

**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**  
**" МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ "**

Направление подготовки: 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Семестр	Трудоемкость (зач. ед, /час.)	Лекций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма контроля (экз./зачет)
5	6/216	18	18	18	162	зачет
<b>Итого</b>	6/216	18	18	18	162	зачет

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Математические основы управления" 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 «Математические основы управления» относится к вариативной части дисциплин (Б1.В.ДВ.9). Дисциплина "Математические основы управления" является одной из базовых общеинженерных дисциплин. Предметом ее изучения выступают общие методы описания динамических систем, закономерности процессов саморегулирования в системах, процедуры автоматического управления, регулирования, стабилизации, устойчивости сложных систем.

### *Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Изучение курса «Математические основы управления» базируется на знаниях, полученных в курсах: 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-3).

-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-3);

-выполнять расчеты основных характеристик систем(ОПК-3);

-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-3).

-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-3).

-основами моделирования и синтеза кибернетических систем .

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Математические основы управления»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр		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	
		Неделя семестра		Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контр. раб.	СРС	КП/КР			
1.	<b>Предмет математические основы управления и его связь с базовыми науками.</b> Структура, предмет и задачи курса. Исторический очерк. Характерные особенности кибернетики как науки и как метода познания. Основные объекты и направления исследований.	5	1, 2	2		2				18		1/25	

2.	Принципы управления, графическое представление систем управления. Понятие обратной связи и контура управления. Технические системы автоматического управления, их классификация.	5	3,4	2		2			18		1/25	
3.	Математическое описание линейных динамических систем. Дифференциальное уравнение и частотная передаточная функция. Импульсная и переходная функции. АЧХ, ФЧХ. АФХ системы.	5	5, 6	2		2	6		18		1/10	
4.	Описание систем в пространстве состояний. Типовые динамические звенья. Назначение звеньев и их роль в составе автоматических систем.	5	7,8	2		2	4		18		2/25	Рейтинг контроль №1
5.	Основные передаточные функции. Передаточные функции систем в разомкнутом и замкнутом состояниях, для управляемой величины и ошибки по воздействию и по возмущению. Варианты представления передаточных функции.	5	9, 10	2		2	2		18		1/17	
6.	Теория устойчивости систем. Определение устойчивости по решению дифференциального уравнения системы. Алгебраические критерии устойчивости	5	11, 12	2		2	2		18		1/17	Рейтинг контроль №2
7.	Частотные критерии устойчивости. Структурные преобразования схем. Простейшие соединения звеньев, таблица структурных преобразований. Приведение структурных схем к канонической конфигурации. Примеры расчета схем.	5	13, 14	2		2	2		18		2/33	
8.	Нелинейные схемы автоматического управления. Виды нелинейностей, особенности процессов в нелинейных системах, методы гармонической и статистической линеаризации.	5	15, 16	2		2	2		18		1/17	
9.	Кибернетика и вычислительная техника. Использование	5	17, 18	2		2			18		1/25	Рейтинг

	вычислительных процедур и вычислительной техники в системах автоматического управления. Применение кибернетических приемов организации вычислительных систем.										контроль №3	
Всего			18		18		18		162		11/20	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 11 час (20%).

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, 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 «Математические основы управления» 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.

### 5.5 Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий и лабораторных работ.

## 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 «Математические основы управления»

1	Понятие кибернетики. Кибернетика как отрасль знания и "как метод познания.
2	Понятие управления. Энтропия. Второе начало термодинамики, Хаос
3	Обобщенная структурная схема кибернетической системы. Задачи, решаемые в системе в процессе управления
4	Понятия цели, алгоритма. Источники их формирования. История кибернетики или управления на Земле
5	.Парадокс "Демона Максвелла" и его разрешение
6	Техническая кибернетика. Главные компоненты теоретической и аппаратной кибернетики
7	Роль ЭВМ в становлении и развитии технической кибернетики
8	Структурная и функциональная схемы систем автоматического управления. Принцип обратной связи при управлении
9	Объект управления, измеритель рассогласования автоматической системы. Входная и управляемая величины, возмущения, ошибки регулирования
10	Математическое описание линейного объекта в операторной форме. Частотные характеристики линейной системы /устройства/ и особенности их использования
11	Описание линейных систем во временной области. Статические и динамические свойства линейных систем. Переходная характеристика
12	Описание систем в пространстве состояний
13	Логарифмические частотные характеристики. Формальные правила построения логарифмических асимптотических АЧХ.
14	Типовые динамические звенья линейных систем. Характеристики и свойства звеньев второго порядка. Колебательное звено
15	Типовые динамические звенья линейных систем. Характеристики и свойства звеньев первого порядка /Задать тип звена для примера/
16	Идеальное интегрирующее звено. Его характеристики, отличительные особенности. Какие свойства привносит интегратор в систему
17	Разомкнутый и замкнутый режимы работы системы. Передаточные функции, описывающие линейные системы
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	Простейшие соединения звеньев. Правила преобразования структурных схем

22	Приведение структурных схем систем к канонической конфигурации. Отыскание передаточных функций систем, заданных конкретными структурными схемами
23	Решить предложенный пример.
24	Жизнь как управление. Уровни управления человека как иерархической кибернетической системы
25	Структурная схема человека-оператора, участвующего в работе системы управления
26	Критерий Рауса-Гурвица
27	Критерий Михайлова
28	Критерий Найквиста
29	Анализ устойчивости по ЛАЧХ и ЛФЧХ
30	Показатели качества функционирования следящих систем
31	Частотные показатели качества
32	Понятие ошибок слежения
33	Ошибки слежения статических систем
34	Ошибки слежения астатических систем
35	Динамические системы при случайных воздействиях

### 6.2. Задания для СРС

По заданному нулю пяти полюсам передаточной функции разомкнутой системы 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. Дать рекомендации по обеспечению устойчивости в случае неустойчивой системы. Определить запасы устойчивости в случае устойчивой.

### 6.3. Тесты для рейтинг-контроля

#### РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ 1

##### 1. Что такое порядок астатизма системы?

- а) количество звеньев.
- б) количество интеграторов в прямой ветви схемы
- в) общее количество интеграторов в схеме.

##### 2. Звено второго порядка работает в апериодическом режиме если корни характеристического уравнения

- а) действительные положительные
- б) действительные отрицательные
- в) комплексно сопряженные

##### 3. Весовая функция звена имеет размерность

- а) 1/с.
- б) с.
- в) Безразмерна.

**4. Критерий Рауса-Гурвица устойчивости систем относится к**

- а) классу алгебраических критериев.
- б) классу частотных критериев.
- в) классу временных критериев

**5. Порядок системы автоматического управления определяется**

- а) порядком характеристического уравнения
- б) количеством дифференцирующих звеньев.
- в) количеством интегрирующих звеньев.

**6. Характеристическое уравнение системы это**

- а) знаменатель передаточной функции
- б) числитель передаточной функции.
- в) передаточная функция для ошибки по воздействию.

**7. При последовательном соединении звеньев системы для нахождения результирующей передаточной функции передаточные функции звеньев**

- а) складываются
- б) перемножаются
- в) делятся.

**8. При параллельном соединении звеньев системы для нахождения результирующей передаточной функции передаточные функции звеньев**

- а) складываются
- б) перемножаются
- в) делятся.

**9. Частота среза системы это частота на которой выполняется следующее условие**

- а) АЧХ системы принимает значение 1.
- б) АЧХ системы становится равной 0.
- в) ФЧХ системы становится равной  $180^0$ .

**10. Резонансная частота системы это частота на которой выполняется следующее условие**

- а) АЧХ системы принимает значение 1.
- б) АЧХ системы становится равной 0.
- в) ФЧХ системы становится равной  $180^0$ .

## **РЕЙТИНГ -КОНТРОЛЬ 2**

**1. Необходимое условие устойчивости системы автоматического регулирования?**

- а) равенство нулю коэффициентов характеристического уравнения;
- б) коэффициенты характеристического уравнения должны быть больше нуля;
- в) коэффициенты характеристического уравнения должны быть меньше нуля.



**2. По критерию Гурвица система устойчива, если все определители матрицы Гурвица**

- а) больше 0;
- б) равны 0;
- в) меньше 0.

**3. По критерию Михайлова система находится на границе устойчивости, если годограф характеристического вектора**

- а) проходит через начало координат;
- б) проходит через точку с координатами  $(-1, 0 \cdot j)$ ;
- в) проходит через точку  $(1, 0 \cdot j)$ .

**4. По критерию Найквиста система устойчива, если годограф АЧХ разомкнутой системы охватывает точку с координатами**

- а)  $(0; 0 \cdot j)$ ;
- б)  $(1; 0 \cdot j)$ ;
- в)  $(-1; 0 \cdot j)$ ;
- г)  $(-1; j)$ .

**5. По теореме о конечном значении установившееся значение выходного сигнала определяется выражением, где  $W_s$  - передаточная функция системы.**

- а)  $y_y = W_s(0)$ ;
- б)  $y_y = W_s(\infty)$ ;
- в)  $y_y = W_s(1)$ .

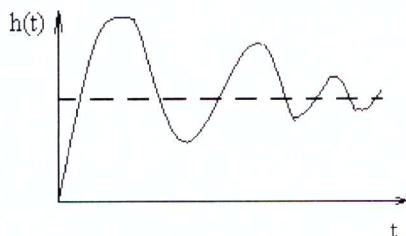
**6. Установившееся значение выходного сигнала в переходном процессе равно 0, если**

- а) система статическая;
- б) система астатическая;
- в) система астатическая порядка более 2.

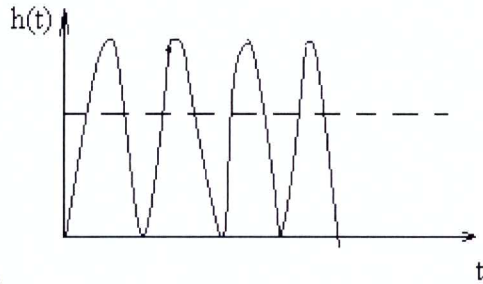
**7. Установившаяся ошибка астатической системы от приложенного на входе воздействия**

- а) равна 0;
- в) пропорциональна коэффициенту передачи системы;
- г) обратно пропорциональна коэффициенту передачи системы.

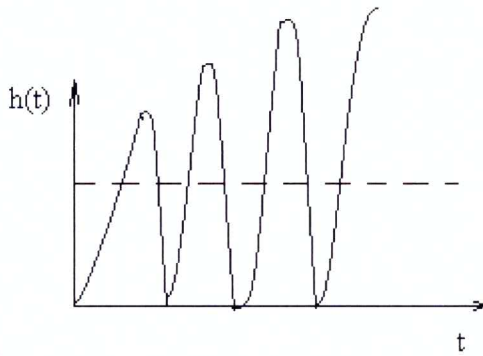
**8. Укажите вид переходного процесса устойчивой системы**



- а)



б)



в)

9. Укажите верное выражение для передаточной функции форсирующего звена

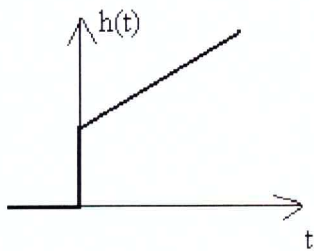
а)  $W(p) = k(1 + Tp)$ ;

б)  $W(p) = \frac{k}{(1 + Tp)}$ ;

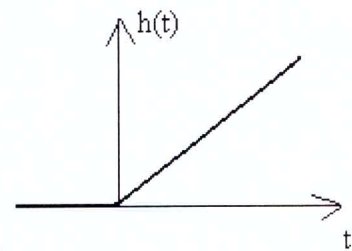
в)  $W(p) = \frac{kp}{(1 + Tp)}$ .

10. Укажите вид переходной характеристики издромного звена с передаточной

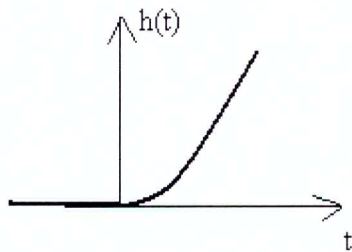
функцией  $W(p) = \frac{k(1 + Tp)}{p}$



а)



б)



в)

### РЕЙТИНГ -КОНТРОЛЬ 3

**1. От чего зависит сигнал управления в разомкнутых системах радиоавтоматики?**

- а) только от управляющего воздействия;
- б) от управляющего воздействия и выходного сигнала;
- в) только от выходного сигнала.

**2. Что является объектом управления в системе ФАПЧ?**

- а) генератор с перестраиваемой частотой;
- б) фазовый детектор-дискриминатор;
- в) смеситель.

**3. Укажите верное выражение для передаточной функции разомкнутой системы. Где  $Y(p)$ ,  $X(p)$ ,  $E(p)$  - изображения по Лапласу выходного сигнала, входного сигнала, ошибки, соответственно.**

- а)  $W_p(p) = \frac{Y(p)}{E(p)}$ ;
- б)  $W_p(p) = \frac{Y(p)}{X(p)}$ ;
- в)  $W_p(p) = \frac{Y(p)}{E(p) \cdot X(p)}$ .

**4. Укажите верное выражение для передаточной функции замкнутой системы. Где  $W_p(p)$  - передаточная функция прямой части системы**

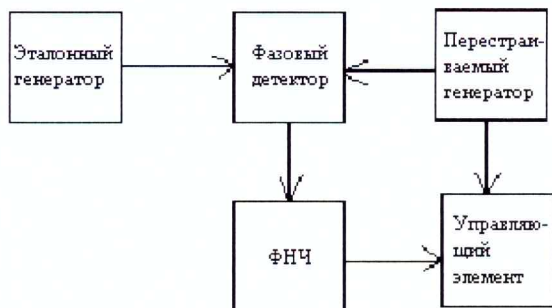
- а)  $W_3(p) = \frac{1}{1 + W_p(p)}$ ;
- б)  $W_3(p) = \frac{W_p(p)}{1 + W_p(p)}$ ;
- в)  $W_3(p) = \frac{W_p(p)}{1 - W_p(p)}$ .

**5. Укажите верное выражение для передаточной функции ошибки системы. Где  $W_p(p)$  - передаточная функция прямой части системы**

- а)  $W_e(p) = \frac{1}{1 + W_p(p)}$ ;

- б)  $W_e(p) = \frac{W_p(p)}{1 + W_p(p)}$ ;
- в)  $W_e(p) = \frac{W_p(p)}{1 - W_p(p)}$ .

6. Функциональная схема какой системы кибернетики показана на рисунке?

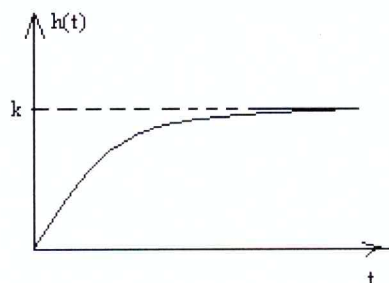


- а) ФАПЧ;
- б) АПЧ;
- в) АРУ.

7. Какое типовое звено имеет передаточную функцию вида  $W(p) = \frac{1}{1 + Tp}$  ?

- а) интегрирующее;
- б) безынерционное;
- в) инерционное.

8. Какое типовое звено имеет переходную характеристику вида

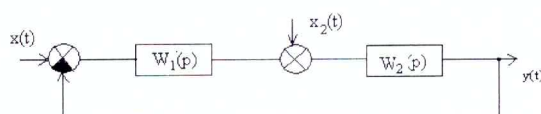


- а) интегрирующее;
- б) инерционное;
- в) дифференцирующее;
- г) колебательное.

9. Три звена с передаточными функциями  $W_1(p)$ ,  $W_2(p)$ ,  $W_3(p)$  соединены параллельно. Какова общая передаточная функция такого соединения?

- а)  $W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p)$ ;
- б)  $W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)$ ;
- в)  $W(p) = W_1(p) / W_2(p) / W_3(p)$ .

10. Укажите верное выражение передаточной функции системы для  $x_2(t)$



- а)  $W_{x_2}(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p)}$ ;
- б)  $W_{x_2}(p) = \frac{W_2(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p)}$ ;
- в)  $W_{x_2}(p) = \frac{W_1(p) \cdot W_2(p)}{1 + W_2(p)}$ .

#### 6.4. 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. - Новосибир.: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. - Новосибир.: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/ ПанкратовВ.В., Нос О.В., Зима Е.А. - Новосибир.: 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 ВО по 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 ОАО КБ Радиосвязь, к.т.н. Богданов А.Е.

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС  
Протокол № 12 от 30.03.2015  
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 21.03.15 года  
Председатель комиссии О.Р. Никитин Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
УПРАВЛЕНИЯ»**

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

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

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_