

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Владимирский государственный университет имени  
 Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 (ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»  
 Проректор по учебно-методической работе  
 А.А.Панфилов  
 « 31 » 03 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
 "Системы радиопередачи"

Направление подготовки: 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед, /час.)	Лекций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма контроля (экз./зачет)
8	3/108	6	4		98	зачет
<b>Итого</b>	3/108	6	4		98	зачет

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Системы радиуправления" являются:

1. Выработка у студентов понимания физической сущности автоматического управления и стабилизации, ее формализации в виде конкретных математических задач, выработка представлений о возможных исходах при решении этих задач.
2. Освоение путей технической реализации динамических систем и систем автоматического регулирования.
3. Подготовка в области проектирования систем автоматического регулирования.
4. Подготовка в области радиотехники для разных сфер профессиональной деятельности специалиста.
  - проектно-конструкторской;
  - производственно-технологической;
  - научно-исследовательской;
  - сервисно-эксплуатационной.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Системы радиуправления» относится к вариативной части дисциплин (Б1.В.ДВ.12). Она логически продолжает курс "Основы кибернетики". Предметом ее изучения являются автоматические системы, широко используемые в радиоаппаратуре для решения задач селекции, фильтрации и оценивания, демодуляции, синхронизации сигналов, стабилизации их частоты и амплитуды, решения других разнообразных задач.

### *Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Изучение курса «Системы радиуправления» базируется на знаниях, полученных в курсах: основы кибернетики, высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, функция комплексной переменной, операторы Фурье и Лапласа, основы теории цепей, радиотехнические цепи и сигналы. Полученные знания используются в дальнейшем в курсах "Устройства приема и обработки сигналов", "Устройства генерирования и формирования радиосигналов", "Основы теории радиотехнических систем", "Основы телевидения", "Цифровая обработка радиотехнической информации", "Основы проектирования радиотехнических систем", полученные знания могут быть использованы при дипломном проектировании, а также в процессе подготовки и проведения автоматизированных лабораторных исследований и производственных испытаний радиоаппаратуры.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

**Знать:**

- физическую сущность автоматического управления и стабилизации,

-методику формализации динамических систем в виде конкретных математических задач (ОПК-2).

-методы формирования представлений о возможных исходах при решении этих задач.

-пути их технической реализации.

**Уметь:**

-составлять функциональные и структурные схемы систем, осуществлять их структурные преобразования (ОПК-2);

-выполнять расчеты основных характеристик систем(ОПК-2);

-проводить синтез структурных схем систем автоматического управления с данными показателями для конкретных воздействий и помех.

**Владеть:**

-классификацией, признаками и математическими основами анализа систем управления, особенностями систем отражаемых линейными и нелинейными моделями (ОК-7, ОПК-2).

-математическими и техническими основами построения систем автоматического управления;

-проведением аналитического описания элементов разомкнутых и замкнутых систем во временной и частотной областях в статическом состоянии и динамике (ОК-7, ОПК-2).

-основами моделирования и синтеза систем радиоавтоматики.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Системы радиуправления»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации	
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контр. раб.	СРС	КП/КР			
1.	Принципы построения систем радиуправления. Основные элементы радиотехнических следящих систем. Структура, предмет и задачи курса. Системы автоматического регулирования и стабилизации. Понятие возмущений в системе. Основные термины и определения.	8	1, 2	2		2				10		2/50	
2.	Системы автоподстройки частоты. Системы ЧАПЧ, ФАПЧ. Частотные и фазовые дискриминаторы. Структурные схемы систем. Управляемые по	8	3,4	2		2				10		2/50	

	частоте и фазе генераторы. Требования и методы обеспечения точности регулирования.											
3.	Системы слежения за временным положением импульсного сигнала. Системы АСД. Временные дискриминаторы и их характеристики. Функциональные схемы систем. Требования и методы обеспечения точности регулирования.	8	5, 6	2					14		1/50	
4.	Системы автоматического управления лучом антенной системы. Системы АСН. Характеристики и схемы угловых дискриминаторов. Функциональные схемы систем. Требования и методы обеспечения точности регулирования.	8	7, 8						14			
5.	Качественные показатели обобщенной системы радиоавтоматики. Ошибки слежения. Примеры анализа радиотехнических систем. Точность, запас устойчивости, быстродействие, характер регулирования, запас устойчивости по амплитуде, показатель колебательности. Ошибки слежения в установившемся режиме. Ошибки по положению, скорости, ускорению в системах с астатизмом разного порядка.	8	9, 10						10			
6.	Теория устойчивости систем. Определение устойчивости по решению дифференциального уравнения системы. Алгебраические критерии устойчивости	8	11, 12						10			
7.	Прохождение случайных процессов через разомкнутые и замкнутые системы. Расчет дисперсий шумовой ошибки системы. Связь математических ожиданий и корреляционных функций случайных процессов на входе и выходе замкнутой системы. Дисперсия как показатель точности слежения. Корреляционная функция ошибки слежения при конкретном воздействии и	8	13, 14						10			

	заданных свойствах помехи. Спектральная плотность и дисперсия ошибки.											
8.	Нелинейные схемы автоматического управления. Виды нелинейностей, особенности процессов в нелинейных системах, методы гармонической и статистической линеаризации.	8	15, 16					10				
9.	Структура и состав цифровых систем радиоуправления. Определение аналого-цифровых и цифровых систем радиоавтоматики. Их преимущества и недостатки. ЦАП и АЦП. Цифровые дискриминаторы, фильтры, цифровые опорные генераторы. Передаточные функции цифровых систем. Оценка качества регулирования.	8	17, 18					10				
Всего			6		4			98		5/50		зачет

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 5 час (50%).

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к практическим занятиям, а также при выполнении индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций.

### 5.3. Мультимедийные технологии обучения

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 15 до 30 слайдов по каждой лекции.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных работ.

#### 5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса «Системы радиопередачи» предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, выступления и лекции специалистов, в частности:

- доктора физико-математических наук, профессора, В.Г. Рау;
- доктора технических наук, профессора, зав. кафедрой МЭИ (г. Москва) В.Г. Карташева.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

#### 6.1. Вопросы к зачету по дисциплине «Системы радиопередачи»

1	Принципы управления
2	Классификация систем автоматического управления
3	Использование диф. уравнений для описания линейных систем
4	Использование передаточных функций для описания линейных систем
5	Использование переходной функции для описания линейных систем.
6	Использование частотных передаточных функций и АФХ для описания линейных систем
7	Логарифмическая АЧХ, Асимптотическая ЛАЧХ
8	Использование весовой функции для описания линейных систем
9	Пропорциональное звено
10	Идеальное интегрирующее звено
11	Идеальное дифференцирующее звено
12	Апериодическое звено первого порядка
13	Форсирующее звено
14	Колебательное звено второго порядка
15	Структурные схемы систем РА и методы их преобразования
16	Передаточные функции разомкнутой системы, замкнутой, для ошибки по воздействию, для ошибки по помехе
17	Передаточные функции разомкнутой системы, замкнутой, для ошибки по воздействию, для ошибки по помехе
18	Методика отыскания поведения управляемой величины и ошибки в системе.
19	Установившийся временной режим при работе системы. Отыскание установившейся функции ошибки. Теорема об установившемся значении.
20	Стандартная форма представления передаточной функции разомкнутой системы; Порядок астатизма систем. Добротности /передаточные функции систем по

	положению /статической/, по скорости, по ускорению
21	Системы автоматической подстройки частоты. Основные требования
22	Частотные и фазовые дискриминаторы
23	ЧАПЧ. Структура звеньев.
24	Структурная схема ЧАПЧ. Характеристики звеньев ЧАПЧ
25	Точность работы ЧАПЧ
26	Работа ЧАПЧ при больших расстройках частоты
27	ФАПЧ. Структура звеньев
28	Структурная схема ФАПЧ
29	Прередаточная функция ФАПЧ. Точность работы ФАПЧ
30	Применение систем автоподстройки частоты
31	ССВПИ. Назначение
32	Структурная схема ССВПИ и характеристики звеньев
33	Статическая дискриминационная характеристика временного дискриминатора
34	ССВПИ как импульсная система. Переходная характеристика ССВПИ
35	Система АСН. Принципы построения угловых дискриминаторов
36	Структурная схема АСН и характеристики звеньев
37	Передаточная функция АСН. Точность работы АСН
38	Анализ линейных систем РА при случайных воздействиях
39	Определение дисперсии ошибки системы при случайном воздействии
40	Оптимизация систем автоматического управления

### 6.2. Задания для СРС

По заданным полюсам передаточной функции разомкнутой системы автоподстройки частоты найти:

1. Дифференциальное уравнение системы.
2. Передаточную функцию замкнутой системы.
3. Структурную схему системы.
4. АЧХ.
5. ФЧХ.
6. Весовую функцию.
7. Переходную характеристику.
8. АФХ.
9. ЛАЧХ асимптотическую ЛАЧХ.
10. Проанализировать устойчивость системы методами Рауса, Михайлова, Найквиста, по ЛАЧХ
11. Определить точностные характеристики системы.
11. Дать рекомендации по обеспечению устойчивости в случае неустойчивой системы. Определить запасы устойчивости в случае устойчивой.

### 6.3. Вопросы для контроля СРС

1. Как определить характеристики разомкнутой системы автоматического регулирования по заданным нулям и полюсам передаточной функции.
2. Связь дифференциального уравнения системы с положением нулей и полюсов передаточной функции.
3. Как определить структурную схему системы по заданным нулям и полюсам передаточной функции.

4. Как определить передаточную функцию замкнутой системы по передаточной функции разомкнутой.
5. Как определить весовую функцию системы.
6. Как определить переходную функцию системы.
7. Определение амплитудно-фазовой характеристики системы по передаточной функции.
8. Как найти ЛАЧХ системы.
9. Метод построения асимптотической ЛАЧХ.
10. Как определить характеристическое уравнение разомкнутой и замкнутой систем.
11. Необходимое условие устойчивости замкнутой системы.
12. Алгебраический критерий устойчивости систем. Метод построения определителей.
13. Определение критических с точки зрения устойчивости параметров системы с использованием алгебраического критерия.
14. Метод построения годографа Михайлова замкнутой системы.
15. Определение устойчивости системы по годографу Михайлова.
16. Метод построения годографа Найквиста для статических и астатических систем.
17. Определение устойчивости системы по критерию Найквиста.
18. Определение частоты среза и резонансной частоты системы по годографу Найквиста.
19. Определение частоты среза и резонансной частоты системы по ЛАЧХ.
20. Определение устойчивости системы по ЛАЧХ.
21. Как найти запасы устойчивости системы по АФХ и ЛАЧХ.
22. Графическое пояснение идеи коррекции устойчивости системы по АФХ и ЛАЧХ.
23. Методы коррекции неустойчивых систем.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Петрова, А.М. Автоматическое управление: Учебное пособие / А.М. Петрова. - М.: Форум, 2010. - 240 с.: ил. ISBN 978-5-91134-418-4  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=195454>
2. Ившин, В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учеб. пос. / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин - М.: НИЦ Инфра-М, 2013 - 400 с ISBN 978-5-16-005162-8 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363591>
3. Глазырин, В.Е. Элементы автоматических устройств / Глазырин В.Е., Глазырин Г.В. - Новосиб.: НГТУ, 2011. - 130 с.: ISBN 978-5-7782-1733-1  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=556873>
4. Жмудь, В.А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем автоматического управления / Жмудь В.А. - Новосиб.: НГТУ, 2012. - 335 с.: ISBN 978-5-7782-2162-8 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558840>.

### **Дополнительная литература**

5. Панкратов, В.В. Избранные разделы современной теории автоматического управления / Панкратов В.В., Нос О.В., Зима Е.А. - Новосиб.: НГТУ, 2011. - 223 с.: ISBN 978-5-7782-1810-9 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548433>.
6. Пушкарёв, В.П. Радиоавтоматика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.П. Пушкарёв, Д.Ю. Пелявин. — Электрон. дан. — М. : ТУСУР (Томский



государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 85 с. —  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10893](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10893)

7.Афонин,А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова и др.- М.: Форум, 2011. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (о) ISBN 978-5-91134-479-5 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=219000>

### Периодические издания

#### Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

#### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

#### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 15 до 30 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (305-3);

#### Примечания:


1. Общее число подготовленных слайдов более 200, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВОпо направлению «11.03.01.Радиотехника».

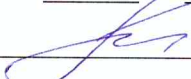
Рабочую программу составил доц.каф. РТ и РС Е.А. Архипов Архипов Е.А.  
Рецензент: А.Е. Богданов Ген. Директор КБ Радиосвязь, к.т.н. Богданов А.Е.

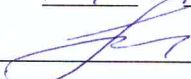
Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС  
Протокол № 12 от 30.03.15  
Заведующий кафедрой РТ и РС О.Р. Никитин Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 9 от 31.03.15 года  
Председатель комиссии  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 15/16 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.15 года  
Заведующий кафедрой  ОР Никитин

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года  
Заведующий кафедрой  ОР Никитин

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_