




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)


СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы

  
Дорогов Е.Ю.  
\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента  
энергетических систем

  
Штым К.А.  
\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

«22»декабря\_2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Основы теории автоматического управления  
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Инжиниринг электроэнергетических систем  
Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №144.

Директор департамента  
Составители: кт.н., доцент

К.А. Штым  
Д.Г. Туркин

Владивосток  
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента энергетических систем и утверждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от «22» декабря 2022 г. № 4

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель:

ознакомление учащегося с общими принципами построения, анализа и синтеза систем автоматического управления, с процессами и методами исследования процессов в этих системах.

### Задачи:

формирование у студентов знаний и умений анализа и синтеза автоматических систем регулирования и управления, т.е. таких систем, которые выполняют поставленные перед ними цели без непосредственного участия человека.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования профессиональных компетенций.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологический	ПК-1. Способен осуществлять грамотную эксплуатацию, соблюдение технологической дисциплины, соблюдению параметров производства и передачи тепловой и электрической энергии	ПК-1.1 Умеет: - оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации; - прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений. ПК-1.2 Способен: - оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции,

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		<p>электросети;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции.</li> </ul> <p>ПК-1.3 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети;</li> <li>- конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования.</li> </ul> <p>ПК-1.4 Использует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах;</li> <li>- технологические, электрические и другие схемы инженерных систем;</li> <li>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала.</li> </ul>

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ПК-1.1. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации;</li> <li>- прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений.</li> </ul>	<p>Знает теорию электромагнитного поля и его проявлением в различных электротехнических устройствах</p>
	<p>Умеет оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию; прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений</p>
	<p>Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей</p>
<p>ПК-1.3 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции,</li> </ul>	<p>Знает должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>электростанции, электросети;</p> <p>- конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования.</p>	<p>Умеет объяснить конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования</p> <p>Владеет навыками описания конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик электроэнергетического оборудования</p>
<p>ПК-1.2 Способен:</p> <p>- оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети;</p> <p>- контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции.</p>	<p>Знает состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети</p> <p>Умеет контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции</p> <p>Владеет навыками организации и проведения работ оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети</p>
<p>ПК-1.4 Использует:</p> <p>- территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах;</p> <p>- технологические, электрические и другие схемы инженерных систем;</p> <p>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала.</p>	<p>Знает территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) энергетических комплексов, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах; технологические, электрические и другие схемы электростанции; должностные и производственные инструкции оперативного персонала предприятия.</p> <p>Умеет использовать в профессиональной деятельности особенности эксплуатации оборудования в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах</p> <p>Владеет должностными и производственными инструкциями оперативного персонала электростанции и энергетических комплексов.</p>

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Форма обучения – очная.

Структура дисциплины, виды учебных занятий и работы обучающегося представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Конт роль
1	Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ)	5	4	-	6	-	45	27	экзамен
2	Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ	5	4	-	4				
3	Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики	5	8	2	4				
4	Раздел IV. Устойчивость линейных САУ	5	6	2	4				
5	Раздел V. Оценка	5	2	-	4				

	качества процесса управления САУ								
6	Раздел VI. Обеспечение заданного качества процесса управления	5	6	2	8				
7	Раздел VII. Линейные импульсные САУ	5	4	2	4				
8	Раздел VIII. Нелинейные САУ	5	6	2	6				
9	Раздел IX. Линейные стохастические САУ	5	6	-	6				
10	Раздел X. Основы оптимального управления	5	6	2	4				
Итого:		5	36	18	54	-	45	27	экзамен

### **III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)**

**Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ) (4 час.)**

**Тема 1. Введение (2 час.)**

Предмет, цели и задачи ТАУ. Место ТАУ в ряду дисциплин специальности. Основные понятия в ТАУ. Принципы автоматического управления. Историческая ретроспектива.

**Тема 2. Общие вопросы математических моделей САУ (2 час.)**

Виды математических моделей, их классификация. Динамика и статика. Линейное дифференциальное уравнение общего вида как модель линейной САУ. Математические модели и классификация систем автоматического управления.

**Тема 3. Линеаризация математических моделей (2 час.)**

Постановка задачи. Ряд Тейлора как математическая основа линеаризации. Процедура линеаризации, ее геометрическая интерпретация. Линейность “в малом”. Пример линеаризации.

#### **Тема 4. Интегральные преобразования как инструмент ТАУ (2 час.)**

Преобразования Лапласа и Фурье. Свойства и взаимосвязь. Преобразование Лапласа линейного дифференциального уравнения. Постановка задачи. Ряд Тейлора как математическая основа линеаризации. Процедура линеаризации, ее геометрическая интерпретация. Линейность “в малом”. Пример линеаризации.

#### **Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ (4 час.)**

##### **Тема 1. Передаточная функция САУ. Временные характеристики САУ (2 час.)**

Дифференциальное уравнение, передаточная функция, переходная и импульсная характеристики.

##### **Тема 2. Частотные характеристики САУ (2 час.)**

Частотная функция, амплитудная частотная характеристика, фазовая частотная характеристика, вещественная частотная характеристика, мнимая частотная характеристика, логарифмическая амплитудо-частотная характеристика (ЛАФЧХ).

#### **Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики (8 час.)**

##### **Тема 1. Передаточные функции, временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев САУ (4 час.)**

Классификация типовых динамических звеньев. Передаточные функции типовых динамических звеньев. Схема рассмотрения свойств и характеристик типовых динамических звеньев. ЛАФЧХ типовых динамических звеньев.

##### **Тема 2. Структурные схемы САУ (2 час.)**

Определение структурной схемы САУ. Эквивалентные передаточные функции при различных соединениях звеньев. Правила преобразования



структурных схем. Правило Мейсона. Построение ЛАФЧХ по передаточным функциям общего вида.

#### **Раздел IV. Устойчивость линейных САУ (6 час.)**

**Тема 1. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости (6 час.)**

Понятие устойчивости САУ. Теоремы об устойчивости (по виду импульсной характеристики, по виду передаточной функции). Принцип аргумента Критерии устойчивости (Гурвица, Михайлова, Найквиста).

#### **Раздел V. Оценка качества процесса управления САУ (2 час.)**

**Тема 1. Показатели качества САУ (2 час.)**

Показатели качества процесса управления (статические и динамические). Точность управления, составляющие ошибки САУ.

**Раздел VI. Обеспечение заданного качества процесса управления (6 час.)**

**Тема 1. Синтез линейных непрерывных САУ (6 час.)**

Постановка задачи и методология синтеза. Построение желаемой ЛАЧХ для систем стабилизации и следящих систем. Последовательная коррекция. Параллельная коррекция. Инвариантные САУ.

#### **Раздел VII. Линейные импульсные САУ (4 час.)**

**Тема 1. Введение (2 час.)**

Основные понятия и определения, классификация. Дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование.

**Тема 2. Устойчивость. Синтез линейных импульсных САУ (2 час.)**

Устойчивость импульсных систем. Понятие о синтезе дискретных САУ. Импульсная реализация основных законов управления. Цифровые САУ.

#### **Раздел VIII. Нелинейные САУ (6 час.)**

**Тема 1. Введение (2 час.)**

Основные понятия и определения. Типовые нелинейности. Описание САУ в переменных состояния, фазовые портреты, автоколебания.

## **Тема 2. Устойчивость. Синтез нелинейных САУ (4 час.)**

Устойчивость нелинейных систем, методы Ляпунова. Частотные методы исследования, метод гармонического баланса. Моделирование и синтез нелинейных САУ.

## **Раздел IX. Линейные стохастические САУ (6 час.)**

### **Тема 1. Введение (2 час.)**

Модели и характеристики случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные звенья.

### **Тема 2. Синтез линейных стохастических САУ (4 час.)**

Основные понятия о синтезе линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях.

## **Раздел X. Основы оптимального управления (6 час.)**

### **Тема 1. Введение (2 час.)**

Общая постановка задачи, критерии оптимальности. Функционалы и их свойства. Вариационное исчисление, простой пример. Принцип максимума: постановка задачи, геометрическая интерпретация.

### **Тема 2. Адаптивное и робастное управление (4 час.)**

Динамическое программирование: физическая интерпретация, простой пример. Основы адаптивного и робастного управления.

#### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

##### **Практические занятия (54 часа)**

**Занятие 1. Линейные дифференциальные уравнения как вид математического описания САУ. Решение методом Эйлера (4 час.)**

**Занятие 2. Ряды Тейлора (2 час.)**

**Занятие 3. Преобразование Лапласа и Фурье. Пользование таблицами преобразований. Отыскание оригинала по изображению в виде отношений полиномов (4 час.)**

**Занятие 4. Передаточная функция. Решение задач на нахождение передаточных функций электрических четырехполюсников и других элементарных объектов (4 час.)**

**Занятие 5. Временные характеристики. Отыскание временных характеристик по дифференциальным уравнениям и передаточным функциям (4 час.)**

**Занятие 6. Частотная функция и частотные характеристики. Построение частотных характеристик по передаточным функциям (4 час.)**

**Занятие 7. Решение задач на структурные преобразования САУ. Правило Мейсона (4 час.)**

**Занятие 8. Решение задач на устойчивость линейных САУ. Основные критерии устойчивости (6 час.)**

**Занятие 9. Частотный синтез линейных САУ (6 час.)**

**Занятие 10. Решение задач на вычисление z-преобразований. Решение задач на определение устойчивости дискретных САУ. Основные критерии устойчивости дискретных САУ (4 час.)**

**Занятие 11. Построение фазовых портретов САУ с типовыми статическими нелинейностями. Задачи линеаризации. Исследование устойчивости нелинейных САУ на цифровых моделях (4 час.)**

**Занятие 12. Решение задач на прохождение случайных сигналов типовые звенья САУ (4 час.)**

**Занятие 13. Решение элементарных задач на использования принципа максимума и динамического программирования (4 час.)**

### **Лабораторные работы (18 час.)**

**Лабораторная работа № 1. Исследование временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев (2 часа)**

**Лабораторная работа № 2. Исследование устойчивости линейных САУ (2 часа)**

**Лабораторная работа № 3. Синтез линейных САУ (2 часа)**

**Лабораторная работа № 4. Моделирование и исследование дискретных САУ (2 часа)**

**Лабораторная работа № 5. Моделирование и исследование нелинейных САУ (2 часа)**

**Лабораторная работа № 6. Моделирование и исследование оптимальных САУ (2 часа)**

### **Самостоятельная работа (45 часа)**

**Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ) (1 час)**

1. Подготовка к опросу

**Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ (1 час)**

1. Подготовка к опросу на лекции/

**Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики (4 часа)**

1. Подготовка к лабораторной работе №1;
2. Подготовка к опросу на лекции;
3. Выполнение расчётного задания по темам раздела III.

**Раздел IV. Устойчивость линейных САУ (2 часа)**

1. Подготовка к лабораторной работе №2;
2. Подготовка к опросу на лекции.

**Раздел V. Оценка качества процесса управления СА (1 час)**

1. Подготовка к опросу на лекции.

**Раздел VI. Обеспечение заданного качества процесса управления (2 часа)**

1. Подготовка к лабораторной работе №3;
2. Подготовка к опросу на лекции.

**Раздел VII. Линейные импульсные САУ (2 часа)**

1. Подготовка к лабораторной работе №4;
2. Подготовка к опросу на лекции.

**Раздел VIII. Нелинейные САУ (2 часа)**

1. Подготовка к лабораторной работе №5;
2. Подготовка к опросу на лекции.

## **Раздел IX. Линейные стохастические САУ (1 час)**

1. Подготовка к опросу на лекции.

## **Раздел X. Основы оптимального управления (2 часа)**

1. Подготовка к лабораторной работе №6;
2. Подготовка к опросу на лекции.

## **Подготовка к экзамену (27 часов)**

1. Повторение пройденного в рамках дисциплины материала.
2. Подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с вопросами к экзамену.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы теории автоматического управления» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

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

Цель выполнения самостоятельной работы – развитие навыков самостоятельного мышления при решении инженерных задач.

В качестве заданий для самостоятельной работы используются материалы лабораторных работ и расчётное задание.

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

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку с результатами расчётов, анализом расчётных данных и выводов и предложений по результатам анализа.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- индивидуальное задание;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам (1,25 пт).

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Реализация индивидуальных заданий является одной из составляющих итоговой аттестации по дисциплине «Основы теории автоматического управления».

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

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

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах РГР или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.



✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

<p>ПК-1.1. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию, формировать целостное и детальное представление об оперативной ситуации;</li> <li>- прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений.</li> </ul>	<p>Знает теорию электромагнитного поля и его проявлением в различных электротехнических устройствах</p>
	<p>Умеет оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию; прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений</p>
	<p>Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей</p>
<p>ПК-1.3 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети;</li> <li>- конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики энергетического оборудования.</li> </ul>	<p>Знает должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования</p>
	<p>Умеет объяснить конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования</p>
	<p>Владеет навыками описания конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик электроэнергетического оборудования</p>
<p>ПК-1.2 Способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оперативно принимать решения, определять состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети;</li> <li>- контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции.</li> </ul>	<p>Знает состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети</p>
	<p>Умеет контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений оперативным персоналом смены станции</p>
	<p>Владеет навыками организации и проведения работ оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети</p>
<p>ПК-1.4 Использует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений)</li> </ul>	<p>Знает территориальное расположение оборудования и технологических систем всех цехов (подразделений) энергетических комплексов, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах;</p>

<p>электростанции, электроподстанции, особенности их эксплуатации в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах;</p> <p>- технологические, электрические и другие схемы инженерных систем;</p> <p>- должностные и производственные инструкции оперативного персонала.</p>	<p>технологические, электрические и другие схемы электростанции; должностные и производственные инструкции оперативного персонала предприятия.</p>
	<p>Умеет использовать в профессиональной деятельности особенности эксплуатации оборудования в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах</p>
	<p>Владеет должностными и производственными инструкциями оперативного персонала электростанции и энергетических комплексов.</p>

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ)	ПК-1.1	Знает теорию электромагнитного поля и его проявлением в различных электротехнических устройствах; Умеет оперативно отслеживать, систематизировать и анализировать поступающую информацию; прогнозировать возможные варианты развития ситуации и последствия принимаемых решений	УО-1, ПР-1	Вопросы 1,12-15 из списка экзаменационных вопросов
2	Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ	ПК-1.1	Знает теорию электромагнитного поля и его проявлением в различных электротехнических устройствах; Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в	УО-1, ПР-1	Вопросы 2,3 из списка экзаменационных вопросов

			электрических цепях; методам анализа электрических цепей		
3	Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики	ПК-1.3	Знает должностные и производственные инструкции оперативного персонала электростанции, электроподстанции, электросети; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования Умеет объяснить конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования	УО-1, ПР-1	Вопросы 4-11 из списка экзаменационных вопросов
4	Раздел IV. Устойчивость линейных САУ	ПК-1.3	Владеет навыками описания конструктивных особенностей и эксплуатационных характеристик электроэнергетического оборудования	УО-1, ПР-1	Вопросы 16-24 из списка экзаменационных вопросов
5	Раздел V. Оценка качества процесса управления САУ	ПК-1.1	Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей	УО-1, ПР-1	Вопросы 25-27 из списка экзаменационных вопросов
6	Раздел VI. Обеспечение заданного	ПК-1.1	Владеет методам математического описания	УО-1, ПР-1	Вопросы 28-34 из списка

	качества процесса управления		электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей		экзаменационных вопросов
7	Раздел VII. Линейные импульсные САУ	ПК-1.1	Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей	УО-1, ПР-1	Вопросы 39-48 из списка экзаменационных вопросов
8	Раздел VIII. Нелинейные САУ	ПК-1.1	Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей	УО-1, ПР-1	Вопросы 35-48 из списка экзаменационных вопросов
9	Раздел IX. Линейные стохастические САУ	ПК-1.1	Владеет методам математического описания электромагнитных процессов в электрических цепях; методам анализа электрических цепей	УО-1, ПР-1	-
10	Раздел X. Основы оптимального управления	ПК-1.2	Знает состав и последовательность необходимых действий оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети Умеет контролировать процесс организации работ и выполнения распоряжений	УО-1, ПР-1	Вопросы 49-59 из списка экзаменационных вопросов

			<p>оперативным персоналом смены станции  Владеет навыками организации и проведения работ оперативного персонала смены станции, подстанции, электросети</p>		
--	--	--	--	--	--

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Ефанов, А. В. Теория автоматического управления / А. В. Ефанов, В. А. Ярош. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/255632>

2. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200441>

3. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие для вузов / А. А. Первозванский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180825>

## Дополнительная литература

1. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: учебное пособие для студентов вузов. М.: Лань, 2016. 224 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71753](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71753).
2. Петраков Ю.В., Драчев О.И. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов. М.: Машиностроение, 2009. 336 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=751](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=751)
3. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Автоматическое регулирование непрерывных систем. М.: Энергия, 1980. 309 с. - <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:411297&theme=FEFU>.
4. Змеу К.В., Шамшина И.Г. Синтез линейных систем автоматического управления. Методические указания к расчетно-графическому заданию по ТАУ. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 1999. 30 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:362523&theme=FEFU>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

### «Интернет»

1. КонсультантПлюс : официальный сайт. – Москва, 1997. – URL: <https://www.consultant.ru> – Текст: электронный.
2. Министерство энергетики РФ : официальный сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://www.minenergo.gov.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
3. Россети ФСК ЕЭС : официальный сайт. – Москва, 2007. – URL: <http://www.fsk-ees.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
4. ПАО РусГидро : официальный сайт. – Москва, 2006. – URL: <http://www.rushydro.ru>. – Текст. Изображение : электронные.
5. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2005. – URL: <https://www.elibrary.ru>. – Текст. Изображение : электронные.

6. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ : [сайт]. – Москва, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Текст: электронный.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При реализации дисциплины «Основы теории автоматического управления» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения.

В процессе изучения дисциплины «Основы теории автоматического управления» студент при подготовке к практическим и лекционным курсам использует программы из пакета MS Office.

Методы обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:

- компьютерные симуляции;
- анализ деловых ситуаций;
- технологии дистанционного обучения, основанные на принципах проведения индивидуальных и коллективных дискуссий с применением современных телекоммуникационных технологий: видеоконференций Skype, ICQ, Google Talk и др.

Основной перечень программного обеспечения и его расположение для работы студентов приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень программного обеспечения

<b>Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная	Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными

<p>аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 202006-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18; AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения- Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk; SprutCAM - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ОКП - Системы управления процессами организации, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ТП - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; КОМПАС-3D - Прикладное программное обеспечение общего назначения, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач, Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением- договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук.; Siemens PLM: NX10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Teamcenter 10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Tecnomatix (12 учебных версий) Контракт №ЭА-011-14 от 3 апреля 2014; SolidWorks Education Edition Campus (500 академических лицензий) Договор №15-04-101 от 23.12.2015; Materialise Mimics Innovation Suite 15 (1 коммерческая лицензия), Materialise Magics 17 (1 коммерческая лицензия) Договор 13.G37.31.0010; DELLCAM PowerINSPECT (1 коммерческая лицензия), DELLCAM PowerSHAPE (1 коммерческая лицензия), DELLCAM PowerMILL (1 коммерческая лицензия), DELLCAM FeatureCAM (1 коммерческая лицензия) Контракт №ЭА-246-13 от 06.02.2014; Honeywell: UniSim Design, Profit Design Studio R 430 Договор SWS14 между ДВФУ и ЗАО "Хоневелл", протокол передачи ПО от 25.11.2014; ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</p>
---	---

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека



"Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины «Основы теории автоматического управления» отводится 108 часов аудиторных занятий и 45 часов самостоятельной работы.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. На практических занятиях преподаватель дает методику определения составляющих технологических потерь электроэнергии, разработки мероприятий по их снижению, а также оценки эффективности внедрения мероприятий по снижению потерь. Во второй части практического занятия студентам предлагается работать самостоятельно. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами. После выполнения задания студент защищает его преподавателю в назначенное время.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Основы автоматического управления» обеспечена электронным курсом лекций, заданиями для аудиторной и домашней работы, заданиями для самостоятельной работы. Для выполнения лабораторных и практических работ, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности:

Таблица 7 – Аудитории и перечень установленного оборудования для работы студентов

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 25). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: компьютер [HDD 2 TB; SSD 128 GB; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC 28” LI2868POU.30AGCT01WW P300. LENOVO](16 шт); 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 (64bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty (25 шт.)

## **Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 6);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
- перечень типовых экзаменационных вопросов;
- критерии выставления оценки студенту на экзамене (таблица 8);
- пример индивидуального задания;
- критерии оценки выполнения индивидуального задания;
- перечень типовых тестовых вопросов;
- критерии оценки промежуточной аттестации.

Таблица 6 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 - Способен осуществлять грамотную эксплуатацию, соблюдение технологической дисциплины, соблюдению параметров производства и передачи тепловой и электрической энергии	знает (пороговый уровень)	цель автоматического управления, управляющее и возмущающее воздействие, классификация САУ, принципы автоматического управления	Знает общие понятия в ТАУ, может дать определения передаточным функциям и временным характеристикам САУ;	Знает параметры электротехнического оборудования; параметры основных режимов работы оборудования
	умеет (продвинутой)	определять разные виды частотных характеристик; критерии устойчивости линейной и САУ, производить выбор корректирующих устройств;	Рассчитать параметры режимов электротехнического оборудования подстанций питающих сетей	Применять знания частотных характеристик в решениях задач
	владеет (высокий)	методом множителей Лагранжа и уравнением Эйлера-Лагранжа;	Способностью решать задачи с фиксированными концами и фиксированным временем	Способностью решить задачи с применением метода множителей Лагранжа/уравнения Эйлера-Лагранжа

**Методические рекомендации, определяющие  
процедуру оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Основы теории автоматического управления» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Основы теории автоматического управления» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты практических и лабораторных работ, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим

преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Методы анализа потерь электроэнергии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Основы теории автоматического управления» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме.

### **Перечень типовых экзаменационных вопросов**

1. Общие понятия в ТАУ (цель автоматического управления, управляющее и возмущающее воздействие, классификация САУ, принципы автоматического управления).
2. Передаточная функция и временные характеристики САУ (определения).
3. Частотные характеристики САУ (ЧФ, ФЧХ, ВЧХ, МЧХ, ЛАФЧХ).

4. Общая классификация типовых динамических звеньев.  
Безынерционное звено (все характеристики).
5. Инерционное звено первого порядка (все характеристики).
6. Инерционное звено второго порядка (все характеристики).
7. Интегрирующее звено (все характеристики).
8. Дифференцирующие звенья (все характеристики).
9. Форсирующие звенья (все характеристики).
10. Правила преобразования структурных схем. Правило Мейсона.
11. Построение ЛАФЧХ САУ со сложной передаточной функцией.
12. Математическое описание САУ в пространстве состояний.  
Переход от передаточной функции к системе уравнений в форме Коши.  
Структурные представления соответствующие форме Коши. Примеры.
13. Математическое описание САУ в пространстве состояний.  
Каноническая форма записи уравнений в пространстве состояний.  
Структурные представления уравнения в пространстве состояний.
14. Математическое описание САУ в пространстве состояний.  
Решение уравнения состояния.
15. Математическое описание САУ в пространстве состояний.  
Получение передаточной функции по уравнениям состояния. Пример.
16. Понятие "устойчивость линейной САУ". Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной САУ (по виду импульсной характеристики). Доказательство.
17. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной САУ (по виду передаточной функции). Доказательство.
18. Необходимое условие устойчивости линейной САУ (по знакам коэффициентов характеристического полинома). Доказательство.
19. Критерии устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица.  
Следствия из критерия Гурвица для САУ невысокого порядка.
20. Принцип аргумента. Доказательство.
21. Критерий устойчивости Михайлова.

22. Критерий устойчивости Найквиста. Доказательство. Различные формулировки критерия Найквиста.

23. Логарифмический критерий устойчивости, его связь с критерием Найквиста.

24. Исследование устойчивости методом D-разбиения.

25. Критерии качества САУ. 26. Точность САУ. Составляющие ошибки САУ.

27. Связь показателей качества САУ с видом ее частотных характеристик.

28. Понятие "синтез САУ". Общая методология частотного синтеза.

29. Построение желаемой ЛАЧХ для систем стабилизации.

30. Построение желаемой ЛАЧХ для следящих (астатических) систем.

31. Последовательная коррекция САУ.

32. Параллельная коррекция САУ.

33. Выбор корректирующих устройств.

34. Инвариантные САУ.

35. Нелинейные САУ. Определение, признаки.

36. Типовые нелинейности САУ.

37. Особенности структурный преобразований нелинейных САУ.

38. Понятие о способах синтеза нелинейных САУ.

39. Импульсные системы; виды модуляции. Типовая структура импульсной системы.

40. Решетчатые функции. Математические операции с решетчатыми функциями. Разностные уравнения.

41. Z-преобразование. Математическая модель реального импульсного элемента. Понятие дискретной ПФ.

42. Правила преобразования структурных схем дискретных систем. ПФ системы с экстраполятором нулевого порядка и звеном запаздывания.

ПФ системы с экстраполятором, осуществляющим АМ первого и второго рода.

43. ПФ замкнутой дискретной системы (для регулируемой координаты, для ошибки, для возмущений). Дискретная синусоидальная последовательность, теорема Котельникова, частота Найквиста.

44. Частотные ПФ импульсных систем.

45. Устойчивость и качество импульсных систем. W-преобразование.

46. Системы с ЦВМ, общие понятия. Процессы, протекающие в системах с ЦВМ. Методика вывода дискретных ПФ.

47. О синтезе систем с ЦВМ методом логарифмических амплитудных характеристик. Дискретная коррекция.

48. Дискретное представление непрерывных регуляторов. Модифицированные законы регулирования. Алгоритмы составления программ, реализующих ПФ на ЦВМ.

49. Общая постановка задачи оптимального управления.

50. Классификация задач оптимального управления.

51. Критерии оптимальности.

52. Определение функционала. Непрерывность и линейность функционала.

53. Билинейный и квадратичный функционалы. Свойства линейных и квадратичных функционалов.

54. Дифференцируемость и дифференциал функционала.

55. Необходимые и достаточные условия экстремума функционала.

56. Простейшая задача вариационного исчисления.

57. Необходимые условия существования экстремума функционала в задаче с закрепленными концами. Уравнение Эйлера.

58. Метод множителей Лагранжа для задачи с фиксированными концами и фиксированным временем. Уравнения Эйлера-Лагранжа.

59. Принцип максимума. Постановка задачи на поиск условного экстремума и ее геометрическая интерпретация. Теорема Понтрягина.



## Критерии выставление оценки студенту на экзамене «Основы теории автоматического управления»

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	<i>«отлично»</i>	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 материалы монографической и нормативной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	<i>«хорошо»</i>	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.
61-75	<i>«удовлетворительно»</i>	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.
0-60	<i>«неудовлетворительно»</i>	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.

### Пример индивидуального задания

Найти передаточную функцию САУ между входом  $X(p)$  и выходом  $Y(p)$ , заданной своей структурной схемой. Вариант структурной схемы и соответствующие передаточные функции звеньев системы берутся из таблицы 1.

Таблица 1 – Варианты структурных схем и передаточные функции звеньев

№/№	0	1	2	3	4
Структурная схема	1	2	3	4	5
$W_1(p)$	$\frac{k_1}{1+T_1p}$	$k_1p$	$k_1$	$k_1 \frac{1+T_1p}{p}$	$\frac{k_1p}{1+T_1p}$
$W_2(p)$	$\frac{k_2p}{1+T_2p}$	$\frac{k_2}{1+T_2p}$	$k_2p$	$k_2$	$k_2 \frac{1+T_2p}{p}$
$W_3(p)$	$k_3 \frac{1+T_3p}{p}$	$\frac{k_3p}{1+T_3p}$	$\frac{k_3}{1+T_3p}$	$k_3p$	$k_3$
$W_4(p)$	$k_4$	$k_4 \frac{1+T_4p}{p}$	$\frac{k_4p}{1+T_4p}$	$\frac{k_4}{1+T_4p}$	$k_4p$
$W_5(p)$	$k_5p$	$k_5$	$k_5 \frac{1+T_5p}{p}$	$\frac{k_5p}{1+T_5p}$	$\frac{k_5}{1+T_5p}$
$W_1(p)$	$\frac{k_1}{p}$	$k_1p$	$k_1$	$k_1 \frac{1+T_1p}{p}$	$\frac{k_1p}{1+T_1p}$
$W_2(p)$	$\frac{k_2p}{1+T_2p}$	$\frac{k_2}{p}$	$k_2p$	$k_2$	$k_2 \frac{1+T_2p}{p}$
$W_3(p)$	$k_3 \frac{1+T_3p}{p}$	$\frac{k_3p}{1+T_3p}$	$\frac{k_3}{p}$	$k_3p$	$k_3$
$W_4(p)$	$k_4$	$k_4 \frac{1+T_4p}{p}$	$\frac{k_4p}{1+T_4p}$	$\frac{k_4}{p}$	$k_4p$
$W_5(p)$	$k_5p$	$k_5$	$k_5 \frac{1+T_5p}{p}$	$\frac{k_5p}{1+T_5p}$	$\frac{k_5}{p}$

Значения параметров:

$$K_1=2; k_2=4; k_3=6; k_4=5; k_5=3;$$

$$T_1=0,2; T_2=0,1; T_3=0,6; T_4=0,5; T_5=0,3.$$

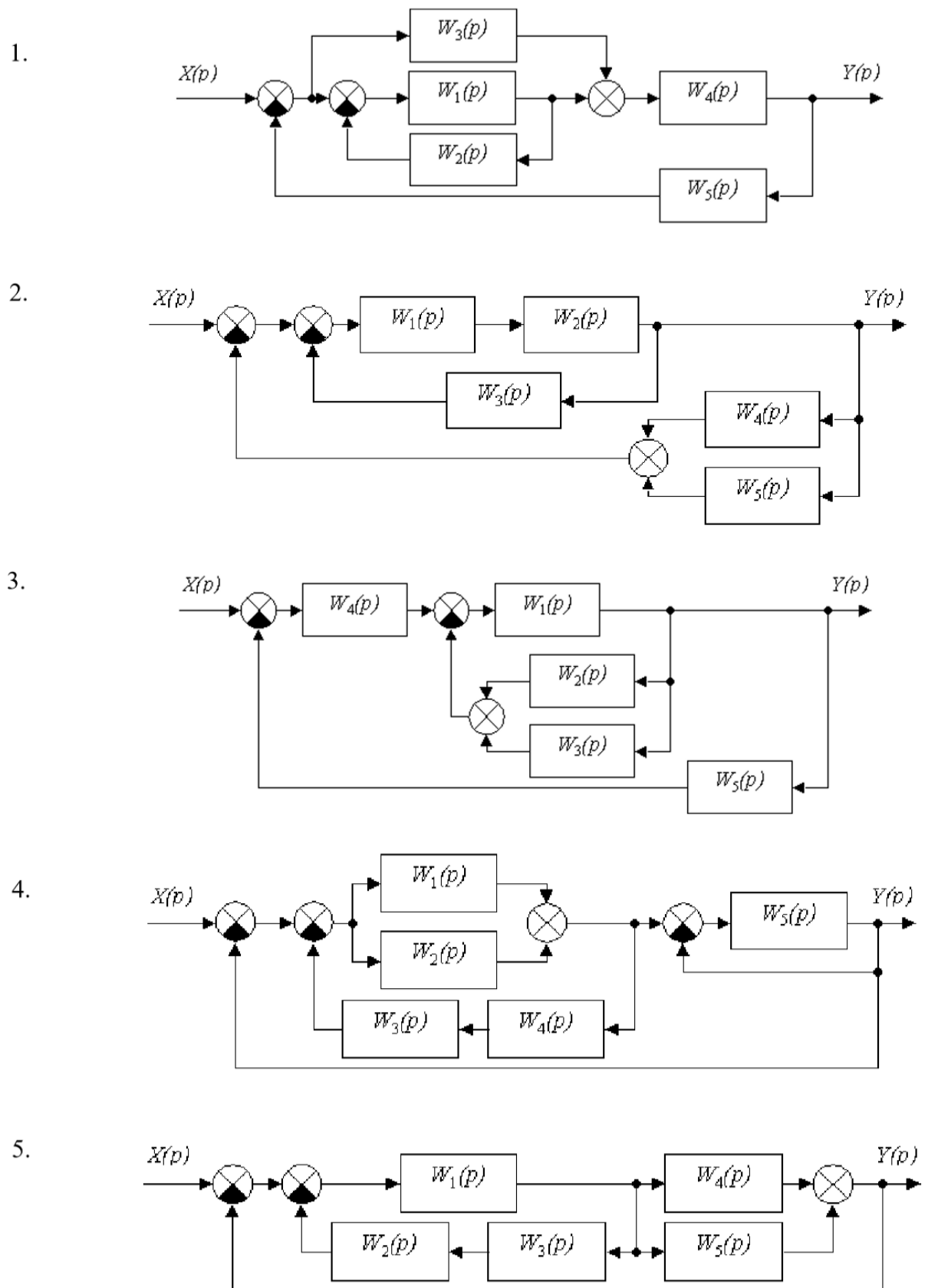


Рисунок 1 – Варианты структурных схем к таблице 1

## **Критерии оценки выполнения индивидуального задания**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту при выполнении всех пунктов индивидуального задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет, графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью, допущено не более 1 ошибки при выборе и проверке оборудования или одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

## **Перечень типовых тестовых вопросов**

### **Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ)**

1) На какие две группы в зависимости от причин возникновения можно разделить возмущающие воздействия:

- А) Постоянные и переменные
- Б) Нагрузку и помехи
- В) Гармонические и негармонические
- Г) Приложенные к входу объекта управления и к регулятору.

2) Передаточной функцией системы называют

- А) отношение выходного сигнала ко входному сигналу

- Б) отношение входного сигнала к выходному сигналу
- В) отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу
- Г) отношение преобразованного по Лапласу входного сигнала к преобразованному по Лапласу выходному сигналу

3) Как делятся САУ в зависимости параметров САУ во времени

- А) линейные и нелинейные
- Б) стационарные и нестационарные
- В) дискретные и непрерывные
- Г) входные и выходные

4) Управляющие воздействия можно изменять

- А) вручную, по желанию оператора
- Б) автоматически
- В) нет правильных ответов
- Г) правильны А и Б

## **Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ**

5) В САУ используют принципы управления

- А) управление по возмущению, управление по отклонению
- Б) комбинированное управление, управление по отклонению
- В) комбинированное управление, управление по возмущению
- Г) все перечисленные варианты верны

6) Обратная связь или антипараллельное соединение это - ...

- А) соединение звеньев САУ, при котором выходная величина одного звена подается на его вход через другое

- Б) соединение звеньев САУ, при котором выходная величина одного звена подается на вход системы
- В) соединение последнего звена САУ через элемент с началом системы
- Г) соединение последнего звена САУ с концом системы

7) В линейных САУ наблюдаются два типичных характера переходных процессов

- А) затухающий и незатухающий
- Б) апериодический и колебательный
- В) сходящиеся и расходящиеся
- Г) нет переходных процессов

### **Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики**

8) Математическая модель линейной динамической системы управления.

- А)  $dx / dt = Ax + Bu$
- Б)  $dx / dt = f(x, u, t)$
- В)  $dx / dt = f(x, u, t)$
- Г)  $dx / dt = xTx + uTu$

9) Какое из перечисленных ниже устройств не входит в функциональную схему линейной САУ:

- А) измерительное устройство
- Б) усилительное устройство
- В) кодирующее устройство
- Г) сравнивающее устройство

### **Раздел IV. Устойчивость линейных САУ**

10) Устойчивость САУ – это ...

- А) способность системы только поддерживать заданный регулируемый режим, но не способность восстанавливать режим при его нарушении
- Б) способность системы противостоять силам, которые могут вывести её из обычного состояния
- В) способность системы возвращаться в состояние равновесия после исчезновения внешних сил, которые вывели её из этого состояния
- Г) нет верного ответа

#### 11) Суть второй теоремы Ляпунова

- А) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы все корни характеристического уравнения находились в левой полуплоскости; если хотя бы один корень находится в правой полуплоскости, то система будет неустойчивой
- Б) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы все корни характеристического уравнения находились в правой полуплоскости; если хотя бы один корень находится в левой полуплоскости, то система будет неустойчивой
- В) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы все корни характеристического уравнения находились в верхней полуплоскости; если хотя бы один корень находится в нижней полуплоскости, то система будет неустойчивой
- Г) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы все корни характеристического уравнения находились в нижней полуплоскости; если хотя бы один корень находится в верхней полуплоскости, то система будет неустойчивой

#### 12) Общее условие устойчивости

- А) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы мнимые части всех корней характеристического уравнения системы были положительными

Б) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы мнимые части всех корней характеристического уравнения системы были отрицательными

В) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы действительные части всех корней характеристического уравнения системы были положительными

Г) для устойчивости линейной стационарной САУ необходимо и достаточно, чтобы действительные части всех корней характеристического уравнения системы были отрицательными

### **Раздел V. Оценка качества процесса управления САУ**

13) Основной задачей в создании системы – это

А) создать систему, которая не реагировала бы на это воздействие (инвариантная задача).

Б) создать систему, воздействие на которую бы воспроизводилось с минимальной ошибкой (ковариантная задача)

В) варианты А и Б верны

Г) нет верного ответа

14) Основной (ые) параметр(ы) качества процесса управления

А) время переходного процесса; заданное значение, ошибка и максимальное превышения управляемой переменной

Б) время переходного процесса, заданное значение превышения управляемой переменной

В) заданное значение, ошибка и максимальное превышения управляемой переменной

Г) время переходного процесса

### **Раздел VII. Линейные импульсные САУ**

15) Линейной системой импульсного регулирования называется



А) такая САУ, которая кроме непрерывной части, содержащей типовые динамические звенья, состоит из импульсных элементов (одного или нескольких), преобразующих непрерывное входное воздействие в различные друг от друга по времени импульсы

Б) такая САУ, которая кроме непрерывной части, содержащей типовые динамические звенья, состоит из импульсных элементов (одного или нескольких), преобразующих непрерывное входное воздействие в равноотстоящие друг от друга по времени импульсы

В) такая САУ, которая состоит лишь из непрерывной части, содержащей типовые динамические звенья

Г) такая САУ, которая состоит лишь из импульсных элементов, преобразующих непрерывное входное воздействие в равноотстоящие друг от друга по времени импульсы

16) Основным достоинством применения импульсных систем является

А) могут быть работоспособны и при наличии неустойчивых положений равновесия

Б) доступные информационные потоки, позволяющие кроме прямого управления осуществлять функции: контроля, оптимизации, координации и организации всех процессов

В) квантование (прерывание) сигнала по времени, позволяет получать весьма большие коэффициенты усиления по мощности. Кроме того, при импульсном режиме уменьшается расход потребляемой энергии системы, увеличивается помехозащищенность.

Г) нет верного ответа

### **Раздел VIII. Нелинейные САУ**

17) В каком случае система управления является нелинейной?

А) если хотя бы один её элемент описывается нелинейным уравнением

Б) если все её элементы описываются нелинейными уравнениями

В) если более два или более её элемента описываются нелинейным уравнением

Г) нет верного ответа

18) Главная особенность существенно нелинейных систем

А) они не подчиняются принципу наложения, форма и показатели переходного процесса не зависят от величины и формы внешнего воздействия

Б) они подчиняются принципу наложения, форма и показатели переходного процесса зависят от величины и формы внешнего воздействия

В) они не подчиняются принципу наложения, а форма и показатели переходного процесса зависят от величины и формы внешнего воздействия.

Г) они подчиняются принципу наложения, форма и показатели переходного процесса не зависят от величины и формы внешнего воздействия

19) Дайте определение функциям  $F(p)$  и  $f(n)$

А)  $F(p)$  - изображение дискретного преобразования,  $f(n)$  – оригинал дискретного преобразования Лапласа

Б)  $F(p)$  - оригинал дискретного преобразования,  $f(n)$  – изображение дискретного преобразования Лапласа

В)  $F(p)$  - основная дискретного преобразования,  $f(n)$  – вспомогательная дискретного преобразования Лапласа

Г)  $F(p)$  - вспомогательная дискретного преобразования,  $f(n)$  – основная дискретного преобразования Лапласа

## **Раздел IX. Линейные стохастические САУ**

20) Характер процесса в стохастических САУ

А) входному сигналу однозначно может быть поставлен в соответствие выходной сигнал (и наоборот)

Б) на данный входной сигнал САУ “отвечает” случайным выходным сигналом.

В) входному сигналу однозначно может быть поставлен импульсный выходной сигнал

Г) на входной сигнал САУ не даёт выходного сигнала

## **Раздел X. Основы оптимального управления**

21) Общая задача оптимального управления.

А) оптимизация управления динамическими системами и процессами

Б) управление информационными системами.

В) оптимизация разработки компьютерных программ.

Г) анализ устойчивости систем автоматического управления.

22) Оптимальными называются САУ

А) которые обеспечивают регулирование с лучшими настройками регулятора по продолжительности переходного процесса

Б) которые обеспечивают оптимальное регулирование

В) которые обеспечивают регулирование в соотношении цена-качество

Г) которые обеспечивают регулирование, доставляющее экстремум показателям качества

Ключ к тесту:

1 – Б, 2 – В, 3 – Б, 4 – Г, 5 – Г, 6 – А, 7 – Б, 8 – А, 9 – В, 10 – В, 11 – А, 12 – Г,  
13 – В, 14 – А, 15 – Б, 16 – В, 17 – А, 18 – В, 19 – А, 20 – Б, 21 – А, 22 – Г.

## Критерии оценки промежуточного тестирования

Цель тестов – определение уровня усвоения студентами знаний по вопросам теоретических основ электротехники в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Основы теории автоматического управления»:

1. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ).
2. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ.
3. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики.
4. Устойчивость линейных САУ.
5. Оценка качества процесса управления САУ Обеспечение заданного качества процесса управления.
6. Линейные импульсные САУ.
7. Нелинейные САУ.
8. Линейные стохастические САУ.
9. Основы оптимального управления.
10. Структура тестов.

В каждом из указанных разделов выделяется по несколько тем, в соответствии с которыми формируются тесты. К каждому вопросу дается по 4 ответа, один из которых является правильным.

Условия применения. Для проверки знаний при промежуточной аттестации студент получает 5 вопросов. Правильный ответ оценивается в 1 балл. В итоге студент может набрать 5 баллов. Тесты формируются из вопросов по всем пройденным разделам курса. Проверка знаний на экзамене по этим тестам не производится.

Для ответа на все вопросы студенту предоставляется 15-20 минут.

Раздел I. Общая характеристика систем автоматического управления (САУ)
Раздел II. Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ
Раздел III. Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики
Раздел IV. Устойчивость линейных САУ
Раздел V. Оценка качества процесса управления САУ
Раздел VI. Обеспечение заданного качества процесса управления
Раздел VII. Линейные импульсные САУ
Раздел VIII. Нелинейные САУ
Раздел IX. Линейные стохастические САУ
Раздел X. Основы оптимального управления

Общая характеристика систем автоматического управления (САУ)

Основные понятия и определения в области анализа динамики САУ

Типовые линейные динамические звенья САУ и их характеристики

Устойчивость линейных САУ

Оценка качества процесса управления САУ

Обеспечение заданного качества процесса управления

Линейные импульсные САУ

Нелинейные САУ

Линейные стохастические САУ

Основы оптимального управления