

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

**Методические указания для самостоятельной работы
при изучении дисциплины (модуля)**

Дисциплина	Б1.О.24 Радиоавтоматика <small>код и наименование дисциплины</small>
Специальность	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы <small>код и наименование специальности</small>
Специализация	Радиоэлектронные системы передачи информации <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
Разработчик	Гурин А.В., доцент <small>ФИО, должность, уч.степень, уч. звание</small>

Мурманск
2019

Составитель – Гурин Алексей Валентинович, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Целью дисциплины (модуля) «Радиоавтоматика» является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Задачи:

- изучить теорию организации автоматических систем управления;
- изучить устройство и конструкцию отдельных устройств автоматики и управления;
- изучить методы, позволяющие оценивать и оптимизировать работу систем автоматики и управления;
- изучить методы оценки влияния внешних факторов (метеоусловия) на работу устройств систем автоматики и управления, определения причин, вызывающих отклонения рабочих параметров, расчета и установления оптимальных режимов работы устройств и систем автоматики и управления;
- изучить эксплуатационные характеристики и режимы работы, их оптимизацию, выбор ограничительных параметров и характеристик;
- научить пользоваться современными средствами исследования и диагностики процессов в устройствах и системах автоматики и управления;
- изучить методы диагностики и испытания устройств и систем автоматики и управления;

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;

- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;

- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

Содержание разделов дисциплины

№№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы
1	Общие сведения о системах автоматического управления. Основные определения
2	Типовые системы радиоавтоматики.
3	Математические методы описания линейных непрерывных систем.
4	Моделирование динамических систем.
5	Передаточные функции систем радиоавтоматики.
6	Типовые динамические звенья систем радиоавтоматики. Классификация звеньев.
7	Основные элементы систем радиоавтоматики.
8	Устойчивость систем радиоавтоматики.
9	Показатели качества систем радиоавтоматики.
10	Методы задания и определения точности систем радиоавтоматики.
11	Случайные процессы в линейных стационарных системах.
12	Дискретные системы радиоавтоматики. Импульсные цифровые и дискретные системы. Математическое описание дискретных процессов и систем.
13	Цифровые системы радиоавтоматики.

Список рекомендуемой литературы

Основная: 1. Радиоавтоматика: Учебное пособие для студентов вузов спец. “Радиотехника” / Под ред. В.А. Бесекерского. – М.: Высшая школа, 1985. – 271 стр., ил. (Имеется электронная версия).

2. Дьяконов В. Simulink 4. Специальный справочник. – СПб: Питер, 2002.

3. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика. – М.: Высшая школа, 1990.

4. И.Н.Бронштейн, К.А. Семендяев. **Справочник по математике** для инженеров и учащихся втузов, М.: Наука, 1980. Преобразование Лапласа, таблица прямого и обратного преобразования Лапласа, стр. 769 – 776.

5. Кривицкий Б.Х. Автоматические системы радиотехнических устройств. М. – Л.: Госэнергоиздат, 1962, 662 с., ил.

Дополнительная: 6. Справочник по радиоэлектронным системам в двух томах. / Под редакцией Б.Х. Кривицкого: Раздел 1. Радиоэлектронные автоматические системы, 150

с. – М.: Энергия, 1979 – 352 с., ил. – (Радиоэлектроника).

7. Адаптивные фильтры: Пер. с английского. / Под редакцией К.Ф.Н. Коуэна и П.М. Гранта. – М.: Мир, 1988, 392 с., ил.

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью самостоятельной работы студентов очной формы обучения является закрепление и углубление теоретических и практических знаний, полученных на лекциях, практических и др. аудиторных занятиях.

Общие сведения о системах автоматического управления. Основные определения [1], стр. 7 – 13.

В результате изучения темы студент должен усвоить принципиальную разницу между замкнутыми и разомкнутыми автоматическими системами, уметь составлять функциональные схемы замкнутых автоматических систем, знать их составные части и характеристики, как классифицируются системы радиоавтоматики по характеру внутренних динамических процессов и по виду управляемой величины.

Вопросы для самопроверки

1. Чем отличается разомкнутая система автоматического управления (регулирования) от замкнутой системы?
2. Какие элементы являются основными в системе автоматического управления?
3. Для чего предназначены в автоматической системе элементы, называемые дискриминатором и объектом управления?
4. По каким признакам классифицируют системы радиоавтоматики?

Типовые системы радиоавтоматики [1], стр. 13 – 19.

Функциональные схемы радиотехнических систем автоматической подстройки частоты (частотной и фазовой), систем автоматического сопровождения по дальности и направлению. Принцип работы этих систем. Основные элементы радиотехнических следящих систем.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы систем радиоавтоматики наиболее часто используются и в чем заключаются отличия между ними?

Математические методы описания линейных непрерывных систем. [1], стр. 19 – 39; [4], стр. 769 – 776.

Студент должен усвоить, в чем заключается сущность задачи математического исследования автоматической системы, овладеть методами математического исследования динамических систем, общим методом составления дифференциального уравнения замкнутой автоматической системы, использованием преобразования Лапласа и преобразованием Фурье, уметь использовать временные и частотные характеристики

динамических устройств и систем (передаточной функцией, весовой функцией (импульсной характеристикой), интегралом свертки, частотной передаточной функцией, амплитудно-частотной характеристикой, фазочастотной характеристикой, логарифмическими частотными характеристиками).

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается задача математического исследования автоматической системы?
2. Чем отличается динамическая характеристика звена (системы) радиоавтоматики от статической характеристики?
3. В чем состоит отличие преобразования Фурье от преобразования Лапласа?
4. Что такое передаточная функция автоматической системы и что она характеризует?
5. Какие динамические характеристики системы радиоавтоматики вы можете назвать?
6. Что такое частотная передаточная функция автоматической системы и что она характеризует?
7. Для чего используются логарифмические частотные характеристики? Как они строятся?

Моделирование динамических систем. [2], стр. 117 – 175.

Студент должен овладеть принципами визуально-ориентированного программирования, позволяющими набирать нужные блоки и соединять их с целью составления модели системы или устройства и приобрести навыки составления схем численного интегрирования дифференциальных уравнений линейных динамических систем и схем имитационного моделирования систем радиоавтоматики.

Передаточные функции систем радиоавтоматики. [1], стр. 39 – 48.

Студент должен усвоить способы преобразования структурных схем линейных систем радиоавтоматики, используя для этого различные соединения звеньев систем, уметь использовать передаточные функции замкнутой и разомкнутой систем, передаточные функции для ошибки по задающему воздействию и передаточные функции для ошибки по помехе, а также иметь представление о типовых передаточных функциях систем радиоавтоматики.

Вопросы для самопроверки

1. Какие используются соединения звеньев систем автоматического управления?
2. В чем заключается отличие структурной схемы системы автоматического управления от её функциональной схемы?
3. Имеется ли что-либо общее между структурными схемами систем автоматического управления разных типов?
4. С какой целью применяются преобразования структурных схем?
5. Какие виды преобразований структурных схем вы можете назвать?
6. Что характеризует передаточная функция замкнутой системы?

7. Что характеризует передаточная функция разомкнутой системы (разомкнутого контура замкнутой системы)?
8. Что такое передаточная функция для ошибки по внешнему воздействию?
9. Что такое передаточная функция для ошибки по помехе?
10. Как классифицируются системы автоматического управления по своим динамическим свойствам?

Типовые динамические звенья систем радиоавтоматики. Классификация звеньев. [1], стр. 49 – 58.

Студент должен усвоить классификацию звеньев и способы описания характеристик типовых линейных звеньев автоматических систем: апериодического звена первого порядка, безынерционного звена, колебательного звена, апериодического звена второго порядка, дифференцирующих звеньев и интегрирующих звеньев.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой типовое линейное звено системы радиоавтоматики?
2. Какими характеристиками описываются типовые линейные звенья автоматических систем?

Основные элементы систем радиоавтоматики. [1], стр. 58 – 73.

Студент должен усвоить назначение важнейших звеньев в системах радиоавтоматики: дискриминатора и объекта управления, овладеть способами синтеза частотных, фазовых, угловых и временных дискриминаторов и описания их характеристик (в том числе, их характеристик при наличии аддитивных помех), а также иметь представление о способах изменения состояния объектов управления систем радиоавтоматики и уметь описывать их характеристики.

Вопросы для самопроверки

1. Какие функции выполняет дискриминатор в системе радиоавтоматики?
2. Что понимают под статической характеристикой дискриминатора?
3. Что такое динамические свойства дискриминатора, как эти свойства описываются?
4. Какое воздействие оказывают помехи на характеристики дискриминаторов?
5. Приведите примеры объектов управления. Как описываются характеристики объектов управления?

Устойчивость систем радиоавтоматики. [1], стр. 74 – 84.

Понятие устойчивости, ее физический смысл. Решение однородного дифференциального уравнения, как прямой метод анализа устойчивости. Косвенные методы анализа устойчивости, алгебраический и частотный. Критерий устойчивости Найквиста. Стати-

ческая система, устойчивая в разомкнутом состоянии. Астатические системы с астатизмом первого и второго порядка. Абсолютно устойчивые и условно устойчивые системы.

Вопросы для самопроверки

1. Как формулируется условие устойчивости замкнутой системы?
2. Что понимается под критерием устойчивости? Какие критерии устойчивости вы знаете?
3. Что понимается под абсолютно устойчивой и условно устойчивой системами?
4. В чем заключается практический метод определения устойчивости замкнутой системы?

Показатели качества систем радиоавтоматики. [1], стр. 85 – 88.

Показатели качества, определяемые по переходной характеристике. Частотные показатели качества.

Вопросы для самопроверки

1. Какие свойства (показатели качества) автоматической системы можно определить по ее переходной характеристике?
2. Какие частотные показатели качества вы знаете?

Методы задания и определения точности систем радиоавтоматики. [1], стр. 88 – 94.

Требования к точности систем радиоавтоматики в установившемся режиме. Ошибки слежения в установившемся режиме. Ошибки типовых систем радиоавтоматики. Установившаяся ошибка при гармоническом воздействии.

Вопросы для самопроверки

1. Какие предъявляются требования к точности систем радиоавтоматики в установившемся режиме? Методы определения и задания точности.
2. Как зависят ошибки слежения в установившемся режиме от динамических свойств системы радиоавтоматики?
3. В чем заключаются отличия системы ФАПЧ от системы АПЧ?

Случайные процессы в линейных стационарных системах. [1], стр. 88 – 94.

Исследование установившихся режимов. Прохождение случайных процессов через разомкнутые линейные цепи. Прохождение случайных процессов через замкнутые линейные системы. Память следящей системы.

Вопросы для самопроверки

1. Что понимается под «памятью» системы радиоавтоматики?

Дискретные системы радиоавтоматики. Импульсные, цифровые и дискретные системы. Математическое описание дискретных процессов и систем. [1], стр. 196 – 208.

Дискретные: импульсные и цифровые системы. Уравнения в конечных разностях, разностные уравнения. Z-преобразование. Дискретные передаточные функции. Частотные характеристики импульсных фильтров.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое дискретная функция времени?
2. Что представляет собой приведенная непрерывная часть импульсной системы радиоавтоматики?
3. Что понимается под конечными разностями, уравнениями в конечных разностях и разностными уравнениями?
4. Чем отличается дискретное преобразование Лапласа от обычного преобразования Лапласа?
5. Как получаются Z-изображения функций времени?
6. Что дает разработчику или исследователю автоматических систем использование обычного и дискретного преобразований Лапласа и Z-преобразования?

Цифровые системы радиоавтоматики. [1], стр. 219 – 232.

Преимущества цифровых систем. Выбор периода дискретности. Цифровые дискриминаторы. Цифровые исполнительные устройства.

Вопросы для самопроверки

1. Какая автоматическая система управления называется цифровой?
2. Какие передаточные функции обычно используют при исследовании импульсных систем радиоавтоматики и почему?
3. Как определяют передаточную функцию замкнутой импульсной системы?