_{\text{выхчд}}$  (постоянного напряжения с помощью выходного милливольтметра В7-38 (2)).

Результаты занести в таблицу 1 и построить графики  $U_{\text{выхчд}} = \varphi(f_c)$ ,  
 $U_{\text{выхчд}} = \varphi(f_{\text{пч}})$ .

Согласно построенного графика  $U_{\text{чд}} \equiv F(f_c)$ , определить значения  $f_{c \text{ ном}}$  при  $U_{\text{выхчд}} = 0$ ; и  $f_{\text{пч0 ном}}$  при  $U_{\text{выхчд}} = 0$ ; и  $f_{\text{к1}}, f_{\text{к2}}$ .

Таблица 10.1

$U_c = 300\text{ мВ}$ ; Устанавливаемая величина $f_c$ , кГц.																
$f_c$	1280	1290	1300	1305	1307,4	1310	1315	1320,3	1325	1330	1333,48	1335	1340	1345	1350	1360
Результаты измерения $f_{\text{пч}}$ (кГц); $U_{\text{выхчд}}$ (В)																
$f_{\text{пч}}$																
$U_{\text{выхчд}}$																

Согласно паспорта лабораторной установки «Частотная автоподстройка частоты»:

- частота настройки первого колебательного контура (резонансная)  $f_{\text{к1}} = 1307,4\text{ кГц}$ ;
- частота настройки второго колебательного контура (резонансная)  $f_{\text{к2}} = 1333,48\text{ кГц}$ ;
- частота входного сигнала  $f_c$  при  $U_{\text{чд}} = 0$ ;  $f_{c \text{ ном}} = 1320,3\text{ кГц}$ ;
- промежуточная частота на выходе усилителя (УС)  $f_{\text{пр0}}$  при  $U_{\text{чд}} = 0$ ;  $f_{\text{пр0}} = 464,48\text{ кГц}$ . паспортные данные необходимо уточнить при выполнении лабораторной работы.

4. Получить зависимости частоты  $f_{пч}$  выходного сигнала от частоты  $f_c$  входного сигнала при замкнутой петле обратной связи и коэффициенте усиления  $K_U = 1$ .

Последовательность выполняемых операций:

- выключатель «Включение установки» " $П_{12B}$ " лабораторной установки – в положение «Вкл»; (в нажатом состоянии);
- кнопка " $K_{апч}$ " – в положении «Вкл» (в нажатом состоянии);
- кнопки " $П_{к\text{ фнч}}$ ", " $K_{ц}$ " в положении «Выкл»; (в отжатом состоянии);
- кнопки " $П_{к1}$ ", " $П_{к2}$ ", " $П_{к3}$ " в положении «Выкл» (в отжатом состоянии);
- установить уровень входного сигнала  $U_c(t) = 300$  мВ;
- изменяя частоту  $\omega_c = 2\pi \cdot f_c$  входного сигнала через интервалы 10 кГц в пределах от 1280 до 1360 кГц, произвести измерения промежуточной частоты  $f_{пч}$  (измерения выполняются с помощью частотомера аппаратуры БИС, подключенного к разъёму «Выходной сигнал» лабораторной установки).

Результаты занести в таблицу 10.2 и построить график  $\Delta f_{пч} = \varphi(\Delta f_c)$ ,

где  $\Delta f_c = f_c - f_{c\text{ ном}}$ ;  $\Delta f_{пч} = f_{пч} - f_{пч\text{ ном}}$ .

Таблица 10.2

$U_c = 300$ мВ; Устанавливаемая величина $f_c$ , кГц.																
$f_c$	1280	1290	1300	1305	1307,4	1310	1315	1320,3	1325	1330	1335	1340	1344,5	1350	1360	1365
Результаты измерения $f_{пч}$ (кГц); $\Delta f_c$ (кГц)																
$\Delta f_{пч}$																
$\Delta f_c$																

### **3. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

3.1 Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям.

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний.

Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям (лабораторным работам), экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

3.2 Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературой, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы, взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

3.3 Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям.

Целью лабораторного практикума является: ознакомление с устройством, принципом действия и характеристиками машин переменного тока; закрепление теоретических знаний в области машин переменного тока, получение навыков их экспериментального исследования, а также обработки полученных

результатов; приобретение навыков чтения и сборки электрических схем, включения и испытания машин переменного тока в различных режимах; приобретение навыков суммирования и обобщения полученных результатов экспериментальных исследований, умения формулировать правильные выводы о работе машины и физических процессах, протекающих в ней.

## 10. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная литература:*

.А. Алексеев, С.Б. Макаров, Н.Н. Портнягин, Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промышленных судов.– М.: Колос, 2008. 424 с.

овиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2003.

3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. М.: Высшая школа, 2008. – 797 с.

### *Дополнительная литература:*

олочков В.Я. Микропроцессорные средства управления техническими средствами рыбопромысловых судов. – М.: МОРКНИГА, 2013. –362 с.

Кузнецов А.П., Лукьянов В.Ю. Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и электросетях. – М.: НЦ ЭНАС, 2001, –120 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный технический университет»

Мореходный факультет

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

## **МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания к самостоятельной работе  
*для студентов,*  
*обучающихся по специальности 13.03.02*  
*«Электроэнергетика и электротехника»*  
*профиль «Электрооборудование и*  
*автоматика судов»*  
*заочной формы обучения*

Петропавловск-Камчатский  
2024

**Белов Олег Александрович, к.т.н., доцент кафедры ЭУЭС**

Микропроцессорные системы управления: методические указания к самостоятельной работе по дисциплине для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» заочной формы обучения / О.А. Белов – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2024. – с.15

Обсуждены:

на заседании кафедры ЭУЭС «17» октября 2024 г., протокол № 4

Зав. кафедрой ЭУЭС



—  
О.А. Белов

Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Микропроцессорные системы управления» рассмотрены и утверждены на заседании УМС протокол № 2 от «02» октября 2024 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «Микропроцессорные системы управления» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» и выполняется в соответствии с ФГОС ВО. Основной целью СРС является:

- развитие навыков ведения самостоятельной работы;
- приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы;
- развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;
- приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов» изучение дисциплины «Микропроцессорные системы управления» направлено на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

- способность обосновывать планы и программы технического обслуживания и ремонта оборудования электрических сетей (**ПК-2**);
- способность планировать и вести деятельность по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования (**ПК-3**).

1.2. В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- правила технической эксплуатации электрических станций и сетей в части оборудования подстанций электрических сетей;
- правила эксплуатации и организации ремонта электрических сетей;
- правила устройства электроустановок;
- порядок и методы планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- порядок организации обеспечения производства ремонтов оборудования подстанций электрических сетей материально-техническими ресурсами;
- нормы и требования, стандарты по испытаниям оборудования подстанций электрических сетей, пусконаладке;
- методы анализа качественных показателей работы оборудования подстанций электрических сетей;
- порядок вывода оборудования подстанции в ремонт и оформления нарядов-допусков для выполнения на них работ;
- технологию производства ремонтных работ оборудования подстанций электрических сетей;

- основы экономики и организации производства, труда и управления в энергетике;
  - законодательные и нормативно-правовые акты, методические материалы по вопросам производственного планирования и оперативного управления производством;
  - нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленного за подразделением;
  - организационно-распорядительные, нормативно-технические и методические документы по вопросам эксплуатации высоковольтных линий электропередачи;
  - основы трудового законодательства Российской Федерации в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей;
- требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности и производственной санитарии, регламентирующие деятельность по трудовой функции.

### 1.3. В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- анализировать и прогнозировать ситуацию по техническому состоянию и ходу ремонта оборудования подстанций электрических сетей;
- оценивать состояние техники безопасности на подстанциях электрических сетей;
- оценивать качество произведенных работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- применять справочные материалы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- проводить техническое освидетельствование оборудования подстанций электрических сетей;
- планировать производственную деятельность, ремонты оборудования подстанций электрических сетей;
- вести техническую и отчетную документацию; планировать и организовывать работу подчиненных работников;
- применять автоматизированные системы мониторинга и диагностики кабельных линий электропередачи;
- применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации кабельных линий электропередачи;
- проводить визуальные и инструментальные обследования и испытания;
- работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, специализированными компьютерными программами;
- умеет разрабатывать предложения по текущему и перспективному планированию работ по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередач.

1.4. В результате изучения дисциплины студент должен владеть:

- навыками подготовки проектов планов-графиков и программ технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций электрических сетей;
- составления заявок на оборудование, запасные части, материалы, инструмент, защитные средства, приспособления, механизмы;
- составления планов мероприятий по подготовке к особым условиям работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей;
- навыками оформления заявок на оборудование, материалы, запасные части, и др. необходимые для технического обслуживания и ремонта материальные ресурсы, а также проектно-конструкторскую и нормативно-техническую документацию, контроль выполнения заявок;
- навыками подготовки предложений в планы-графики осмотров, ремонта и технического обслуживания кабельных линий электропередачи;
- контролирует подготовку исходных и технических условий для проектирования строительства и реконструкции высоковольтных линий электропередачи;
- контроль подготовки планов-графиков осмотров, ремонта и технического обслуживания кабельных линий и контроль их выполнения;
- навыками контроля подготовки утвержденных дефектных ведомостей, проектов проведения работ и карт организации труда;
- навыками проведения аттестации и подготовки к сертификации рабочих мест на соответствие требованиям охраны труда;
- проверяет корректность расчетов, выполненных с целью обоснования планов и программ деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередач.

## **2. ФОРМЫ СРС**

Самостоятельная работа студентов проводится в следующей форме:

2.1. Самостоятельная проработка тем.

2.2. Подготовка к лабораторным и практическим работам.

## **3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СРС**

3.1 Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий, курсовых проектов, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач,

изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение и изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения.

3.2 СРС выполняется в период теоретического обучения в сроки, установленные рабочими учебными планами по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрооборудование и автоматика судов».

3.3 Выполнение СРС осуществляется студентами непосредственно в университете с предоставлением им необходимых условий для работы (библиотечного фонда, лабораторного оборудования, технических средств и т.д.). СРС может выполняться дистанционно с использованием электронной образовательной среды и сети интернет.

3.4 Непосредственный контроль за самостоятельной работой студентов осуществляет ведущий преподаватель. Преподаватель обязан рекомендовать необходимую литературу, справочные материалы, техническую документацию и другие источники для выполнения работы.

## **4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ СРС**

### **4.1. Выпускающие кафедры:**

Для успешного выполнения СРС выпускающая кафедра осуществляет:

- подбор тем СРС;
- организацию рабочих мест;
- организацию и контроль самого процесса СРС;
- разработку методических указаний по выполнению СРС, учитывающих специфику специальности выпускника.

### **4.2. Ведущий преподаватель обязан:**

- рекомендовать студенту необходимую литературу, справочные материалы, техническую документацию и другие источники для выполнения работы;
- давать студенту необходимые консультации и заслушивать его отчеты о выполнении этапов СРС;
- проверять все материалы, включенные студентом в отчет о выполнении СРС.

## **5. КОНТРОЛЬ ЗА ВЫПОЛНЕНИЕМ СРС**

5.1. Непосредственный контроль за самостоятельной работой студента осуществляет ведущий преподаватель.

5.2. Преподаватель устанавливает определенное время для консультаций и собеседований.

5.3. Во время собеседований студент обязан информировать своего преподавателя о ходе выполнения СРС.

## **6. СОДЕРЖАНИЕ И ЗАЩИТА ОТЧЕТА ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СРС**

6.1. Отчет представляет собой пояснительную записку, оформленную согласно требованиям ЕСКД. При выполнении отчета отрабатываются навыки по систематизации, закреплению и расширению теоретических и практических знаний по специальности и применение этих знаний при решении конкретных прикладных задач. Также развиваются навыки работы с учебной, научной литературой и нормативно-технической документацией.

6.2 С целью закрепления учебного материала и более детальной проработки отдельных вопросов студенты выполняют реферат по одной из предложенных тем. Тема и сроки выполнения реферата согласовываются с преподавателем.

### 6.3 Рекомендуемая структура:

*Введение* (задачи и общий план СРС, постановка задачи).

*Основная часть* (систематизированная информация по предложенной теме).

*Заключение* (итоги, обобщения, выводы).

### 6.4 Правила набора:

Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, абзацный отступ – 1,25 см; междустрочный интервал – 1,5. Поля: верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, правое – 15 мм, левое – 25 мм.

*Объем.* Объем отчета до 15 страниц, включая рисунки, таблицы, формулы, список литературы.

*Рисунки.* Все рисунки, кроме единственного, нумеруются, и на них делаются ссылки в тексте. Рисунки, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Office.

*Формулы.* Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation.

*Таблицы.* Все таблицы, кроме единственной, нумеруются. Текст таблиц набираются курсивом, 12 кеглем, через 1,0 интервал.

*Ссылки.* Все ссылки на используемые источники нумеруются. Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки.

*Литература.* Список литературы приводится в конце отчета в алфавитном порядке.

Главы, параграфы, пункты должны иметь заголовки. Заголовки печатаются с абзацного отступа, без точки в конце, не подчеркивая. Перенос слов в заголовках не допускается. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Слова, «Глава», «Параграф», «Пункт» не печатаются ни в оглавлении, ни в заголовках основной части.

Нумерация страниц документа, включая приложения, должна быть сквозная по всему тексту (все без исключения листы документа должны быть пронумерованы). Номера страниц проставляются в правом нижнем углу без точки. На титульном листе номер страницы не ставится, а только подразумевается (первая страница).

Текст основной части документа разделяют на главы, параграфы и пункты. Главы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Параграфы должны иметь нумерацию в пределах каждой главы, пункты – в пределах каждого параграфа. Номер пункта состоит из номеров главы, параграфа и пункта, разделенных точками. Точка после номера главы, параграфа и пункта не ставится.

6.5. Отчет должен быть написан грамотно, четким, ясным языком. Небрежно оформленные отчеты, с ошибками, возвращаются на доработку.

6.6. Защита отчета по выполнению СРС проводится в установленное руководителем время.

## 7. ТЕМЫ СРС

1. История развития вычислительной техники, создание микропроцессора.
2. Определение микропроцессора.
3. Основные характеристики микропроцессоров и их классификация.
4. Определение алгоритма.
5. Информация, единицы измерения информации.
6. Логические функции от одной и двух логических переменных.
7. Схемная реализация основных логических функций.
8. Триггеры, простейший триггер, типы триггеров.
9. Двоичный сумматор, таблицы истинности, ДНФ.
10. Основные характеристики микропроцессора ИНТЕЛ 8080.
11. Структура микропроцессора ИНТЕЛ 8080.
12. Система команд микропроцессора ИНТЕЛ 8080.
13. Основные характеристики микропроцессоров ИЕТЕЛ 8086,286,386,486.
14. Организация прерываний в микропроцессорных системах.
15. Гарвардская архитектура современных микропроцессоров.
16. Организация памяти в современных микропроцессорных системах. Понятие КЭШ.
17. CISC и RISC архитектура современных микропроцессоров.
18. Организация конвейера вычислений суперскалярная и мультискалярная архитектура.
19. Способы повышения производительности микропроцессоров.
20. Характеристики и архитектура микропроцессоров ПЕНТИУМ.
21. Микропроцессоры АЛЬФА.
22. Цифровая обработка сигналов, цифровые и аналоговые фильтры.
23. Однокристалльные сигнальные и медийные процессоры.
24. Применение микропроцессоров в электрических судовых средствах автоматизации.
25. Назовите специальные приборы, предназначенные для поиска неисправностей в цифровых схемах.
26. Поясните особенности использования анализатора логических состояний и анализатора временных диаграмм для отладки микропроцессорных систем.
27. Поясните принципы организации самоконтроля в микропроцессорных системах управления.
28. Какие программные способы проверки технического состояния оборудования вы знаете?
29. Как выполняется локализация отказов в микропроцессорных системах?
30. Поясните правила планирования проверок технического состояния микропроцессорных систем.
31. Поясните принципы комплектования ЗИП для микропроцессорных систем управления.
32. Перечислите перечень работ, выполняемых в процессе планово-профилактического технического обслуживания.

33. Перечислите режимы управления ГД и ВРШ процессовой станцией AS32 системы управления «SELMA-MARINE».
34. Назовите тип микропроцессора, на базе которого выполнена система управления главным двигателем FANM-S.
35. Поясните, каким образом может ограничиваться частота вращения вала дизеля в системе Geamot 90.
36. Как меняется уставка частоты вращения в маневренном режиме в системе Geamot 90?
37. Как в системе Geamot 90 происходит контроль за правильным выполнением маневренных операций?
38. При каких условиях происходит блокировка пуска дизеля в системе MEGA-GUARD (HG)?
39. Как в системе MG задается ограничение нагрузки дизеля?
40. Можно ли проверить функционирование системы ДАУ MG без пуска дизеля?
41. Перечислите основные функции по управлению судовой электростанцией, выполняемые системой ASA-S.
42. Перечислите конструктивные особенности системы ASA-S.
43. Какие модули системы ASA-S используются для ввода дискретной информации о состоянии управляемого объекта?
44. Поясните, как в системе ASA-S осуществляется вывод управляющих команд?
45. Как в системе ASA-S осуществляется измерение частоты и разности фаз синхронизируемых генераторов?
46. Перечислите модули, используемые в системе ASA-S для измерения тока и напряжения генератора.
47. Поясните особенности измерения активной мощности генераторов в системе ASA-S.
48. Перечислите особенности алгоритмов управления дизель-генератором в системе ASA-S.
49. Каковы особенности выполнения алгоритма выхода из обесточенного состояния в системе ASA-S?
50. Перечислите конструктивные особенности системы управления Gearas.
51. Назовите структурные и конструктивные особенности, а также перечислите функции, выполняемые блоком DSG 822 системы Ceараз.
52. Перечислите основные отличия блока управления нагрузкой LSG 821 от блока управления генератором DSG 822 системы Gearas.
53. Поясните особенности выбора и пуска резервного дизеля в системе Gearas.
54. Перечислите структурные и функциональные особенности системы управления Delomatic.
55. Поясните особенности контроля и программирования параметров с пульта управления системы Delomatic.
56. Поясните, чем отличаются симметричный и несимметричный режимы распределения нагрузки в системе Gefpas.
57. Как задается и выполняется выбор резервного генераторного агрегата в системе Delomatic?

58. Поясните особенности задания безопасного (маневренного) режима работы в системе Delo-matic.
59. Перечислите основные функции контроля параметров и защиты генераторных агрегатов в системе Delomatic.
60. Перечислите, какие программируемые логические контроллеры используются для: защиты генераторных агрегатов; синхронизации генераторов; распределения нагрузки между параллельно работающими агрегатами.
61. Перечислите режимы, в которых используются контроллеры CPU, CPS, PPU для управления генераторными агрегатами.
62. Назовите особенности использования панели управления контроллера PPU.
63. Поясните особенности использования контроллеров PPU при синхронизации секций шин главного распределительного щита.

## **8. ТЕМЫ РЕФЕРАТА**

1. Обобщенная блок-схема МПСУ.
2. Свойства и классификация объекта управления (ОУ).
3. Принцип построения МПСУ.
4. Дать общее описание понятия архитектура МПСУ.
5. Пояснить преимущества и недостатки централизованной и децентрализованной структуры МПСУ.
6. Структурная организация распределенных МПСУ: радиальная структура; кольцевая структура; шинная структура.
7. Достоинства блочной структуры МПСУ.
8. Какие преимущества при проектировании МПСУ дают: типизация, стандартизация и открытость программных и технических средств.
9. Какие преимущества при проектировании и эксплуатации МПСУ дает модульность построения отдельных средств.
10. Какие свойства и характеристики элементов микропроцессорных систем представляют возможность строить системы из средств разных производителей.
11. Поясните, в чем заключаются преимущества иерархической системы управления перед централизованной.
12. Какие технологии позволяют рабочей станции верхнего уровня в иерархической структуре получать информацию от интеллектуальных приборов (датчиков и исполнительных органов).

## **9. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

9.1 Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям.

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний.

Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям (лабораторным работам), экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

9.2 Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературой, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы, взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

9.3 Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям.

Целью лабораторного практикума является: ознакомление с устройством, принципом действия и характеристиками машин переменного тока; закрепление теоретических знаний в области машин переменного тока, получение навыков их экспериментального исследования, а также обработки полученных результатов; приобретение навыков чтения и сборки электрических схем, включения и испытания машин переменного тока в различных режимах; приобретение навыков суммирования и обобщения полученных результатов экспериментальных исследований, умения формулировать правильные выводы о работе машины и физических процессах, протекающих в ней.

## 10. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### 10.1. Основная литература:

1. Н.А.Алексеев, С.Б.Макаров, Н.Н. Портнягин, Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими установками промышленных судов. - М.: Колос, 2008. - 424 с.
2. Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. — М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2003.
3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника. М.: Высшая школа, 2008. – 797 с.

### 10.2. Дополнительная литература:

1. Молочков В.Я. Микропроцессорные средства управления техническими средствами рыбопромысловых судов. — М.: МОРКНИГА, 2013. –362 с.
2. Кузнецов А.П., Лукьянов В.Ю. Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и электросетях. — М.: НЦ ЭНАС, 2001, –120 с.

### 10.3. Методическое обеспечение:

1. Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления. Практикум по программированию микропроцессора ИНТЕЛ 8080: Учебно-методическое пособие для студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Н.Н. Портнягин. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 108 с.
2. Портнягин Н.Н. Микропроцессорные системы управления. Программирование микроконтроллеров MCS-51: Лабораторный практикум для курсантов и студентов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» очной и заочной форм обучения / Н.Н. Портнягин, В.В. Портнягина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 77 с.
5. Методические указания к стенду микропроцессорные системы управления электроприводов МПСУ

### 10.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Энергетические установки и электрооборудование судов»

**РЕФЕРАТ**

**«Реакция якоря и способы снижения ее влияния на работу электрических машин постоянного тока»**

Работу выполнил:

студент учебной группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Иванов А.И.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024

Работу принял:

доцент кафедры ЭУЭС

\_\_\_\_\_ Толстова Л.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024

Оценка: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Петропавловск-Камчатский  
2024