

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 26.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 15.03.04 Автоматизация технологических  
процессов и производств  
[2] 12.03.01 Приборостроение

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
6	5	180	45	30	15		36-45	Э
7	4-5	144- 180	48	32	16		12-48	Э
Итого	9-10	324- 360	93	62	31	30	48-93	

## АННОТАЦИЯ

В результате изучения дисциплины студенты осваивают основные методы анализа и проектирования автоматических систем, получают навыки составления математических моделей объектов регулирования и систем, решают типовые задачи по исследованию устойчивости, качества и точности систем автоматического управления, а также учатся синтезировать системы с заданными характеристиками.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является обучение студентов методам моделирования, анализа и проектирования систем автоматического управления.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина является основой для изучения других дисциплин, входящих в этот модуль, в том числе дисциплин специализации, связанных с автоматическим управлением, а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов, курсовых проектов, производственной практики и дипломного проектирования.

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать знаниями:

- по следующим разделам математики: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного;
- по основным разделам физики;
- теоретических основ электротехники;
- по курсу “Компьютерный практикум”.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектно-конструкторский			
Расчет, проектирование и конструирование в	киберфизические системы и установки,	ПК-1 [2] - Способен определять условия и режимы эксплуатации,	З-ПК-1[2] - знать основы схемотехники и конструктивные

<p>соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов киберфизических систем и установок с использованием современных технологий компьютерного проектирования</p>	<p>системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные программные решения для киберфизических систем и установок</p>	<p>конструктивные особенности разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>особенности разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.; У-ПК-1[2] - уметь выбирать оптимальные с точки зрения решения поставленной задачи типовые схемотехнические решения для разработки оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; уметь оптимизировать структуру построения и характеристики (показатели) оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ; В-ПК-1[2] - владеть навыками определения условий и режимов эксплуатации разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть навыками схемотехнического моделирования и конструирования разрабатываемой оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p>
<p>Расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов</p>	<p>киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные</p>	<p>ПК-2 [2] - Способен разрабатывать технические требования и задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных</p>	<p>З-ПК-2[2] - знать электронные компоненты оптических и оптико-электронных приборов, комплексов согласно техническим условиям</p>

<p>киберфизических систем и установок с использованием современных технологий компьютерного проектирования</p>	<p>программные решения для киберфизических систем и установок</p>	<p>приборов, комплексов и их составных частей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>эксплуатации; знать принципы конструирования деталей, соединений, сборочных единиц и функциональных устройств оптических и оптико электронных приборов, комплексов и их составных частей.</p> <p>;</p> <p>У-ПК-2[2] - уметь разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов для изготовления оптических и оптико электронных приборов, комплексов и их составных частей.;</p> <p>В-ПК-2[2] - владеть навыками разработки технических требований и заданий на проектируемые оптические и оптико электронные приборы, комплексы и их составные части в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.</p>
<p>Расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов киберфизических систем и установок с</p>	<p>киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные программные решения для</p>	<p>ПК-3 [2] - Способен проектировать и конструировать блоки, узлы и детали приборов, определять номенклатуру и типы комплектующих изделий</p> <p><i>Основание:</i></p>	<p>З-ПК-3[2] - знать принципы проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов; знать этапы и порядок разработки приборов. ;</p> <p>У-ПК-3[2] - уметь анализировать</p>

использованием современных технологий компьютерного проектирования	киберфизических систем и установок	Профессиональный стандарт: 29.004	техническое задание и другую информацию, необходимую для выбора конструктивных решений, выбирать оптимальные конструктивные решения и обосновывать свой выбор; уметь использовать при проектировании и конструировании метод унификации блоков, узлов и деталей. ; В-ПК-3[2] - владеть навыками проектирования и конструирования блоков, узлов и деталей приборов с помощью современных методов проектирования и конструирования.
производственно-технологический			
Обеспечение надежного функционирования обслуживаемых систем и оборудования	киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли	ПК-3 [1] - Способен осуществлять работы по обеспечению надежного функционирования обслуживаемого оборудования автоматизированных систем управления технологическим процессом  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	З-ПК-3[1] - Знать: основные режимы работы обслуживаемого оборудования, нормативно-техническую документацию, технические, технологические и экологические требования; У-ПК-3[1] - Уметь: осуществлять работу по обеспечению надежного функционирования обслуживаемого оборудования; В-ПК-3[1] - Владеть: методами и оборудованием для своевременного обеспечения

			надежного функционирования обслуживаемого оборудования
<p>Разработка и внедрение технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества систем, приборов, деталей, элементов киберфизических систем и установок</p>	<p>киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные программные решения для киберфизических систем и установок</p>	<p>ПК-4 [2] - Способен разрабатывать технологические процессы и техническую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-4[2] - знать порядок осуществления всех видов операций, входящих в технологический процесс; знать основные задачи и стадии проектирования, состав конструкторских и технологических документов; знать принципы и механизм разработки технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов ; У-ПК-4[2] - уметь разрабатывать все виды операций, входящих в технологический процесс изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов. ; В-ПК-4[2] - владеть навыками разработки индивидуальных, типовых и групповых технологических процессов изготовления блоков,</p>

			узлов и деталей приборов и комплексов; владеть навыками разработки технологической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов.
Участие в разработке практических мероприятий по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее жизненным циклом и качеством, производственный контроль их выполнения	киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли	ПК-4 [1] - Способен участвовать в разработке практических мероприятий по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее жизненным циклом и качеством, производственный контроль их выполнения  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	З-ПК-4[1] - Знать: современные средства автоматизации и управления; У-ПК-4[1] - Уметь: проводить мероприятия по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками проведения практических мероприятий по совершенствованию систем, а также проведение производственного контроля
Разработка и внедрение технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества систем, приборов, деталей, элементов киберфизических систем и установок	киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные программные решения для киберфизических систем и установок	ПК-6 [2] - Способен проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления приборов, комплексов и их составных частей  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-6[2] - знать виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частей; знать виды технологических процессов сборки приборов и комплексов ; У-ПК-6[2] - уметь планировать потребности в оборудовании, материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; уметь

			<p>организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и их составных частей.</p> <p>;</p> <p>В-ПК-6[2] - владеть навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</p>
<p>Математическое моделирование физических, технологических процессов, алгоритмов контроля и управления, режимов эксплуатации киберфизических систем и установок, в том числе с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, а также с применением специально разрабатываемого программного обеспечения</p>	<p>киберфизические системы и установки, системы контроля и управления ядерно-физических установок, комплексные программные решения для киберфизических систем и установок</p>	<p>ПК-12.1 [2] - Способен к теоретическому и экспериментальному исследованию технологических процессов и процессов управления на основе моделей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-12.1[2] - знать методы моделирования технологических и информационных процессов и процессов управления в системах контроля и управления;</p> <p>У-ПК-12.1[2] - уметь разрабатывать физико-математические модели объекта контроля и управления и алгоритмы управления физическими и ядерно-физическими установками;</p> <p>В-ПК-12.1[2] - владеть современными информационными технологиями, программно-инструментальными средствами, инженерными пакетами САПР для проведения научных исследований и вычислительных экспериментов</p>
научно-исследовательский			
Проведение	киберфизические	ПК-6 [1] - Способен	3-ПК-6[1] - Знать:



<p>экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров, отчетов и публикаций</p>	<p>информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли</p>	<p>участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданному алгоритму проведения исследовательских работ</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>алгоритм и методику проведения исследовательских работ, исходные данные и требования, предъявляемые к конечному продукту, аналогичные способы получения; У-ПК-6[1] - Уметь: планировать, подготовку и выполнение типовых экспериментальных исследований, проводить расчёты экспериментов по заданному алгоритму; В-ПК-6[1] - Владеть: навыками проведения исследовательских работ, методиками анализа и планирования экспериментальных исследований</p>
<p>сервисно-эксплуатационный</p>			
<p>Эксплуатация и обслуживание основного и вспомогательного оборудования, средств и систем автоматизации производства</p>	<p>киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли</p>	<p>ПК-7 [1] - Способен осуществлять эксплуатацию технических средств автоматизированных систем управления технологическим процессом</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033</p>	<p>З-ПК-7[1] - Знать: основные технические параметры эксплуатируемого оборудования, требования технологического процесса, документацию по рабочему месту, требования ПБ, ТБ; У-ПК-7[1] - Уметь: осуществлять контроль технического состояния технологического оборудования; В-ПК-7[1] - Владеть: техническим мышлением и квалификацией, для оперативного руководства и принятия решений в оперативной</p>

			обстановке профессиональной деятельности
--	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы

		профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (В15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин "Основы конструирования и САПР", "Курсовой проект: основы конструирования и САПР", "Инженерная и компьютерная графика", "Детали машин и основы конструирования" для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	24/16/8		20	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Раздел 2	9-15	21/14/7		30	КИ-15	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-12.1, У-ПК-12.1, В-ПК-12.1
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		45/30/15		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3,

							В- ПК-3, 3-ПК-3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК-4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК-4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК-6, У- ПК-6, В- ПК-6, 3-ПК-6, У- ПК-6, В- ПК-6, 3-ПК-7, У- ПК-7, В- ПК-7, 3-ПК-12.1, У- ПК-12.1, В- ПК-12.1
	<i>7 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	24/16/8		20	КИ-8	3-ПК-2, У- ПК-2, В-

							ПК-2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Раздел 2	9-16	24/16/8		30	КИ-16	3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		48/32/16		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4,

							У- ПК-4, В- ПК-4, З-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, З-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6, З-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6, З-ПК- 7, У- ПК-7, В- ПК-7, З-ПК- 12.1, У- ПК- 12.1, В- ПК- 12.1
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.	Лаб.,
-------	---------------------------	-------	----------	-------

<b>и</b>		<b>час.</b>	<b>, час.</b>	<b>час.</b>
	<i>6 Семестр</i>	45	30	15
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	24	16	8
1 - 2	<b>Введение в дисциплину</b> Принцип действия систем автоматического регулирования и управления. Примеры и классификация систем автоматического управления.	Всего аудиторных часов		
		6	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Составление математической модели системы</b> Описание систем с помощью дифференциальных уравнений в пространстве переменных состояния, понятие вектора входа, вектора выхода и вектора состояния. Определение и алгоритм вычисления передаточной функции. Представление систем в виде структурных математических моделей. Преобразование структурных схем.	Всего аудиторных часов		
		6	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Типовые динамические звенья</b> Представление описания системы в виде набора типовых динамических звеньев. Переходные и импульсные переходные характеристики динамических звеньев. Частотные характеристики ТДЗ.	Всего аудиторных часов		
		6	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Устойчивость линейных систем</b> Понятие устойчивости по Ляпунову. Прямой метод исследования устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица. Частотные методы исследования устойчивости Михайлова и Найквиста. Метод корневого годографа.	Всего аудиторных часов		
		6	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Раздел 2</b>	21	14	7
9 - 10	<b>Качество регулирования</b> Определение переходных процессов в системе с помощью обратного преобразования Лапласа. Методы оценки основных показателей качества.	Всего аудиторных часов		
		6	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Точность регулирования</b> Представление ошибки в виде разложения в степенной ряд. Статическая и астатическая система, коэффициенты ошибки. Методы повышения точности регулирования.	Всего аудиторных часов		
		6	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Проектирование системы</b> Частотный метод синтеза последовательного корректирующего устройства. Расчет корректирующего устройства в обратной связи внутреннего контура. Синтез корректирующего устройства методом корневого годографа.	Всего аудиторных часов		
		6	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Современный инструмент исследования САУ</b> Современный инструмент исследования САУ, предоставленный последними версиями MATLAB в виде системы моделирования Simulink и пакета программ Control System Toolbox.	Всего аудиторных часов		
		3	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>7 Семестр</i>	48	32	16
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	24	16	8
1 - 2	<b>Пространство переменных состояния</b> Пространство переменных состояний. Переходная матрица. Методы ее нахождения и ее свойства. Решение	Всего аудиторных часов		
		8	4	2
		Онлайн		



	линейной нестационарной системы в пространстве состояний. Решение линейной стационарной системы в пространстве состояний. Определение управляемости и наблюдаемости. Анализ управляемости и наблюдаемости системы. Условия управляемости и наблюдаемости Гильберта. Метод модального управления.	0	0	0
3 - 4	<b>Основные свойства нелинейных систем</b> Основные свойства нелинейных систем. Основные типы нелинейностей, методы их аналитического описания. Анализ устойчивости нелинейных систем с помощью методов Ляпунова.	Всего аудиторных часов		
		8	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Метод гармонического баланса</b> Метод гармонического баланса. Гармоническая линеаризация нелинейностей. Понятие об эквивалентном комплексном коэффициенте усиления нелинейного элемента. Определение параметров автоколебаний методом гармонического баланса. Анализ автоколебаний с помощью логарифмических частотных характеристик. Критерий устойчивости автоколебаний.	Всего аудиторных часов		
		8	8	4
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Раздел 2</b>	24	16	8
9 - 10	<b>Автоколебания в многоконтурных системах</b> Автоколебания в многоконтурных системах. Анализ смещенных автоколебаний для случая несимметричных нелинейностей. Применение метода гармонического баланса к системам, содержащим более одной нелинейности.	Всего аудиторных часов		
		8	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Понятие о фазовом пространстве и фазовой плоскости</b> Понятие о фазовом пространстве и фазовой плоскости. Способы построения фазового портрета. Особые точки и предельные циклы. Фазовые портреты для систем с неоднозначными нелинейностями. Многолистные фазовые поверхности. Влияние линейных и нелинейных корректирующих устройств на процессы в релейных системах. Скользящие режимы.	Всего аудиторных часов		
		8	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	<b>Критерий абсолютной устойчивости Попова</b> Критерий абсолютной устойчивости Попова. Анализ качества нелинейных систем. Численные методы определения переходных процессов в линейных и нелинейных системах.	Всего аудиторных часов		
		8	8	4
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы

ИС	Интерактивный сайт
----	--------------------

## ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 2	<b>Вводное занятие</b> Ознакомление с компьютерной системой моделирования динамических процессов Simulink.
3 - 5	<b>Лабораторная работа №1. Исследование статических характеристик соединений линейных и нелинейных элементов.</b> Лабораторная работа №1. Исследование статических характеристик соединений линейных и нелинейных элементов.
6 - 8	<b>Лабораторная работа №2. Динамические системы первого порядка.</b> Лабораторная работа №2. Динамические системы первого порядка.
9 - 12	<b>Лабораторная работа №3. Динамические системы второго порядка.</b> Лабораторная работа №3. Динамические системы второго порядка.
13 - 15	<b>Лабораторная работа №4.</b> Анализ устойчивости, качества и точности линейных систем.
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	<b>1. Расчет и моделирование узкополосного фильтра</b> Расчет и моделирование узкополосного фильтра.
3 - 5	<b>2. Анализ спектров периодических сигналов</b> Анализ спектров периодических сигналов.
6 - 8	<b>3. Гармоническая линеаризация нелинейностей</b> Гармоническая линеаризация нелинейностей.
9 - 10	<b>4. Применение метода гармонического баланса к анализу устойчивости нелинейных систем с симметричными нелинейностями и устойчивыми объектами</b> Применение метода гармонического баланса к анализу устойчивости нелинейных систем с симметричными нелинейностями и устойчивыми объектами.
11 - 12	<b>5. Применение метода гармонического баланса к анализу устойчивости нелинейных систем с неустойчивыми объектами</b> Применение метода гармонического баланса к анализу устойчивости нелинейных систем с неустойчивыми объектами.
13 - 16	<b>6. Исследование релейных систем на фазовой плоскости</b> Исследование релейных систем на фазовой плоскости

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1	<p><b>Структурные математические модели</b>  Построение структурных математических моделей для элементов и объектов систем управления. Примеры из области механики. Структурные математические модели электрических цепей.</p>
2 - 3	<p><b>Изучение соединений нелинейных безынерционных статических характеристик элементов</b>  Изучение соединений нелинейных безынерционных статических характеристик элементов Построение результирующих статических характеристик для параллельного и последовательного соединений элементов. Определение статических характеристик соединений с обратной связью.</p>
4	<p><b>Статическая модель системы регулирования напряжения генератора</b>  Статическая модель системы регулирования напряжения генератора. Эквивалентные преобразования линейных структурных математических моделей и определение требуемых передаточных функций</p>
5 - 6	<p><b>Динамическая модель системы регулирования напряжения генератора</b>  Динамическая модель системы регулирования напряжения генератора. Определение временных и частотных характеристик динамических систем первого порядка. Системы второго порядка. Различные способы представления их структурных моделей. Построение переходных характеристик, логарифмических амплитудных и фазовых частотных характеристик (ЛАФЧХ) и годографов соответствующих передаточных функций. Изучение свободного движения систем второго порядка на фазовой плоскости. Построение фазовых портретов.</p>
7 - 8	<p><b>Анализ устойчивости с помощью критериев Гурвица и Михайлова</b>  Анализ устойчивости с помощью критериев Гурвица и Михайлова. Применение критерия Найквиста для исследования устойчивости замкнутых систем. Выбор закона управления для обеспечения требуемых запасов устойчивости в многоконтурных системах.</p>
9 - 10	<p><b>Определение показателей качества с помощью аналитического решения для переходной характеристики</b>  Определение показателей качества с помощью аналитического решения для переходной характеристики. Приближенная оценка показателей качества по доминирующим полюсам системы.</p>
11 - 12	<p><b>Построение корневых годографов</b>  Построение корневых годографов. Выбор оптимального значения коэффициента усиления исходя из анализа устойчивости и качества регулирования по корневому</p>

	годографу.
13 - 14	<b>Анализ динамической точности регулирования по отношению к управляющему и возмущающему воздействиям</b> Анализ динамической точности регулирования по отношению к управляющему и возмущающему воздействиям. Сравнение точности обработки типовых входных воздействий статической и астатическими системами.
15	<b>Частотные методы синтеза корректирующих устройств</b> Частотные методы синтеза корректирующих устройств. Проектирование закона управления в системе методом корневого годографа.
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	<b>Пространство переменных состояний.</b> Пространство переменных состояний.
3 - 4	<b>Анализ устойчивости нелинейных систем методами Ляпунова.</b> Анализ устойчивости нелинейных систем методами Ляпунова.
5 - 6	<b>Синтез узкополосного фильтра для выделения гармонических составляющих из периодического сигнала сложной формы</b> Синтез узкополосного фильтра для выделения гармонических составляющих из периодического сигнала сложной формы. Разложение периодических сигналов в ряд Фурье и их восстановление.
7 - 8	<b>Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации симметричных нелинейностей</b> Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации симметричных нелинейностей. Экспериментальное определение коэффициентов гармонической линеаризации с помощью узкополосного фильтра.
9 - 12	<b>Применение метода гармонического баланса для исследования устойчивости нелинейного сервопривода</b> Применение метода гармонического баланса для исследования устойчивости нелинейного сервопривода.
13 - 14	<b>Расчет смещенных колебаний методом гармонического баланса для системы, содержащей несимметричную нелинейность</b> Расчет смещенных колебаний методом гармонического баланса для системы, содержащей несимметричную нелинейность.
15 - 16	<b>Анализ методом фазовой плоскости свободного и вынужденного движения типовых объектов управления</b> Анализ методом фазовой плоскости свободного и вынужденного движения типовых объектов управления.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций;
- проведение практических занятий с интерактивным участием студентов;
- проведение лабораторных занятий с использованием средств моделирования Simulink и пакета прикладных программ “Control system toolbox” системы MATLAB;
- проведение консультаций по выполнению домашних заданий.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8	Э
	У-ПК-1	Э, КИ-8	Э
	В-ПК-1	Э, КИ-8	Э
ПК-12.1	З-ПК-12.1	Э, КИ-15	Э
	У-ПК-12.1	Э, КИ-15	Э
	В-ПК-12.1	Э, КИ-15	Э
ПК-2	З-ПК-2	Э	Э, КИ-8
	У-ПК-2	Э	Э, КИ-8
	В-ПК-2	Э	Э, КИ-8
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8	Э
	У-ПК-3	Э, КИ-8	Э
	В-ПК-3	Э, КИ-8	Э
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-15	Э, КИ-16
	У-ПК-4	Э, КИ-15	Э, КИ-16
	В-ПК-4	Э, КИ-15	Э, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	Э	Э, КИ-8
	У-ПК-6	Э	Э, КИ-8
	В-ПК-6	Э	Э, КИ-8
ПК-3	З-ПК-3	Э	Э
	У-ПК-3	Э	Э
	В-ПК-3	Э	Э
ПК-4	З-ПК-4	Э	Э
	У-ПК-4	Э	Э
	В-ПК-4	Э	Э
ПК-6	З-ПК-6	Э	Э, КИ-8
	У-ПК-6	Э	Э, КИ-8
	В-ПК-6	Э	Э, КИ-8
ПК-7	З-ПК-7	Э	Э, КИ-16
	У-ПК-7	Э	Э, КИ-16
	В-ПК-7	Э	Э, КИ-16

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	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, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	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.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ S79 Springer Handbook of Automation : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
2. 681.5 Ш23 Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

3. ЭИ Ш23 Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

4. 681.5 Ж92 Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.5 Ш23 Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

2. 681.5 Ж92 Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

3. 681.5 Ш23 Лабораторный практикум по курсу "Теория автоматического управления". Линейные непрерывные динамические системы : учебное пособие для вузов, А. В. Шапкарин, И. Г. Кулло, Москва: МИФИ, 2007

4. ЭИ Ш23 Лабораторный практикум по курсу "Теория автоматического управления". Линейные непрерывные динамические системы : учебное пособие для вузов, А. В. Шапкарин, И. Г. Кулло, Москва: МИФИ, 2007

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

#### 1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в семинарских занятиях

Перед посещением семинара уяснить тему семинара и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце семинара при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

## 3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

## 4. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

# 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

## 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемые в курсе. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.



Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам и лабораторным занятиям.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения семинарских занятий

Четко обозначить тему семинара.

Обсудить основные понятия, связанные с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце семинара задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

## 4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Автор(ы):

Кулло Иван Геннадьевич