

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 14 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 51,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Климова Т.Г.
	Идентификатор	R03fe9c42-KlimovaTG-5a6314d0

Т.Г. Климова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

А.Г. Васьков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.  
Шестопалова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение принципов действия автоматических систем управления, изучение информационных законов управления формирование знаний в областях: цифровой обработки сигналов, частотных представлений сигналов измерительной информации систем управления, вопросов надежности

### Задачи дисциплины

- освоение методов цифровой обработки сигналов, необходимых для функционирования устройств релейной защиты и автоматики;;
- изучение теоретических основ автоматического управления нормальными режимами работы синхронных генераторов (блоков генератор-трансформаторов); а также технического исполнения соответствующих автоматических управляющих устройств и систем;;
- приобретение навыков анализировать, эксплуатировать и создавать устройства автоматики;;
- приобретение навыков в области основных показателей надежности и методов их вычислений;.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем автоматического управления	знать: - сигналы и их характеристики; частотные представления сигналов измерительной информации;.
ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Выполняет анализ простых систем автоматического управления	уметь: - обрабатывать результаты экспериментов ;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать -основы теории вероятности;
- знать -основы теории цепей;
- знать -основы теории функций комплексных переменных;
- знать -основы теории автоматического регулирования;
- уметь -ставить задачи получения и обработки информации;
- уметь -составлять и решать дифференциальные уравнения;
- уметь -анализировать результаты;

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные виды автоматических систем управления и регулирования (АСУ и АСР). Частотные представления сигналов измерительной информации АУ Спектральный метод анализа цепей	52	6	16	8	8	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Подготовка предварительных отчетов к лабораторным работам</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение теоретического материала: Ротач В. Я. - Теория автоматического управления. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. дом МЭИ, 2008. – 396 с, стр. 39-212</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр.53-63 [2], стр.69-95 [4], стр.41-78</p>	
1.1	Основные методы и способы анализа линейных и нелинейных АСР. Методы математического описания дискретных элементов и систем автоматического управления аналоговые и цифровые регуляторы Ортогональные преобразования Преобразование Фурье	52		16	8	8	-	-	-	-	-	-	20		-
2	Случайные события,	24		6	4	4	-	-	-	-	-	-	10		-

	их характеристики.Случайные величины												Изучение материалов по разделу Случайные события, их характеристики.Случайные величины и подготовка к контрольной работе
2.1	Методы анализа случайных процессов в линейных стационарных системах; прохождение сигналов через линейные цепи.	24	6	4	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Случайные события, их характеристики.Случайные величины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Случайные события, их характеристики. Случайные величины" 5.Вентцель В.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учебные пособия для вузов/ Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. — 4-е изд., стере. — М.: Высшая школа, 2007. — 491 с. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: учебник математических специальностей университетов/ Б.В. Гнеденко, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова (МГУ). 10-е изд., доп.— М.: Эдиториал УРСС, 2011.-488 с. — (Классический университетский учебник).— <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр.7-30
3	Основные понятия теории надежности	31.7	6	2	2	-	-	-	-	-	21.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторить лекционные материалы к заданной теме <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр.144-162
3.1	Понятие надежности технического объекта Показатели надежности невосстанавливаемого технического объекта	31.7	6	2	2	-	-	-	-	-	21.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>51.7</b>	<b>-</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>51.7</b>	<b>-</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Основные виды автоматических систем управления и регулирования (АСУ и АСР). Частотные представления сигналов измерительной информации АУ Спектральный метод анализа цепей

1.1. Основные методы и способы анализа линейных и нелинейных АСР. Методы математического описания дискретных элементов и систем автоматического управления аналоговые и цифровые регуляторы Ортогональные преобразования Преобразование Фурье Структурные схемы аналоговых и цифровых АСР, их описание: Типовые звенья аналоговых и цифровых АСР. Соединение типовых звеньев, получение эквивалентных передаточных функций, переходных и частотных характеристик. Преобразование структурных схем: Разомкнутые и замкнутые АСР, их передаточные функции. Основные задачи управления. Ортогональные преобразования, определение, доказательство, свойства, использование. Преобразование Фурье, формы записи ряда Фурье, спектр периодического сигнала. Свойства спектров. Обобщение записи ряда Фурье для непериодического сигнала. Понятие о текущем спектре, влияние ограничения времени наблюдения сигнала. Соотношение между энергией сигнала и его спектральной плотностью. Оконное преобразование Фурье. Частотные свойства фильтра Фурье, амплитудно-частотная характеристика алгоритма. Реализация алгоритма в цифровом виде..

#### 2. Случайные события, их характеристики. Случайные величины

2.1. Методы анализа случайных процессов в линейных стационарных системах; прохождение сигналов через линейные цепи.

Случайные события, их характеристики. Соотношения между событиями, сложение и произведение событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Диаграмма Вьенна. Случайные величины. Функция распределения и плотность распределения, их свойства. Функция распределения и плотность распределения системы случайных величин, их свойства. Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин, математическое ожидание, дисперсия, свойства математического ожидания и дисперсии. Типовые распределения случайных величин, нормальный закон распределения, закон равномерной плотности, распределение Пуассона. Центральная предельная теорема, закон больших чисел Корреляционный момент и его свойства. Энергетические спектры и принципы корреляционного анализа. Случайные процессы (СП) и их характеристики. Корреляционный анализ. Интервал корреляции и шумовая полоса СП..

#### 3. Основные понятия теории надежности

3.1. Понятие надежности технического объекта Показатели надежности невосстанавливаемого технического объекта

Основные понятия теории надежности. Понятие надежности технического объекта: свойства, состояния, события. Классификация объектов. Классификация отказов. Показатели надежности невосстанавливаемого технического объекта. Свойства функции надежности. Статистическая оценка показателей надежности невосстанавливаемого технического объекта. Простейший поток событий, его свойства. Характеристики простейшего потока..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. 6. Задачи по теории вероятности;
2. 5. Анализ разомкнутых и замкнутых АСР.;
3. 4. Анализ типовых дискретных звеньев.;
4. 3. Анализ типовых аналоговых звеньев.;

5. 2. Расчет спектров заданных сигналов.;
6. 1. Проверка остаточных знаний по ТОЭ..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. 3. Анализ разомкнутых и замкнутых АСР (4 часа);
2. 2. Исследование типовых звеньев и их соединений (4 часа);
3. 1. Изучение правил построения схем ТАУ в МатЛабе. Создание необходимых сигналов и визуализация результатов. (4 часа).

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные виды автоматических систем управления и регулирования (АСУ и АСР)."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Случайные события, их характеристики. Случайные величины"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия теории надежности"

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные виды автоматических систем управления и регулирования (АСУ и АСР)."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Случайные события, их характеристики. Случайные величины"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные понятия теории надежности"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
<b>Знать:</b>					
сигналы и их характеристики; частотные представления сигналов измерительной информации;	ИД-1ПК-2	+			Лабораторная работа/Лабораторная работа №1. Изучение правил построения схем ТАУ в SimInTech  Лабораторная работа/Лабораторная работа №2. Исследование аналоговых типовых звеньев АСР  Лабораторная работа/Лабораторная работа №3. Анализ разомкнутых и замкнутых АСР  Контрольная работа/Построение областей устойчивости. Интервал корреляции и шумовая полоса заданного случайного процесса  Контрольная работа/Преобразование структурных схем АСР. Статические и астатические АСР, их характеристики.  Контрольная работа/Проверка остаточных знаний по ТОЭ. Анализ типовых аналоговых и дискретных звеньев.
<b>Уметь:</b>					
обрабатывать результаты экспериментов ;	ИД-2ПК-2		+	+	Контрольная работа/Преобразование структурных схем АСР. Статические и астатические АСР, их характеристики.

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Лабораторная работа №1. Изучение правил построения схем ТАУ в SimInTech (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №2. Исследование аналоговых типовых звеньев АСР (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа №3. Анализ разомкнутых и замкнутых АСР (Лабораторная работа)
4. Построение областей устойчивости. Интервал корреляции и шумовая полоса заданного случайного процесса (Контрольная работа)
5. Преобразование структурных схем АСР. Статические и астатические АСР, их характеристики. (Контрольная работа)
6. Проверка остаточных знаний по ТОЭ. Анализ типовых аналоговых и дискретных звеньев. (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих. В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

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

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Коротков, В. Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах : учебник для вузов по специальности 140203 "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" направления 140200 "Электроэнергетика" и по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / В. Ф. Коротков . – М. : Издательский дом МЭИ, 2013 . – 416 с. - ISBN 978-5-383-00771-6 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5351>;
2. Заварзина, И. Ф. Учебное пособие по курсу "Математические задачи энергетики": Частотные представления сигналов измерительной информации релейной защиты / И. Ф. Заварзина, В. Н. Новелла, В. И. Прохоренко ; Ред. А. И. Плис ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1986 . – 100 с.;
3. Б. В. Гнеденко, А. Я. Хинчин- "Элементарное введение в теорию вероятностей", (Изд. 7-е, доп.), Издательство: "Наука", Москва, 1970 - (168 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=449479>;

4. Г. В. Глазырин- "Теория автоматического регулирования", (2-е изд., испр.), Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2017 - (168 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576221>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SimInTech.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного

		оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ
--	--	---

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория автоматического управления

(название дисциплины)

#### 6 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Проверка остаточных знаний по ТОЭ. Анализ типовых аналоговых и дискретных звеньев. (Контрольная работа)
- КМ-2 Лабораторная работа №1. Изучение правил построения схем ТАУ в SimInTech (Лабораторная работа)
- КМ-3 Преобразование структурных схем АСР. Статические и астатические АСР, их характеристики. (Контрольная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №2. Исследование аналоговых типовых звеньев АСР (Лабораторная работа)
- КМ-5 Построение областей устойчивости. Интервал корреляции и шумовая полоса заданного случайного процесса (Контрольная работа)
- КМ-6 Лабораторная работа №3. Анализ разомкнутых и замкнутых АСР (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	14
1	Основные виды автоматических систем управления и регулирования (АСУ и АСР). Частотные представления сигналов измерительной информации АУ Спектральный метод анализа цепей							
1.1	Основные методы и способы анализа линейных и нелинейных АСР. Методы математического описания дискретных элементов и систем автоматического управления аналоговые и цифровые регуляторы Ортогональные преобразования Преобразование Фурье		+	+	+	+	+	+
2	Случайные события, их характеристики. Случайные величины							
2.1	Методы анализа случайных процессов в линейных стационарных системах; прохождение сигналов через линейные цепи.				+			
3	Основные понятия теории надежности							
3.1	Понятие надежности технического объекта Показатели надежности невосстанавливаемого технического объекта				+			
Вес КМ, %:			20	10	20	10	20	20

