



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

Дальневосточный федеральный университет  
(ДВФУ)


---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Петросьянц В.В.  
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)  
« 14 » сентября 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор департамента  
электроники, телекоммуникации и  
приборостроения

  
Стаценко Л.Г.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 14 » сентября 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы автоматического управления

**Дисциплины направления: 12.03.01 Приборостроение**  
профиль подготовки: «Акустические приборы и системы»

курс 3 семестр б

лекции 36 час.

практические занятия – 54 час.

лабораторные работы – не предусмотрены учебным планом

в том числе с использованием МАО: лек. 8 час., пр. 12 час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

самостоятельная работа 99 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом

в том числе на подготовку к экзамену – 27 час.

курсовая работа – не предусмотрена учебным планом

экзамен б семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 945

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения, протокол №1 от «14» сентября 2020 г.

Директор департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения  
\_д.ф.-м.н., проф. Стаценко Л.Г. \_

Составитель: профессор, д.т.н. Ю.К. Алексеев

## Оборотная сторона титульного листа РПУД

### I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «14» сентября 2020 г. № 1

Директор департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения

  
\_\_\_\_\_ Л.Г. Стаценко\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

### II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**Дальневосточный федеральный университет  
(ДВФУ)**

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Приборостроение

  
(подпись) В.В. Петросьянц  
« 21 » января 2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Приборостроения

  
(подпись) В.И. Короченцев  
« 21 » января 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы автоматического управления

**Дисциплины направления: 12.03.01 Приборостроение**  
профиль подготовки: «Акустические приборы и системы»

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр б

лекции 36 час.

практические занятия – 54 час.

лабораторные работы – не предусмотрены учебным планом  
в том числе с использованием МАО: лек. 8 час., пр. 12 час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

самостоятельная работа 99 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом  
в том числе на подготовку к экзамену – 27 час.

курсовая работа – не предусмотрена учебным планом  
экзамен б семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. № 945

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Приборостроения протокол № 5 от « 21 » января 2020 г.

Заведующий кафедрой: профессор, д.ф.м.н. В.И. Короченцев

Составитель: профессор, д.т.н. Ю.К. Алексеев

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « 21 » января \_\_\_\_\_ 2020 г. № 5 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## Аннотация

### «Основы автоматического управления»

Дисциплина «Основы автоматического управления» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, профиль «Акустические приборы и системы», входит в обязательную часть блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.О.21).

Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре. Общая трудоемкость дисциплины «Основы автоматического управления» составляет 6 зачетных единиц (216 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические работы (54 часа), самостоятельная работа студента (99 часов), контроль (27 часов). Оценка результатов обучения: экзамен в 6 семестре.

Изучение дисциплины «Основы автоматического управления» базируется на знании математики, физики.

В процессе освоения дисциплины «Основы автоматического управления» студентами изучаются основные понятия и определения теории автоматического управления, принципы автоматического управления и их структурная и функциональная реализация. Способы описания линейных систем автоматического управления, их общих свойств и характеристик. Типовые звенья, их свойства и характеристики, способы описания отдельных звеньев и их соединений, методы их идентификации. Способы приведения схемы САУ с управлением по отклонению к типовому виду. Основные передаточные функции типовой САУ, ее уравнений динамики и статики. Методы исследования нелинейных систем.

**Целью дисциплины** является изучение основ теории и методов разработки систем автоматического управления.

**Задачами дисциплины** является изучение студентами:

- принципов расчета и анализа систем автоматического управления (САУ);

- принципов по применению классических операционных, суперпозиционных, спектральных методов, а также методов на основе описания САУ в пространстве состояний и др.

- теории линейных и нелинейных систем;

- теории оптимальных, экстремальных и самонастраивающихся САУ;

- методы синтеза и анализа САУ при заданных требованиях.

Для успешного изучения дисциплины «Основы автоматического управления» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции: ОПК-1, ПК-2.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	Знает	естественнонаучные и общепрофессиональные основы, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов; широкого назначения принципы классических операционных, спектральных методов, теорию линейных и нелинейных систем, теорию оптимальных, экстремальных и самонастраивающихся САУ.
	Умеет	представлять процесс управления в виде структуры из совокупности типовых динамических звеньев; оценить характеристики и параметры САУ в соответствии с заданными требованиями по точности.
	Владеет	способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; умением определять цели, осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектов САУ

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Основы автоматического управления» применяются следующие методы активного обучения: диспут, обучающие программы, мультимедийные технологии.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАС./МАО 8 ЧАС.)**

**Раздел I. Методы математического описания линейных систем автоматического управления (8 часов)**

### **Тема 1. Характеристики линейных САУ (4 часа)**

Цель и задачи дисциплины, тенденции развития автоматике, как основного инструмента совершенствования современного производства. Основные понятия и определения автоматике. Системы программного управления. Системы автоматической стабилизации. Следящие системы. Робототехнические системы.

Классификация систем автоматического управления (САУ). Принципы управления. Управление по возмущению. Управление по отклонению. Принцип обратной связи. Комбинированное управление. Обобщённая структурная схема САУ.

Принцип суперпозиции. Типовые входные воздействия. Импульсная и единичная ступенчатая функции. Переходная и импульсная характеристики. Расчет выходного сигнала САУ при произвольном детерминированном входном воздействии. Единичные показатели качества САУ. Интегральные показатели качества.

**Тема 2. Передаточные функции, частотные характеристики и типовые динамические звенья линейных САУ. (4 час.)**

Дифференциальные уравнения линейных САУ. Характеристическое уравнение. Порядок САУ. Преобразование Лапласа. Передаточная функция и частотные характеристики. Комплексный коэффициент передачи. Связь передаточной функции и частотной характеристики. Амплитудно-фазовая

частотная характеристика (АФЧХ), амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), фазо-частотная характеристика (ФЧХ). Логарифмические частотные характеристики (ЛАЧХ).

Разбиение передаточной функции линейной САУ на типовые динамические звенья по корням характеристического уравнения. Типовые динамические звенья САУ и их характеристики. Классификация звеньев. Простейшие звенья. Пропорциональное звено. Интегрирующее звено. Типовые звенья I порядка. Аperiodическое (инерционное) звено. Форсирующее (ускоряющее) звено. Инерционно - дифференцирующее звено. Колебательное звено. Звено запаздывания.

Идентификация элементов САУ. Виды соединений звеньев в структурах САУ. Структурные преобразования. Теоремы о соединении звеньев (последовательное, параллельное, звено с обратной связью). Преобразование схем с использованием переносов узлов, ветвлений и сумматоров через звено. Типовая одноконтурная САУ. Одномерные системы управления. Понятие статической и астатической САУ. Многомерные САУ.

## **Раздел II. Устойчивость линейных САУ. (4 часа)**

### **Тема 1. Алгебраические критерии устойчивости. (2 часа)**

Понятие устойчивости линейной САУ. Механическая интерпретация. Суждение об устойчивости по расположению корней характеристического уравнения. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица. Необходимые и достаточные условия устойчивости. Области устойчивости в пространстве параметров системы. Достоинства и недостатки алгебраических критериев устойчивости. Пример на исследование устойчивости системы управления подводным аппаратом по вертикальной координате третьего порядка. Построение областей устойчивости в пространстве параметров системы (коэффициента усиления и постоянной времени движителя). Коррекция динамики системы.

### **Тема 2. Частотные критерии устойчивости. (2 часа)**



Годограф Михайлова. Способы его построения. Критерий устойчивости Михайлова. Области устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста. Суждение об устойчивости замкнутой системы по частотным характеристикам (АФЧХ, АЧХ, ЛАЧХ и ФЧХ) разомкнутой системы. Частота среза. Возможность использования экспериментально снятых частотных характеристик элементов системы при исследовании устойчивости частотными методами. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе. Связь запаса устойчивости по амплитуде и фазе с показателями качества динамики системы автоматического управления. Коррекция динамики системы.

### **Раздел III. Приближенные методы исследования нелинейных систем автоматического управления. (6 часов)**

#### **Тема 1. Классификация нелинейностей САУ. (2 часа)**

Особенности нелинейных систем автоматического управления. Сложности исследования нелинейных систем. Прохождение гармонического сигнала через линейную и нелинейную систему. Динамические и статические нелинейности. Примеры. «Полезные» и «вредные» нелинейности. Примеры. Слабые и существенные нелинейности. Примеры. Типовые нелинейности: релейный элемент, зона нечувствительности, люфт, гистерезис. Кусочно-линейная аппроксимация. Примеры.

#### **Тема 2. Методы линеаризации нелинейных систем (4 часа)**

Теорема А.М. Ляпунова о возможности исследования устойчивости нелинейных систем по линейным уравнениям первого приближения. Линеаризация слабых нелинейностей методом малых отклонений. Разложение в ряд Тейлора. Погрешности линеаризации слабых нелинейностей.

Метод гармонической линеаризации. Преобразование Фурье. Коэффициенты гармонической линеаризации. Погрешности метода гармонической линеаризации. Расчёт коэффициентов гармонической

линеаризации для типовых нелинейностей. Определение параметров автоколебаний методом гармонического баланса.

Статистическая линеаризация. Коэффициенты статистической линеаризации. Погрешности статистической линеаризации.

#### **Раздел IV. Точные методы исследования нелинейных систем автоматического управления (6 часов)**

##### **Тема 1. Метод пространства состояний. (3 часа)**

Описание динамики нелинейной САУ в пространстве состояний. Метод фазового пространства. Фазовые переменные. Фазовый портрет и его свойства. Изоклины. Сепаратрисы. Определение направления движения изображающей точки по фазовым траекториям. Особые точки на фазовой плоскости. Классификация положений равновесия: центр, устойчивый фокус, неустойчивый фокус, седло, устойчивый узел, неустойчивый узел. Анализ поведения нелинейной системы в малой окрестности особой точки (положения равновесия системы) по линейным уравнениям первого приближения.

##### **Тема 2. Исследование динамики нелинейных систем методом фазовой плоскости. (3 часа)**

Построение фазового портрета и анализ поведения нелинейного маятника методом фазовой плоскости (механическая интерпретация). Исследование особых точек – положений устойчивого и неустойчивого равновесия.

Анализ нелинейной системы управления подводным аппаратом по вертикальной координате методом фазовой плоскости. Исследование релейной системы, системы с гистерезисом и зоной нечувствительности. Понятие о системах с переменной структурой. Робастность систем с переменной структурой. Исследование скользящих режимов.

#### **Раздел V. Системы оптимального управления. (6 часов)**

##### **Тема 1. Методы оптимального управления. (1 час)**

Постановка задачи оптимального управления. Критерии оптимальности. Ограничения управляющего воздействия. Описание динамики объекта управления. Ограничения применение методов классического вариационного исчисления.

Понятие о принципе максимума Понтрягина и динамическом программировании Беллмана. Сравнение принципа максимума Понтрягина и динамического программирования Беллмана.

## **Тема 2. Синтез систем оптимального управления. (5 часов)**

Постановка задачи оптимального быстродействия. Описание динамики объекта управления и учёт ограничений на управляющее воздействие. Теорема о числе переключений. Области её применения.

Синтез системы оптимального быстродействия методом фазовой плоскости на примере управления подводным аппаратом по вертикальной координате. Описание динамики подводного аппарата как объекта управления. Анализ корней характеристического уравнения объекта управления. Построение фазового портрета и линии переключения. Определение алгоритма оптимального быстродействия и построение функциональной схемы его реализации. Проблемы робастности и реализации алгоритмов оптимального управления. Квазиоптимальное управление. Аппроксимация линии переключения.

## **Раздел VI. Системы адаптивного и экстремального управления (6 часов)**

### **Тема 1. Системы экстремального управления. (6 часа)**

Определение системы экстремального управления. Примеры. Системы самонаведения. Система наведения радиолокационной станции на цель. Система настройки колебательного контура приёмника на частоту передающей станции. Системы самонаведения подводного робота на экстремумы физико-химических полей океана.

Проблемы и методы определения, составляющих градиента и поиска экстремума. Методы последовательного определения, составляющих

градиента. Метод производных по времени. Метод конечных приращений. Метод запоминания экстремума. Метод параллельного определения составляющих градиента. Метод синхронного детектирования.

Методы организации движения к экстремуму. Метод Гаусса-Зейделя (покоординатной экстремизации). Метод градиента. Метод «наискорейшего спуска» - крутого восхождения. Метод случайного слепого поиска (метод статистических испытаний, Монте-Карло).

## **Тема 2. Самонастраивающиеся системы. (2 час.)**

Проблема достоверности априорной информации о возмущающих воздействиях, параметрах объекта управления и их изменении в процессе функционирования системы. Аддитивные и мультипликативные помехи и воздействия. Проблема робастности систем автоматического управления.

Разомкнутые самонастраивающиеся системы. Программная самонастройка. Самонастройка с измерителями мультипликативных возмущающих воздействий. Примеры.

Замкнутые самонастраивающиеся системы. Замкнутая самонастраивающаяся система с эталонной моделью. Замкнутая самонастраивающаяся система с экстремальной самонастройкой. Понятие о самоорганизующихся и самообучающихся системах.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (54 ЧАС.)**

**Занятие 1. Классификация систем автоматического управления. (2 часа).**

1. Разомкнутые и замкнутые системы.
2. Линейные и нелинейные системы. Аналоговые и дискретные САУ.
3. Системы автоматической стабилизации.
4. Следящие системы.
5. Робототехнические системы.

**Занятие 2. Принципы управления. (2 час.).**

1. Управление по возмущению.
2. Управление по отклонению. Принцип обратной связи.
3. Комбинированное управление.
4. Обобщённая структурная схема САУ.

**Занятие 3. Преобразование структурных схем линейных САУ. (4 часа).**

1. Правила преобразования структурных схем линейных САУ.
2. Последовательные и параллельные соединения.
3. Система с обратной связью.
4. Перенос узлов и сумматоров.

**Занятие 4. Единичные и интегральные показатели качества динамики системы управления. (4 час).**

1. Единичные показатели качества переходного процесса.
2. Время переходного процесса.
3. Показатели колебательности. Перерегулирование.
4. Интегральные показатели качества переходного процесса.

**Занятие 5. Построение системы управления вертикальной координатой. (6 час).**

1. Разработка структурной и функциональной схем системы управления вертикальной координатой подводного аппарата (ПА).
2. Выработка требований к статической точности и качеству динамических процессов.
3. Определение параметров системы.

**Занятие 6. Коррекция качества динамики системы управления вертикальной координатой. (4 час).**

1. Разработка способов коррекции системы.
2. Введение гибкой обратной связи.
3. Исследование коэффициента усиления и коэффициента скоростной обратной связи на статическую точность и динамику системы управления.

**Занятие 7. Фазовый портрет и его свойства. Классификация особых точек на фазовой плоскости. (4 час).**

1. Особые точки на фазовой плоскости.
2. Их классификация.
3. Особые точки типа: центр, устойчивый и неустойчивый фокус, седло, устойчивый и неустойчивый узел.

**Занятие 8. Анализ релейной системы методом фазовой плоскости. (4 час).**

1. Построение фазового портрета.
2. Анализ поведения нелинейного маятника.
3. Анализ релейной системы методом фазовой плоскости.

**. Занятие 9 Исследование временных и частотных характеристик типовых звеньев линейных САУ. (6 час).**

1. Разбиение передаточной функции линейной САУ на типовые динамические звенья по корням характеристического уравнения.
2. Типовые динамические звенья САУ
3. Характеристики типовых динамических звеньев САУ.

**Занятие 10. Исследование устойчивости линейных САУ с помощью алгебраических и частотных критериев. (4 час).**

1. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения.
2. Критерий устойчивости Гурвица.
3. Критерий устойчивости Михайлова.
4. Области устойчивости.
5. Критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе.

**Занятие 11. Исследование системы с гистерезисом и зоной нечувствительности. (6 час).**

1. Исследование системы управления подводным аппаратом с гистерезисом и зоной нечувствительности движителя.

2. Построение фазовых траекторий и переходных процессов.
3. Исследование способов коррекции.

**Занятие 12. Методы линеаризации нелинейные системы автоматического управления. (4 час).**

1. Особенности нелинейных систем автоматического управления.
2. Классификация нелинейностей.
3. Линеаризация слабых нелинейностей методом разложения в ряд Тейлора.
4. Метод гармонической линеаризации.
5. Статистическая линеаризация.

**Занятие 13. Исследование скользких режимов (4 час).**

1. Понятие о системах с переменной структурой.
2. Исследование скользких режимов.
3. Анализ полученных результатов.

### **III КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

**Контрольные вопросы самопроверки для определения минимального уровня освоения программы**

- В каких системах реализуется принцип обратной связи?
- Почему системы управления по отклонению устраняют влияние возмущений независимо от количества и места приложения последних?
- Почему система управления по отклонению в принципе обладает меньшим быстродействием, чем система управления по возмущению?
- Почему системы управления по возмущению принципиально являются менее точными, чем системы управления по отклонению?
- Как изменяется статическая ошибка в замкнутой системе по сравнению с разомкнутой?
- Как влияет на ошибку системы наличие регулятора?

•Какой вид имеет свободная составляющая решения дифференциальных уравнений при вещественных, комплексных, мнимых и нулевых корнях характеристического уравнения?

•Поясните общую методику определения передаточных функций замкнутых систем.

•Что такое постоянная времени  $T$  инерционного звена первого порядка?

•Может ли линейная система (при входном гармоническом сигнале) иметь на выходе сигнал, отличный по частоте от входного сигнала?

•Приведите пример годографа Михайлова для устойчивости и неустойчивости систем седьмого порядка.

•Как определяются запасы устойчивости системы по амплитуде и фазе на основе критерия Найквиста с помощью логарифмических частотных характеристик?

•Почему (в соответствии с критерием Найквиста) запаздывание по фазе, равное  $-\pi$ , с точки зрения устойчивости, является критическим?

•Какие корни в характеристическом уравнении замкнутой системы определяет апериодический и колебательный виды переходных процессов?

•Как зависит устойчивость нелинейных систем от начальных условий?

•Поясните различие понятий устойчивости «в малом», «в большом» и «в целом».

•Как построить фазовые траектории по методу изоклин?

•Для каких видов нелинейностей можно применять метод фазовой плоскости?

•Для каких видов нелинейностей можно применять метод гармонической линеаризации.

•Как получить коэффициенты гармонической линеаризации для типовых нелинейностей?

•Сформулируйте общую задачу оптимизации.



- Чем ограничено применение метода классического вариационного исчисления?
- Как строятся самонастраивающиеся системы с эталонными моделями?
- Перечислите методы определения составляющих градиента и поиска экстремума.

### **Вопросы к экзамену**

1. Классификация систем автоматического управления(САУ).
2. Обобщённая структурная схема САУ.
3. Принцип обратной связи.
4. Законы и алгоритмы управления.
5. Принцип суперпозиции.
6. Передаточная функция линейной САУ.
7. Связь передаточной функции с частотной характеристикой.
8. Логарифмические частотные характеристики САУ.
9. Правила структурных преобразований линейных САУ.
10. Переходная характеристика, связь с передаточной функцией.
11. Типовые динамические звенья САУ.
12. Характеристики колебательного звена.
13. Характеристики апериодического звена.
14. Назначение критериев устойчивости.
15. Алгебраические критерии устойчивости.
16. Частотные критерии устойчивости.
17. Запас устойчивости.
18. Показатели качества САУ.
19. Интегральные оценки качества.
20. Слабые и существенные нелинейности.
21. Методы линеаризации.

22. Метод гармонического баланса.
23. Метод фазовой плоскости.
24. Особые точки на фазовой плоскости.
25. Анализ поведения маятника методом фазовой плоскости.
26. Анализ релейной системы.
27. Релейная система с зоной нечувствительности.
28. Релейная система с гистерезисом.
29. Статистическая линеаризация нелинейных характеристик.
30. Оптимальные САУ.
31. Оптимальное быстродействие.
32. Методы поиска экстремума.
33. Методы организации движения к экстремуму.
34. Метод синхронного детектирования.
35. Метод наискорейшего спуска
36. Принцип максимума.
37. Самонастраивающиеся системы.
38. Системы с эталонной моделью.
39. Системы с переменной структурой.

Периодический тестовый контроль проводится с помощью специальной компьютерной программы, фрагменты которой приведены в приложении.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. - СПб.: Профессия. 2004. - 752 с.
2. Филаретов В.Ф. Линейная теория автоматического управления. Владивосток: ДВГТУ, 2010. 116 с.

3. Есаков, В.А. Основы теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Есаков, В.Г. Дудко. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 64 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104602>. — Загл. с экрана.

4. Математические основы теории автоматического управления: Том 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Иванов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: , 2006. — 552 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106312>. — Загл. с экрана.

5. Есаков, В.А. Основы теории и проектирования систем автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Есаков, Г.Ф. Земляной, В.Г. Дудко. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 110 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book104598>. — Загл. с экрана.

6. Озеркин, Д.В. Основы автоматики и системы автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 179 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10906>. — Загл. с экрана.

7. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012. – 831 с.

8. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=155](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=155) Зубов, В.И. Лекции по теории управления. — СПб. : "Лань", 2009.

9. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4411](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4411) Яковенко, Г.Н. Теория управления регулярными системами. — М. : "Бином. Лаборатория знаний", 2012.

10. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48174](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48174) Аграчев, А.А. Геометрическая теория управления / А.А. Аграчев, Ю.Л. Сачков. — М. : "Физматлит", 2004.

### Дополнительная литература

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления/ В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. - М.: Наука, 1975.

WEB: <http://www.studfiles.ru/dir/cat38/subj397/file13888.html>

2. Васильев К.К. Теория автоматического управления (следящие системы). Учебное пособие/ К.К. Васильев - Ульяновск, 2001. - 98 с. ISBN/ISSN:5-89146-234-6

WEB: <http://window.edu.ru/resource/292/62292>

3. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления / А.А. Воронов - М.: Высшая школа, 1977. – 519 с.

WEB: <http://www.studfiles.ru/dir/cat38/subj397/file13891.html>

4. Попов Е.П. Теория линейных автоматических систем управления / Е.П. Попов - М.: Наука, 1988.— 304 с.

WEB: <http://www.studfiles.ru/dir/cat38/subj397/file13941.html>

5. Попов Е.П. Теория нелинейных автоматических систем управления/ Е.П. Попов - М.: Наука, 1988. — 256 с.

WEB: <http://www.studfiles.ru/dir/cat38/subj397/file13942.html>

6. Страшинин Е.Э. Основы теории автоматического управления. Часть 1. Линейные непрерывные системы управления. Учебное пособие / Е.Э.Страшинин - Екатеринбург: УГТУ, 2000. - 217 с.

WEB: <http://window.edu.ru/resource/458/28458>

7. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с. (1шт)

8. Лазарева Т.Я., Основы теории автоматического управления. Учебное пособие / Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2004. - 352 с. ISBN/ISSN:5-8265-0149-9

WEB: <http://window.edu.ru/resource/622/21622>

9. Лазарева Т.Я. Теория автоматического управления. Учебно-методическое пособие / Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов, В.Ю. Харченко - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2006. - 56 с.

WEB: <http://window.edu.ru/resource/637/38637>

10.Рощин А.В. Основы теории автоматического управления: Учебное пособие / А.В. Рощин - М.: МГУПИ, 2007. - 100 с.

WEB: <http://window.edu.ru/resource/358/54358>

11.Федотов А.В. Основы теории автоматического управления. Учебное пособие / А.В. Федотов - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. - 279 с. ISBN/ISSN:978-5-8149-1144-5 WEB: <http://window.edu.ru/resource/091/77091>

## II. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий используются специализированные учебные аудитории кампуса ДВФУ, оснащенные компьютерной техникой, а также мультимедийной техникой.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
1	2
Лаборатория Вычислительной техники кафедры приборостроения, ауд. Е 628	Частотомер ЧЗ-54; Прибор С1-76; Комплект оборудования №1; Лабораторный комплект основ разработки инженерных приложений и систем сбора данных NI USB-DAQ Bundle X-series; Учебно-исследовательский комплекс модульных приборов NI Modular Instruments Kit
Компьютерный класс, Ауд. Е628	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.
Мультимедийная аудитория, корпус Е, ауд. Е627	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avertvision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС

	обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)
--	--



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ

по дисциплине «Основы автоматического управления»

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

профиль «Акустические приборы и системы»

Форма подготовки очная

Владивосток

2020

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	По графику аттестаций	Подготовка к текущим аттестациям	2 часа	устный опрос
2	По графику выполнения самостоятельных работ	Подготовка к защите самостоятельных работ	2 часа	устный опрос
3	По графику выполнения практических работ	Подготовка к практическим работам	2 часа	устный опрос
4	После каждой лекции	Повторение теоретического материала	2 часа	блиц-опрос
5	До зачетной недели 3-го семестра	Подготовка к зачету	10 часов	сдача зачета
6	По графику экзаменов	Подготовка к экзамену	10 часов	сдача экзамена

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

1. - стимулирование ритмичной учебной, познавательной и творческой деятельности в течение всего семестра;
2. - совершенствование навыков поиска необходимой научной и учебно-методической литературы;
3. - совершенствование умений решать физические задачи различного уровня сложности;
4. - развитие аналитического мышления и коммуникативных способностей.
5. При подготовке к практическим занятиям студенты изучают научную, учебную и методическую литературу по соответствующей теме (см. темы занятий практической части курса).



## **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Каждый студент получает индивидуальное задание, в котором указывается тема работы.

Необходимо проработать теоретический материал по теме.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Содержание работы излагается в пояснительной записке, где в лаконичной форме должна быть раскрыта суть выполняемой работы. В ней должны быть следующие разделы: введение, описание метода решения задачи, расчетная часть, выводы и анализ полученных результатов, список использованной литературы. Расчетная часть должна сопровождаться подробными комментариями, графики должны иметь название, подписи осей, линий. Таблицы должны иметь подписи, названия колонок, комментарии. Сокращенные названия должны быть расшифрованы, нумерация формул проводится справа в конце строки в круглых скобках – (1), ссылки на литературу - в квадратных скобках – [1].

Оформление пояснительной записки выполняется в редакторе Microsoft Word (формат файла Word 2003 и старше), шрифт Times New Roman, размер шрифта – 14 pt, междустрочный интервал – одинарный. В редакторе устанавливается бумага формата А4 (210\*297), поле сверху – 2 см, поле снизу – 2 см, поле слева – 3 см, поле справа – 2 см., переплет – 0. Нумерация страниц: производится справа снизу, номер на первой странице не ставится. Текст обязательно выравнивается по ширине.

Объем работы не менее 10 страниц машинописного текста.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

1. 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

2. 8-7 баллов: работа выполнена полностью; допущено одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

3. 7-6 балл: работа выполнена полностью; допущено не более 2 ошибок при оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

4. 6-5 баллов: работа выполнена; допущено три или более трех ошибок в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

### **1. Работа с теоретическим материалом.**

**Цель:** получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

#### **Задачи:**

- приобретение навыков самостоятельной работы с лекционным материалом;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе лекционного курса дисциплины. Для этого студент должен вести конспект лекций и уметь работать с ним.

Работа с литературой предполагает самостоятельную работу с учебниками, книгами, учебными пособиями, учебно-методическими пособиями по выполнению курсовой работы и выпускной квалификационной

работы, с нормативно-правовыми источниками. Перечень литературы: основной, дополнительной, нормативной и интернет-ресурсов приведен в разделе V «Учебно-методическое обеспечение дисциплины» настоящей рабочей программы.

Умение самостоятельно работать с литературой является одним из важнейших условий освоения дисциплины. Поиск, изучение и проработка литературных источников формирует у студентов научный способ познания, вырабатывает навыки умения учиться, позволяет в дальнейшем в практической работе после окончания университета продолжать повышать самостоятельно свою квалификацию и приобретать нужные компетенции для дальнейшего роста в профессии.

Самостоятельная работа с литературными источниками требует от студента усидчивости, терпения и сосредоточенности. Чтобы лучше понять существо вопроса, желательно законспектировать изучаемый материал, сделать нужные пометки, отметить вопросы для консультации с преподавателем.

## **2. Подготовка к контрольным работам.**

**Цель:** получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

**Задачи:**

- приобретение навыков самостоятельной работы решения задач;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Контрольные работы позволяют закрепить теоретический материал курса. В процессе изучения физики студент должен выполнить в каждом семестре три контрольные работы. Решение задач контрольных работ

является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а оценка преподавателя на работу помогают ему доработать и правильно освоить различные разделы курса физики. Перед выполнением контрольной работы необходимо внимательно ознакомиться с примерами решения задач по данной контрольной работе, уравнениями и формулами, а также со справочными материалами.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «Основы автоматического управления»

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

профиль «Акустические приборы и системы»

Форма подготовки очная

**Владивосток**

**2020**

## Формы и методы для текущего контроля

Текущий контроль проводится в форме тестирования по пройденному материалу.

Периодический тестовый контроль проводится с помощью специальной компьютерной программы, фрагменты которой приведены ниже.

### Тест 1

#### Вопрос №3.

Управление, осуществляемое в условиях имеющихся ограничений наилучшим образом, называется

- 1) оптимальным
- 2) робастным
- 3) автономным
- 4) многомерным

Следующий вопрос

## Вопрос №7.

- Что такое передаточная функция ?
- 1) Отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях.
  - 2) Количество гармоник в сигнале
  - 3) Отношение изображения Лапласа реакции звена к изображению Лапласа входного сигнала при нулевых начальных условиях.
  - 4) Разница между входным и выходным сигналом при нулевых начальных условиях

Следующий вопрос

## Вопрос №8.

- Какая система является линейной?
- 1) Колебательная система
  - 2) Система с заданными параметрами
  - 3) Система, где отклики каждого звена можно дважды дифференцировать
  - 4) Система, где реакция на сумму входных воздействий равна сумме реакций на каждое входное воздействие.

Следующий вопрос

## Вопрос №14.

- Звено, реакция которого на скачок является экспоненциальной функцией, называется
  - 1) дифференциальным
  - 2) усилительным
  - 3) апериодическим первого порядка
  - 4) колебательным

Следующий вопрос

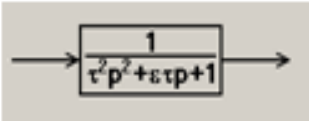
## Вопрос №9.

- Чему равна передаточная функция параллельно соединенных звеньев?
  - 1) произведению функций звеньев по прямому пути
  - 2) сумме передаточных функций звеньев по прямому пути
  - 3) дроби, знаменатель которой равен произведению функций по контуру
  - 4) дроби, знаменатель которой равен сумме функций звеньев по контуру.

Следующий вопрос



## Вопрос №12.

□ Звено  называется

- 1) колебательным
- 2) усилительным
- 3) интегрирующим
- 4) аperiodическим

Следующий вопрос

## Вопрос №17.

□ Зависимость от частоты кратности изменения модуля гармонического сигнала при прохождении его через линейную систему называется

- 1) АЧХ
- 2) АФЧХ
- 3) ВЧХ
- 4) МЧХ

Следующий вопрос

### Вопрос №49.

□ Какой функцией можно описать данную схему?

- Ⓐ 1)  $W = (W_1 / (1 + W_1 * W_2)) + W_3$
- Ⓑ 2)  $W = (W_3 + W_1) / (1 + W_2 * W_1)$
- Ⓒ 3)  $W = W_1 + W_2 + W_3$
- Ⓓ 4)  $W = (W_1 + W_3) / (1 + (W_1 + W_3) * W_2)$

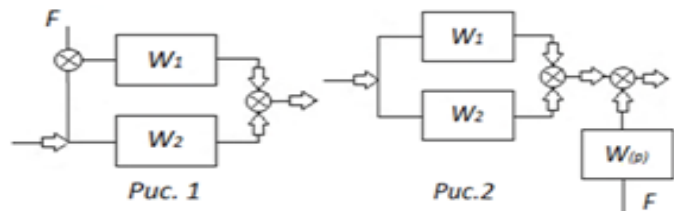


Следующий вопрос

### Вопрос №50.

□ Чему должна быть равна  $W(p)$ , при переходе от схемы на рис.1 к схеме рис.2 ?

- Ⓐ 1)  $W(p) = W_2$
- Ⓑ 2)  $W(p) = (1+W_2)*W_1$
- Ⓒ 3)  $W(p) = W_1 + 1$
- Ⓓ 4)  $W(p) = W_1$



Следующий вопрос

## V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Оценка зачета/ экзамена	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено» / «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.
«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«зачтено» / «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.