

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)**

Методические указания

к самостоятельной работе аспирантов

по дисциплине Б1.В.ДВ.1.02 Элементы систем автоматики

для подготовки аспирантов направления

13.06.01 Электро и теплотехника

код и наименование направления подготовки (специальности)

Электротехнические комплексы и системы

наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Мурманск

2019

Составитель зав. кафедрой «Электрооборудование судов»

д.т.н., профессор Власов Анатолий Борисович

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры – разработчика
«Электрооборудования судов»

протокол № 9 от 17.06.19

Рецензент – Урванцев В.И., доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

Наименование разделов	Стр.
Общие организационно – методические указания	4
Тематический план.....	4
Список рекомендуемой литературы.....	5
Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины.....	6

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Данные методические указания составлены в соответствии с квалификационной характеристикой аспиранта ФГОС 878 от 30.07. 2014

Дисциплина "ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ " изучается на третьем курсе.

В результате изучения курса будущий специалист должен знать:

- инженерные методики выбора элементов автоматики
- современные методы математического моделирования автоматических систем

уметь:

производить расчет и моделирование регуляторов

обладать:

-способностью адаптировать результаты современных исследований в области электротехнических комплексов и систем для решения актуальных проблем, возникающих в деятельности организаций и предприятий

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Номер и наименование раздела	Количество часов на самостоятельную работу	Форма контроля	№ семестра
Всего по дисциплине	108	зачет	5
Элементы и их классификация. Основные определения теории автоматического управления. Определение элемента и основные характеристики	4		
Типовые динамические звенья. Типовые нелинейности	4		
Измерительные преобразователи и датчики. Общие понятия и определения. Типы преобразователей. Метрологические характеристики первичных измерительных преобразователей.	8		
Первичные измерительные преобразователи температуры	6		
Первичные преобразователи давления и движения	6		
Двухпозиционные датчики Измерительные нормирующие преобразователи			
Усилительные элементы. Классификация и характеристики	6		
Электромагнитные устройства. Основные определения и характеристики. Типы электромагнитных реле и их характеристики	4		
Электронные реле. Триггеры. Электронные ключи на основе силовых полупроводниковых приборах.	4		
Аналоговые интегральные схемы. Операционные усилители. Компараторы	6		
Цифровые интегральные схемы. Основные типы логических элементов. Комбинационные логические устройства. Дешифраторы. Мультиплексоры. Сумматоры. Цифровые компараторы.	6		
Аналого- цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Принципы аналого – цифрового преобразования. Принцип действия устройства выборки и хранения. Принцип построения, аппаратная реализация ЦАП	8		
Структура микропроцессора. Примеры последовательности выполнения простых операций сложения и умножения чисел.	6		
Итого по курсу	62		

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Власов А.Б. Электроника. Элементы электронных схем (часть 1). - Мурманск, МГТУ, 2009, -157 с.
2. Власов А.Б. Электроника. Основные аналоговые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 2). - Мурманск: МГТУ, 2008, -255 с.
3. Власов А.Б. Электроника. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 3). - Мурманск: МГТУ, 2008, -207 с.
4. Власов А.Б., Кучеренко В.В., Черкесова З.Н. Силовая преобразовательная техника. Методические указания к лабораторному практикуму "Силовая преобразовательная техника" по курсам "Судовая электроника и силовая преобразовательная техника", «Электротехнические комплексы и системы», «Электромагнитная совместимость» – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. Электронный вариант.
5. Власов А.Б. Силовая преобразовательная техника. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по курсам «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», "Электротехнические комплексы и системы». Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. Электронный вариант.
6. Власов А.Б. Расчет управляемого полупроводникового выпрямителя. Методические указания и контрольные задания к курсовой работе по дисциплине «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» для специальности 26.05.07 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики". Мурманск: Изд-во МГТУ. 2019. Электронный вариант.
- 7.

Основная литература по ЭСА

1. Амбросовский В.М. Белый О.В. , Скороходов Д.А., Турусов С.Н. Интегрированные системы управления технических средств транспорта. Уч издание. СПб.: «Элмор» 2001.ю
2. Прохоренков А. М. Ремезовский В.М. Судовые информационно – измерительные системы рыбопромыслового флота. Уч. пособие - . М. Моркнига -365с
3. Ремезовский В.М. Информационно – измерительные системы. Конспект лекций для курсантов спец. 180404 Изд-во МГТУ Мурманск 2007.
4. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под ред. Ю.К.Розанова. — 2-е изд. — М.: Информэлектро, 2001.
5. Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы. Изд-во «Феникс» 2006. Микропроцессорные автоматические системы регулирования. Основы теории и элементы.
6. Учебное пособие/ В.В. Солодовников и др; Под ред. В.В. Солодовникова –М.: Высш.шк. 1991. 255с
7. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов.- 2-е изд. – СПб.: Политехника. 2001.- 302с
8. Загинайлов В.И. Шеповалова П.Н. Основы автоматики. –М. Колос, 2001 -200с

Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. . Mirknig/ kom Учебники [http:// mirknig/ kom](http://mirknig/kom)
2. Электроэнергетический информационный центр: <http://www.elektrocentr.info/>
3. [http://www. google.ru](http://www.google.ru)
4. <http://yandex.ru>
5. <http://www.rambler.ru>

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Элементы и их классификация. Основные определения теории автоматического управления. Определение элемента и основные характеристики. Типовые динамические звенья. Типовые нелинейности (Ерофеев А.А. Теория автоматического управления)

Методические указания. Приступая к освоению данной темы, необходимо повторить материал, изучаемый в курсе "ТАУ":

- Определение элемента и основные характеристики
- классификация элементов
- Типовые динамические звенья.

Следует изучить функции отдельных элементов рассмотреть функциональные возможности требования связь с системой.

Необходимо оценить характеристики типовых динамические звеньев уравнениях переходных процессов и дать сравнительный анализ их характеристик.

Следует ознакомиться с типовыми нелинейными звеньями и их характеристиками

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите все типовые динамические звенья.
2. По заданной схеме на пассивных элементах (R/L/C) осуществите вывод передаточной функции.
3. Постройте схему на пассивных элементах (R/L/C), соответствующую заданной передаточной функции.
4. По заданной схеме на базе операционного усилителя осуществите вывод передаточной функции.
5. Постройте схему на операционном усилителе, соответствующую заданной передаточной функции.
6. Перечислите все типовые динамические звенья.
7. По заданной схеме на пассивных элементах (R/L/C) осуществите вывод передаточной функции.
8. Постройте схему на пассивных элементах (R/L/C), соответствующую заданной передаточной функции.
9. По заданной схеме на базе операционного усилителя осуществите вывод передаточной функции.
10. Постройте схему на операционном усилителе, соответствующую заданной передаточной функции.
11. Для заданного типового динамического звена нарисуйте переходный процесс, ЛАЧХ и ЛФЧХ. Как изменения параметров передаточной функции отражаются на них?

Раздел 2 Измерительные преобразователи и датчики. Общие понятия и определения. Типы преобразователей. Метрологические характеристики первичных измерительных преобразователей. (Ремезовский В.М. Информационно – измерительные системы Прохоренков А. М. Ремезовский В.М. Судовые информационно – измерительные системы рыбопромыслового флота.)

Методические указания

Изучение темы начать с понятия метрологических характеристик .Средства измерения. Классификация измерительной аппаратуры. Погрешности измерения. Погрешности и классы точности приборов. Особенности работы средств измерения на коммунальных предприятиях. Внимательно изучить примеры, приведенные в учебнике и ответить на контрольные вопросы, поставленные в конце изучаемых параграфа или главы и настоящих методических указаний.. Подготовиться к выполнению лабораторных работ.

Подготовить сборник методических указаний к выполнению лабораторных работ по дисциплине. Зарисовать схемы подключения измерительных приборов и источников электроэнергии к исследуемым схемам, изучить последовательность выполнения лабораторных работ, уяснить цели работы и ожидаемые результаты. Подготовиться к практическим занятиям. Подготовить справочную литературу, сборник методических указаний на практические занятия по дисциплине и микрокалькуляторы.

Вопросы для самопроверки

1. По каким признакам классифицируются методы измерений?
2. Что такое условия измерений? Какими они бывают?
3. Что такое принцип и метод измерений?
4. Что представляет собой средство измерений? По каким признакам классифицируют средства измерений?
5. Что такое измерительные приборы? По каким признакам классифицируют измерительные приборы?
6. В чем отличие рабочего средства измерения от эталона?
7. Перечислите основные метрологические характеристики средств измерения?
8. Что называют абсолютной, относительной и приведенной погрешностью?
9. Что понимают под пределом допускаемой погрешности?
10. В чем разница между аддитивной и мультипликативной погрешностью?
11. Что понимают под чувствительностью средств измерений?
12. Какие метрологические характеристики описывают погрешность средств измерений? Как производится их нормирование?
13. Как нормируются приборы по классам точности при преобладающей аддитивной погрешности?
14. Что представляет собой процедура поверки средств измерений?
15. Перечислите рекомендации по подбору средств измерений.
16. Что такое контроль и чем он отличается от измерения?
17. Какие виды контроля применяют при обслуживании оборудования?
18. Чем отличается сплошной контроль от выборочного?
19. Какова цель контроля работоспособности?
20. Каковы функции диагностического контроля?
21. В чем разница между сквозным и местным контролем?

Раздел 4 Первичные измерительные преобразователи температуры

Методические указания. (Ремезовский В.М. Информационно – измерительные системы) После работы над конспектом следует изучить по учебникам (см. список рекомендованной теории; области применения причины погрешностей измерительные преобразователи температуры.

Выяснить какой диапазон измеряемых температур имеют термометры сопротивления? Какие способы компенсации сопротивления проводников связи применяют для улучшения точности измерений температур датчиками на основе термосопротивлений

Вопросы для самопроверки

1. Поясните принципы работы датчиков температуры и области их применения.
2. Какой диапазон измеряемых температур имеют термометры сопротивления?
- 3.. Какие способы компенсации сопротивления проводников связи применяют для улучшения точности измерений температур датчиками на основе термосопротивлений?
4. В чем недостатки датчиков на основе термопар?

Раздел 5 Первичные преобразователи давления и движения

Методические указания. (Ремезовский В.М. Информационно – измерительные системы)

Следует изучить по учебникам (см. список рекомендованной теории; области применения принципы действия и причины погрешностей измерительные преобразователи давления и движения Средства измерения давления (манометры, вакуумметры, барометры) по физическим эффектам, положенным в основу принципа действия первичного измерительного преобразователя (датчика), делятся на несколько групп.

Выяснить какой диапазон измеряемых величин имеют генераторные преобразователи давления? Какие способы повышения чувствительности применяют для улучшения точности измерений параметрическими ИП. Какие способы определения чувствительности линейного первичного ИП.

Вопросы для самопроверки

1. Какие вторичные измерительные преобразователи применяют в датчиках давления?
2. Поясните принцип работы мостовых схем с тензодатчиками
3. Дайте определение измерительного преобразователя ИП. Какую функцию выполняет датчик в системе измерения физической величины?
4. чем отличие ИП с унифицированными выходными сигналами от ИП с естественными выходными сигналами.
5. В чем основное отличие генераторных первичных ИП от параметрических?
6. Перечислите основные метрологические характеристики первичных ИП.
7. Как определить чувствительность линейного первичного ИП?

Раздел 6 Двухпозиционные датчики Измерительные нормирующие преобразователи

Методические указания. (Ремезовский В.М. Информационно – измерительные системы)

Двухпозиционные датчики применяются в системах допускового контроля СИИС. Как правило, датчики выполняются на унифицированной базе Если характеристика датчика, связывающая выходной сигнал с измеряемым параметром, линейна, то и измерительный нормирующий преобразователь выполняет линейные операции, которые можно назвать масштабированием Структуры ИП, несмотря на разнообразие измеряемых величин в СИИС, могут быть сведены к четырем видам. Одним из важнейших параметров преобразователя является линейность его характеристики, которая может влиять на точность измерения. Другим фактором, связанным с точностью преобразователя, является время отклика, которое равно времени установления выходного сигнала в ответ на изменение измеряемой величины

Вопросы для самопроверки

1. Поясните принцип функциональной схемы двухпозиционного датчика.
2. Где применяют двухпозиционные датчики?
3. С какой целью применяются нормирующие преобразователи?
4. Какие варианты подключения нормирующих преобразователей применяют в судовых ИИС?
5. Какие функции выполняет операционный усилитель нормирующего преобразователя?

Раздел 7 Усилительные элементы. Классификация и характеристики

Методические указания. (Прохоренков А. М. Ремезовский В.М. Судовые информационно – измерительные системы рыбопромыслового флота)

. Операционные усилители. Основные характеристики ОУ и классификация ОУ.. Структурная схема ОУ. Понятие о схеме замещения дифференциального ОУ. Статический режим. Динамические свойства ОУ. Характерные способы построения каскадов усиления мощности. Двухтактные усилители мощности.

Применение операционных усилителей в ИНП температуры

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите свойства идеального ОУ. Как обеспечиваются эти свойства?
2. Какие функции выполняет операционный усилитель нормирующего преобразователя?
3. Приведите графический метод расчета коэффициента усиления.
4. Причины самовозбуждения в ОУ
5. Каково назначение ООС в усилителях?
6. Поясните принцип работы двухтактного каскада усилителя мощности.
7. Как осуществляется гальваническая развязка?

Раздел 8. Электрические и электронные аппараты Основные определения и характеристики. Типы электронных аппаратов и их характеристики (Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под ред. Ю.К.Розанова.)

Методические указания.

Электронным ключом называется устройство для включения и выключения силовой электрической цепи, содержащее, по крайней мере, один управляемый вентильный прибор. Электронный вентильный прибор - неделимый электронный прибор для электронного силового преобразования или прерывания электрической цепи, обеспечивающий неуправляемым или управляемым ключевым (бистабильным) способом протекание однонаправленного тока. На основе двух или более вентильных приборов создаются двунаправленные ключи, проводящие ток в двух направлениях. Понятие «силовой» означает, что осуществляется управление потоком электрической энергии. К силовым приборам формально принято относить приборы с максимально допустимым значением среднего тока выше 10 А или импульсным током выше 1000 А, Функции силовых электронных ключей в настоящее время выполняют силовые полупроводниковые приборы, физической основой которых являются полупроводниковые структуры с различными типами электронной проводимости.

Вопросы для самопроверки

1. Определите полные потери мощности в ключе, коммутирующем активную нагрузку R_h 1 Ом. Статическая ВАХ в линеаризованном виде имеет параметры: $AU_s = 2$ В; $I_{вкл} = 0,2$ Ом; $f_{выкл} = 1$ кОм; $t_{выкл} = 20$ мкс; $t_{вкл} = 40$ мкс. Питание поступает от источника напряжения постоянного тока с $E = 110$ В. Импульсы управления на выключение и включение ключа поступают периодически с равной длительностью. Расчеты проиллюстрировать диаграммами мгновенных значений тока i_s , напряжения u_s и мощности P_s ключа.
2. Определите максимальное напряжение, возникающее на ключе при отключении λ -нагрузки при следующих исходных данных: $R = 1$ Ом; $L = 0,1$ мГн.
3. Перечислите основные различия между биполярными и полевыми транзисторами и поясните их влияние на применение этих транзисторов в качестве силовых ключей.
4. Поясните назначение и принцип действия элементов ЦФТП.
5. Определите емкость коммутирующего конденсатора C (см. рис. 1.17, а), необходимую для выключения тиристора с временем выключения $t_q = 50$ мкс, полагая ток, поступа-

ющий в цепь тиристора и конденсатора на интервале выключения, неизменным и равным 100 А.

6. Для чего в схемах драйверов полевых транзисторов используются биполярные транзисторы, если учесть, что полевые транзисторы по существу управляются напряжениями

Раздел 9 Электронные реле. Триггеры. Электронные ключи на основе силовых полупроводниковых приборах. (Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под ред. Ю.К.Розанова.)

Методические указания. Основные логические операции и их реализация. Электронные ключи. Определения и классификация. Основные виды электронных ключей. Модули. Элементная база и узлы систем управления. Формирователи импульсов в системах управления. Асинхронный R-S триггер. Синхронные триггеры. Счетчики и распределители импульсов. Принцип работы матричного коммутатора.

Вопросы для самопроверки

1. Реализовать схему одноразрядного сумматора (табл. 4.8) на ПЗУ (показать связь выходов дешифратора с выходами ПЗУ).
2. Проанализировать работу асинхронного R S-триггера при подаче на оба его входа единичных сигналов. Почему этот режим приводит к неопределенности в работе триггера?
3. Как изменится работа распределителя, если счетчик выполнить вычитающим? Нарисовать временные диаграммы выходных импульсов.
4. Объяснить принцип действия и нарисовать временные диаграммы работы трехразрядного последовательного регистра при записи числа 110. Каким образом в регистре последовательный код преобразуется в параллельный и обратно?
5. Объясните назначение входов и выходов АЛУ.

Раздел 11 Цифровые интегральные схемы. Основные типы логических элементов. Комбинационные логические устройства Дешифраторы. Мультиплексоры. Сумматоры. Цифровые компараторы. Власов А.Б. Электроника. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 3).

Методические указания. Логическими сообщениями называются такие сообщения, истинность или ложность которых может быть оценена однозначно. Например: «Генератор включен»; «По цепи протекает ток короткого замыкания»; «Напряжение, на входе меньше порога срабатывания». Каждое логическое сообщение может быть заменено математическим эквивалентом, *логической функцией*. Логическая функция $A = 1$, если логическое сообщение истинно и $L = 0$, если это сообщение ложное (генератор на самом деле выключен). Таким образом, логические функции в отличие от обычных функций принимают только два значения: 0 и 1. При описании работы устройств автоматического управления, порядка проведения вычислительных работ, взаимной связи физических явлений мы широко пользуемся логическими сообщениями. Но нам важны не только логические сообщения, но и связи между ними. Например, мы говорим: «Генератор включен, если включен тумблер на пульте оператора и включена блокировка защиты». Для математического описания связей между логическими сообщениями и функциями вводят *логические операции*

Вопросы для самопроверки

1. Поясните принцип работы матричного коммутатора.
2. В каких коммутаторах применяется двоичный код для задания информации?
3. Какую функцию выполняют мультиплексоры в коммутаторах?
4. Каково назначение дешифратора в схеме интегрального коммутатора?

Раздел 12 Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Принципы аналого – цифрового преобразования. Принцип действия устройства выборки и хранения. Принцип построения, аппаратная реализация ЦАП Власов А.Б. Электроника.

Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 3).

Методические указания. При обработке информации в цифровой форме возникает необходимость преобразования аналоговой величины (напряжение, ток, частота, температура, давление и т. п.) в цифровой код, подаваемый на вход цифрового устройства. Часто возникает обратная задача: цифровой код с выхода цифрового устройства необходимо преобразовать в аналоговый сигнал (напряжение, ток и т. п.). Для выполнения этих стандартных задач используют аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП) используются для вывода управляющей информации из ЭВМ и передачи ее к объекту управления, а также в системах цифровой обработки данных. Кроме того, эти преобразователи входят в качестве составной части аналого-цифровых преобразователей. Дальнейшему развитию микроэлектронных АЦП и ЦАП способствует совершенствование микропроцессоров. Одним из основных требований к АЦП и ЦАП является возможность их сопряжения с микропроцессором (непосредственно или с использованием дополнительных элементов).

Вопросы для самопроверки

1. Какие модификации резистивных матриц ЦАП вам известны?
2. Какие требования предъявляют к токовым ключам ЦАП?
3. Поясните принципы применения ЦАП в аналого-цифровых преобразователях поразрядного уравнивания и последовательного счета.
4. Поясните роль счетчика в АЦП поразрядного уравнивания.

Раздел 13 Структура микропроцессора. Примеры последовательности выполнения простых операций сложения и умножения чисел Власов А.Б. Электроника. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 3).

Методические указания. Микропроцессор (МП) — программно-управляемое; устройство, осуществляющее процесс обработки цифровой информации и управления им. Основными обязательными функциональными узлами МП являются арифметически-логическое устройство (АЛУ) и устройство управления (УУ). Однако для взаимодействия МП с внешним миром необходимы запоминающие устройства для хранения программ и результатов промежуточных вычислений, устройства ввода—вывода (УВВ) информации и др. Совокупность перечисленных устройств называется микропроцессорным устройством (МПУ),

Вопросы для самопроверки

1. Каково назначение и какие основные функции выполняют судовые компьютерные сети?
2. Какова структура судовой компьютерной сети с топологией - шина?
3. Какова область применения наиболее распространенных видов промышленных сетей и интерфейсов в судовых компьютерных сетях?
4. Какой тип кабеля является лучшей средой передачи сигнала в судовых компьютерных сетях?
5. Какую схему передачи сигнала использует интерфейс RS-485 и в чём её преимущество?
6. Как взаимодействуют контроллеры судовой компьютерной сети, используя технологию «главный - подчиненный»?
7. Как реализуется инициатива проведения обмена информацией от ведущего устройства в судовых компьютерных сетях?
8. Какие типы микропроцессорных приборов используют в судовых компьютерных сетях?
9. Какие функции выполняют программируемые контроллеры и какие используются внешние интерфейсы?