

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.02.02 Основы теории радиосистем и комплексов  
управления

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль)

11.05.01.31 Радионавигационные системы и комплексы

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

Ст. преподаватель, Феоктистов Д.С.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Цель изучения дисциплины - научить ориентироваться в основных областях применения радиосистем управления, их взаимодействии со смежными системами, основных принципах построения радиосистем и комплексов управления.

Дисциплина является вариативной элективной.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:

принципы построения, структуру, условия работы радиосистем управления и характеристики протекающих в них процессов;

техничко-экономические требования к радиосистемам управления и проектируемым в их составе радиосредствам, а также средства реализации этих требований;

методы композиции и декомпозиции радиосистем управления и расчета их показателей качества, методы оптимизации технических решений;

принципы построения и способы реализации расчетных и имитационных моделей радиосистем управления на основе использования языков программирования высокого уровня и пакетов прикладных программ;

основные научно-технические проблемы в области радиосистем управления техники и перспективы их развития;

построение эффективных контуров управления ориентацией осей летательных аппаратов и траекторными параметрами в рамках автономного, теле- и самонаведения

уметь:

анализировать основные виды радиосистем управления и функционирующих в их составе радиосредств

оценивать показатели качества радиосистем и комплексов управления;

выбирать и обосновывать структуры радиосистем и комплексов управления различных типов

разрабатывать технические требования к радиосредствам систем управления;

составлять и практически использовать инженерные расчетные модели радиосистем управления

проводить эксперименты с имитационными моделями радиосистем управления;

работать с радиоэлектронной аппаратурой систем управления и проводить эксперименты посредством ее применения.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
--	---

<b>ПК-11: Способен осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов</b>	
ПК-11.1: Понимает теорию и практику эксплуатации радиоэлектронных систем	теорию и практику эксплуатации радиоэлектронных систем  применять теорию и практику эксплуатации радиоэлектронных систем навыками практики эксплуатации радиоэлектронных систем
ПК-11.2: Использует измерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных систем	измерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных систем использовать измерительное оборудование для настройки составных частей радиоэлектронных систем навыками использования измерительного оборудования для настройки составных частей радиоэлектронных систем
ПК-11.3: Настраивает радиоэлектронные системы при проведении их технического обслуживания	порядок настройки радиоэлектронных систем при проведении их технического обслуживания настраивать радиоэлектронные системы навыком настройки радиоэлектронных систем при проведении их технического обслуживания
<b>ПК-12: Способен осуществлять испытания радиоэлектронных систем и комплексов, анализировать их результаты</b>	
ПК-12.1: Ориентируется в способах настройки составных частей радиоэлектронных систем	способы настройки составных частей радиоэлектронных систем настраивать составные части радиоэлектронных систем способами настройки составных частей радиоэлектронных систем
ПК-12.2: Работает со средствами измерения и контроля технического состояния радиоэлектронных систем	средства измерения и контроля технического состояния радиоэлектронных систем работать со средствами измерения и контроля технического состояния радиоэлектронных систем навыками работы со средствами измерения и контроля технического состояния РЭС
ПК-12.3: Анализирует информацию о качестве функционирования радиоэлектронных систем по результатам их эксплуатации	технические параметры, свидетельствующие о качестве функционирования радиоэлектронных систем по результатам их эксплуатации анализировать информацию о качестве функционирования радиоэлектронных систем навыком анализа информации о качестве функционирования радиоэлектронных систем по результатам их эксплуатации
<b>ПК-13: Способен осуществлять монтаж, ремонт и настройку радиоэлектронных устройств и систем</b>	

ПК-13.1: Различает способы ремонта составных частей радиоэлектронных систем	способы ремонта составных частей радиоэлектронных систем применять способы ремонта составных частей радиоэлектронных систем
	способами ремонта составных частей радиоэлектронных систем
ПК-13.2: Монтирует и настраивает составные части радиоэлектронных систем	способы монтажа и настройки составных части радиоэлектронных систем монтировать и настраивать составные части радиоэлектронных систем навыками монтажа и настройки составных частей радиоэлектронных систем
ПК-13.3: Тестирует работу радиоэлектронных систем при вводе их в эксплуатацию	методы тестирования работы радиоэлектронных систем при вводе их в эксплуатацию тестировать работу радиоэлектронных систем при вводе их в эксплуатацию навыком тестирования работы радиоэлектронных систем при вводе их в эксплуатацию

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
лабораторные работы	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Специфика радиоуправления подвижными объектами</b>									
	1. Понятия фиксированных и нефиксированных траекторий движения. Особенности радиосистем управления летательных аппаратов. Обобщенная структурная схема радиосистемы управления. Назначение подсистем и функции радиосредств. Использование априорной информации, жесткое и гибкое программное управление. Непрерывное, квазинепрерывное, импульсное и корректирующее радиоуправление. Неавтоматизированные, автоматизированные и автоматические радиосистемы управления. Информационный признак радиосистем управления, способы радиоуправления. Задачи анализа и синтеза радиосистем управления	1							

<p>2. Обобщенная структурная схема контура управления. Основные звенья контура. Внешние задающие и помеховые воздействия. Общая математическая модель контура, ее особенности и способы упрощения. Изображение моделей в виде функциональных схем контуров управления. Методы анализа и синтеза контуров управления, возможности использования теоретического анализа и имитационного моделирования контуров управления. Особенности функционирования объектов управления различных типов в составе контуров управления. Моделирование поведения человека-оператора в контуре управления. Общие характеристики радиосредств как звеньев контура управления. Моделирование радиозвеньев методом разработки статистических эквивалентов радиосредств.</p>	1							
<p>3. Типы движущихся объектов и основные этапы движения. Летательные аппараты (ЛА), совершающие полет в атмосфере. Способы создания управляющих сил. Математическое описание движения ЛА в продольной плоскости. Противоречивость управления. Передаточные функции ЛА как динамического звена системы радиоуправления.</p>	1							
<p>4. Моделирование радиозвеньев методом разработки статистических эквивалентов радиосредств</p>			2					
<p>5. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности.</p>					2			
<p>6. Изучение специфики радиоуправления подвижными объектами</p>							10	
<p><b>2. Автоматизированные системы полета ЛА.</b></p>								



<p>1. Автопилот. Чувствительные и исполнительные устройства автопилота. Автономное управление. Звено автопилот – снаряд. Автономное управление ориентацией осей ЛА. Типы регуляторов. Повышение точности управления. Автономное управление высотой полета. Радиосредства обеспечения управления высотой полета. Стабилизация высоты полета.</p>	1							
<p>2. Аппаратные и программные комплексы управления космическими аппаратами. Корректирующее программно-временное управление. Использование следящего управления. Бортовой и наземный комплексы управления.</p>	2							
<p>3. Методы повышения точности автономных систем управления. Определение параметров траектории и прогноз траектории объекта по результатам измерений навигационных параметров. Типы регуляторов. Необходимый состав измерений. Обработка результатов измерений по выборкам фиксированного и нарастающего объемов.</p>	1							
<p>4. Общие структурные схемы систем командного радиоуправления (КРУ) типов КРУ-1, 2, 3. Состав аппаратуры и информационное взаимодействие объектов. Достоинства и недостатки систем КРУ, области применения. Теоретический анализ и имитационное моделирование контуров КРУ. Требования, предъявляемые к командной радиолинии и радиовизирам.</p>	2							

<p>5. Командное радиоуправление объектами. Командно-измерительные системы (КИС) комплексов управления . Влияние условий распространения радиоволн и движения управляемых объектов и ИСЗ-ретрансляторов на организацию связи. Выбор частотного диапазона. Энергетический потенциал радиолиний КИС. Методы уплотнения каналов и модуляции сигналов в совмещенных информационно-измерительных радиолиниях.</p> <p>Передача командно-программной и телеметрической информации и измерение навигационных параметров в КИС. Требования к точности передачи информации и измерений. Вхождение в связь и синхронизация в КИС. Имитационное моделирование совмещенных радиолиний КИС.</p>	2							
<p>6. Командное радиоуправление при подвижных целях. Кинематические методы наведения (трехточки), контур командного радиоуправления. Ошибки наведения. Управление в условиях изменения параметров ЛА.</p>	2							
<p>7. Радиосредства обеспечения управления высотой полета. Стабилизация высоты полета.</p>			4					
<p>8. Математическое описание движения ЛА. Передаточные функции ЛА как динамического звена системы радиоуправления.</p>			2					
<p>9. Траектории космических аппаратов и их математические модели.</p>			4					
<p>10. Определение параметров траектории и прогноз траектории объекта по результатам измерений навигационных параметров</p>			2					

11. Имитационное моделирование контура командного радиоуправления.					4			
12. Совмещенные радиолинии командно-измерительных систем.					2			
13. Методы наведения управляемых объектов.					4			
14. Автоматизированные системы полета ЛА и КА.							18	
<b>3. Системы радиотеленавещения и самонавещения.</b>								
1. Системы наведения по радиолучу. Сканирование диаграммы направленности. Состав аппаратуры и информационное взаимодействие объектов. Место и функции радиосредств. Достоинства и недостатки систем управления по радиолучу. Моноимпульсная РЛС в режиме «окрашенного» луча. Радиолинии управления по радиолучу. Контур радиотелеуправления. Ошибки наведения. Повышение точности систем теленавещения. Требования, предъявляемые к радиолинии телеуправления и радиовизиру цели.	1							

<p>2. Общая структурная схема системы самонаведения (СН). Достоинства и недостатки, области применения тепловых (инфракрасных), оптических и радиоэлектронных систем СН. Состав аппаратуры управляемого объекта. Структурные и функциональные схемы контуров СН. Модели радиовизиров цели. Основные источники и типы ошибок. Теоретический анализ и имитационное моделирование контуров СН. Требования, предъявляемые к радиовизиру цели. Самонаведение атмосферных ЛА. Принципы построения и структуры головок самонаведения (ГСН), угломерные каналы ГСН для различных методов двухточечного наведения. Комплексование радиотехнических и нерадиотехнических измерителей.</p>	1							
<p>3. Переход от режима телеуправления к режиму самонаведения.</p>	1							

<p>4. Общая структурная схема системы автономного радиопреуправления (АР). Состав аппаратуры, функции радиосредств. Особенности и условия функционирования измерительных радиоустройств систем АР, комплексирование радиотехнических и нерадиотехнических измерителей. Достоинства и недостатки систем АР, области применения. Автономное радиопреуправление. Жесткое и гибкое программное управление, курсовой и путевой методы наведения. Автономное радиопреуправление. Автономный радиоконтроль орбит ИСЗ и терминальное автономное радиопреуправление КА. Системы АР атмосферных ЛА и КА, использующие радиоизмерения высоты и скорости. Системы автономного радиопреуправления с распознаванием образов. Принципы построения. Классификация. Структурные и функциональные схемы контуров АР. Модели радио измерителей. Основные источники и типы ошибок. Теоретический анализ и имитационное моделирование контуров АР. Требования, предъявляемые к радиоизмерителям</p>	1							
<p>5. Понятие полуавтономного радиопреуправления. Основные отличия между полностью автономными и полуавтономными системами радиопреуправления. Принципы построения полуавтономных систем. Область применения и точность оценки состояния объекта управления. Структурные и функциональные схемы контуров полуавтономного радиопреуправления</p>	1							
<p>6. Процессы при переходе от режима телеуправления к самонаведению.</p>			2					

7. Системы полуавтономного радиоправления.			2					
8. Радиоприемная линия лучевого управления.					2			
9. Имитационное моделирование контура радиоправления сближением.					2			
10. Имитационное моделирование контура автономного радиоправления.					2			
11. Системы радиотеленавещения и самонавещения.							26	
Всего	18		18		18		54	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Волковский А. С., Волковский С. А., Жодзишский А. И., Вейцель В. А. Радиосистемы управления: учебник для вузов по специальностям "Радиоэлектронные системы" направления подготовки дипломированных специалистов "Радиотехника"(Москва: Дрофа).
2. Заикин В.В. Самонаведение: Учеб. пособие(Москва: САЙНС-ПРЕСС).
3. Меркулов В. И., Канащенков А.И., Чернов В.С., Дрогагин В.В., Антипов В.Н., Анцев Г.В. Авиационные системы радиоуправления(Москва: Радиотехника).
4. Кудинов Д. С. Радиосистемы управления. Исследование систем автоматического радиоуправления самонаводящимся снарядом: учеб.-метод. пособие для практич. и лаб. работ [для студентов спец. 210601.65 «Радиоэлектронные системы и комплексы»](Красноярск: СФУ).
5. Кудинов Д. С. Радиосистемы управления. Исследование систем автоматического радиоуправления самонаводящимся снарядом: учеб.-метод. пособие для практ. и лаб. работ студентов направлений 210000 "Электронная техника, радиотехника и связь", 210601.65 "Радиоэлектронные системы и комплексы"(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Система MatLab 6(7.3) + Simulink 5 (учебная).
2. Среда графического программирования LabVIEW.
3. Программные средства собственной разработки (программы имитационного моделирования).

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система СФУ[Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru>
2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы <http://ibooks.ru/>

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебный класс ПЭВМ класса Pentium III информационно-вычислительного центра ИИФиРЭ СФУ.

Проектор, подключенный к компьютеру с операционной системой Windows и Microsoft Office.

Комплекты динамических и статических видеоматериалов, включённых в электронный конспект лекций.

Презентация дисциплины – слайдовая презентация динамических и статических видеоматериалов.

Плакаты в лаборатории «ОТРИКУ»:

Структурная схема контура управления.

Структурные и функциональные схемы контуров КРУ.

Системы автономного радиоуправления.

Структурные и функциональные схемы контуров СН.

Структурные и функциональные схемы контуров ПАР