

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

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, экз./зач./КР/КП
5	2	72	0	16	32	24	0	3
6	2	72	0	15	30	27	0	3 КР
Итого	4	144	0	31	62	31	51	

АННОТАЦИЯ

В результате изучения дисциплины студенты осваивают основные методы анализа и проектирования автоматических систем с целью их применения в составе робототехнических 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 “ Основы теории автоматического управления” является обучение студентов методам моделирования, анализа и проектирования систем автоматического управления для мехатронных и робототехнических систем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина “Основы теории автоматического управления” является основой для изучения дисциплин, 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
ОПК-3 [1] – Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня	З-ОПК-3 [1] – знать экономические, экологические, социальные и другие факторы, ограничивающие выбор возможных решений в профессиональной сфере деятельности. У-ОПК-3 [1] – уметь принимать решения в профессиональной сфере деятельности с учетом ограничений экономического, экологического, социального и иного характера. В-ОПК-3 [1] – владеть навыками расчета основных параметров мехатронных и робототехнических систем с учетом экономических, экологических, социальных и

	других ограничений.
ОПК-4 [1] – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-4 [1] – знать современные информационные технологии и принципы их работы У-ОПК-4 [1] – уметь применять современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности В-ОПК-4 [1] – владеть навыками использования современных информационных технологий
ОПК-9 [1] – Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	З-ОПК-9 [1] – знать основное технологическое оборудование, порядок действий по его внедрению и принципы его размещения в производственной системе. У-ОПК-9 [1] – уметь выполнять необходимые действия в установленном порядке в рамках проведения работ по внедрению и освоению нового технологического оборудования. В-ОПК-9 [1] – владеть навыками выполнения работ по освоению нового технологического оборудования.
ОПК-12 [1] – Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	З-ОПК-12 [1] – знать особенности и правила проведения монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем. У-ОПК-12 [1] – уметь настраивать и производить все необходимые регулировки в механических, электрических и сенсорных системах, осуществлять ввод оборудования в эксплуатацию с помощью вспомогательного оборудования и программно-логических контроллеров. В-ОПК-12 [1] – владеть навыками монтажа, наладки, настройки и сдачи в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем.

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			
Разработка программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления в	Мехатронные, киберфизические и робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-	ПК-2 [1] - Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и	З-ПК-2[1] - знать методы разработки программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем. ;

<p>мехатронных и робототехнических системах</p>	<p>сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>управления в мехатронных и робототехнических системах</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>У-ПК-2[1] - уметь разрабатывать управляющие программы для систем управления. ; В-ПК-2[1] - владеть навыками программирования микропроцессоров и микроконтроллеров.</p>
<p>Участие в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и ведение соответствующих журналов испытаний</p>	<p>Мехатронные, киберфизические и робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-3[1] - знать основные методики проведения предварительных испытаний составных частей опытных образцов мехатронных и робототехнических систем. ; У-ПК-3[1] - уметь проводить предварительные испытания составных частей опытных образцов мехатронных и робототехнических систем по заданным программам и методикам. ; В-ПК-3[1] - владеть навыками ведения журналов испытаний составных частей</p>

	мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем		опытных образцов мехатронных и робототехнических систем.
Производственно- технологический			
Разработка технологических процессов изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов	Мехатронные, киберфизические и робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-9 [1] - Способен разрабатывать технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-9[1] - знать основные понятия и определения технологии машиностроения, методы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов, последовательность проектирования технологических процессов. ; У-ПК-9[1] - уметь осуществлять обоснованный выбор вида и способа получения заготовки, методов обработки поверхностей, технологического оборудования, методов и средств контроля точности изделий и качества поверхностей. ; В-ПК-9[1] - владеть навыками разработки маршрутной и операционной технологии изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование	1.Использование воспитательного потенциала

	<p>чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)</p>	<p>дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
Профессиональное	<p>Создание условий,</p>	<p>1.Использование</p>

воспитание	обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	<p>воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах

		злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (В41)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику

	<p>мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В43)</p>	<p>взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.</p>
--	--	---

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>5 Семестр</i>						
1	Математические модели систем. Типовые динамические звенья.	1-8	0/8/16		25	КИ-8	З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, 3-ОПК-12, У-ОПК-12, В-ОПК-12, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-

							3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9
2	Анализ и синтез систем автоматического управления	9-16	0/8/16		25	КИ-16	3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3- ОПК- 4, У- ОПК- 4, В- ОПК- 4, 3- ОПК- 9, У- ОПК- 9, В- ОПК- 9, 3- ОПК- 12, У- ОПК- 12, В- ОПК- 12, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В-

							ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		0/16/32		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, 3-ОПК-12, У-ОПК-12, В-ОПК-12, 3-ПК-2,

							У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	0/8/16		25	КИ-8	З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, З-ОПК-12, У-ОПК-12, В-ОПК-

							12, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9
2	Часть 2	9-15	0/7/14		25	КИ-15	3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3- ОПК- 4, У- ОПК- 4, В- ОПК- 4, 3- ОПК- 9, У- ОПК- 9, В- ОПК- 9, 3- ОПК- 12, У- ОПК- 12,

							В-ОПК-12, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		0/15/30		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	3, КР	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-9, У-ОПК-9, В-ОПК-9, 3-ОПК-12,

							У- ОПК- 12, 3- ОПК- 3, В- ОПК- 12, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 9, У- ПК-9, В- ПК-9, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3- ОПК- 4, У- ОПК- 4, В- ОПК- 4, 3- ОПК- 9, У- ОПК- 9, В- ОПК- 9, 3-
--	--	--	--	--	--	--	---

							ОПК-12, У-ОПК-12, В-ОПК-12, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
--	--	--	--	--	--	--	---

* – 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
З	Зачет
КР	Курсовая работа

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	0	16	32
1-8	Математические модели систем. Типовые динамические звенья.	0	8	16
1 - 2	Введение в дисциплину Принцип действия систем автоматического регулирования и управления. Примеры и классификация систем автоматического управления.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
3 - 4	Составление математической модели системы	0	0	0
		Всего аудиторных часов		

	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.	0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Типовые динамические звенья Представление описания системы в виде набора типовых динамических звеньев. Переходные и импульсные переходные характеристики динамических звеньев. Частотные характеристики ТДЗ.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Устойчивость линейных систем 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		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Анализ и синтез систем автоматического управления	0	8	16
9 - 10	Качество регулирования Определение переходных процессов в системе с помощью обратного преобразования Лапласа. Методы оценки основных показателей качества.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Точность регулирования Представление ошибки в виде разложения в степенной ряд. Статическая и астатическая система, коэффициенты ошибки. Методы повышения точности регулирования.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Проектирование системы Частотный метод синтеза последовательного корректирующего устройства. Расчет корректирующего устройства в обратной связи внутреннего контура. Синтез корректирующего устройства методом корневого годографа.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Современный инструмент исследования САУ Современный инструмент исследования САУ, предоставленный последними версиями MATLAB в виде системы моделирования Simulink и пакета программ Control System Toolbox.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>6 Семестр</i>	0	15	30
1-8	Часть 1	0	8	16
1 - 2	Пространство переменных состояний Пространство переменных состояний. Переходная матрица. Методы ее нахождения и ее свойства. Решение 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.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
3	Основные свойства нелинейных систем Основные свойства нелинейных систем. Основные типы нелинейностей, методы их аналитического описания.	Всего аудиторных часов		
		0	1	2
		Онлайн		

	Анализ устойчивости нелинейных систем с помощью методов Ляпунова.	0	0	0
4	Метод гармонического баланса 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		
		0	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
5	Автоколебания в многоконтурных системах Автоколебания в многоконтурных системах. Анализ смещенных автоколебаний для случая несимметричных нелинейностей. Применение метода гармонического баланса к системам, содержащим более одной нелинейности.	Всего аудиторных часов		
		0	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
6	Понятие о фазовом пространстве и фазовой плоскости 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		
		0	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Критерий абсолютной устойчивости Попова Критерий абсолютной устойчивости Попова. Анализ качества нелинейных систем. Численные методы определения переходных процессов в линейных и нелинейных системах.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	0	7	14
9	Дискретные и дискретно-непрерывные системы Дискретные и дискретно-непрерывные системы. Математическое описание преобразователя непрерывного сигнала в дискретный. Математическое описание обратного преобразования дискретного сигнала в непрерывный. Анализ частотных спектров сигналов в дискретно-непрерывной системе. Прохождение сигналов во временной и частотной областях через преобразователь аналог-код, вычислительное устройство и преобразователь код-аналог.	Всего аудиторных часов		
		0	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	Передаточные функции и частотные характеристики программ реализации различных законов управления на ЦВМ с помощью методов интегрирования Эйлера и трапеций Передаточные функции и частотные характеристики программ реализации различных законов управления на ЦВМ с помощью методов интегрирования Эйлера и трапеций. Вывод передаточных функций разомкнутых и замкнутых дискретных систем в зависимости от переменной преобразования Лапласа s . Особенности построения годографов дискретных систем на плоскости $W^*(s)$.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
		0	0	0

12 - 13	Математический аппарат и свойства z-преобразования Математический аппарат и свойства z-преобразования. Вычисление z-преобразований сигналов и соответствующих передаточных функций. Передаточные функции дискретной системы на плоскости $W(z)$. Критерий устойчивости Найквиста для дискретных систем. Анализ устойчивости дискретных систем на плоскости z и $W(z)$.	Всего аудиторных часов		
		0	2	4
		Онлайн		
14	Билинейное преобразование Исследование дискретных и дискретно-непрерывных систем в псевдочастотной области. Особенности построения корневых годографов дискретных систем.	Всего аудиторных часов		
		0	1	2
		Онлайн		
15	Методы вычисления переходных процессов и анализ точности в дискретных системах Методы вычисления переходных процессов и анализ точности в дискретных системах.	Всего аудиторных часов		
		0	1	2
		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>5 Семестр</i>
1 - 2	Вводное занятие Ознакомление с компьютерной системой моделирования динамических процессов Simulink.
3 - 5	1. Исследование статических характеристик соединений линейных и нелинейных элементов. Исследование статических характеристик соединений линейных и нелинейных элементов.
6 - 8	2. Динамические системы первого порядка. Динамические системы первого порядка.
9 - 12	3. Динамические системы второго порядка. Динамические системы второго порядка.
13 - 15	4. Анализ устойчивости, качества и точности линейных систем. Анализ устойчивости, качества и точности линейных систем.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>5 Семестр</i>
1	<p>Структурные математические модели Построение структурных математических моделей для элементов и объектов систем управления. Примеры из области механики. Структурные математические модели электрических цепей.</p>
2 - 3	<p>Изучение соединений нелинейных безынерционных статических характеристик элементов 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>Статическая модель системы регулирования напряжения генератора Статическая модель системы регулирования напряжения генератора. Эквивалентные преобразования линейных структурных математических моделей и определение требуемых передаточных функций</p>
5 - 6	<p>Динамическая модель системы регулирования напряжения генератора 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>Анализ устойчивости с помощью критериев Гурвица и Михайлова 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>Определение показателей качества с помощью аналитического решения для переходной характеристики Определение показателей качества с помощью аналитического решения для переходной характеристики. Приближенная оценка показателей качества по доминирующим полюсам системы.</p>
11 - 12	<p>Построение корневых годографов Построение корневых годографов. Выбор оптимального</p>

	значения коэффициента усиления, исходя из анализа устойчивости и качества регулирования по корневому годографу.
13 - 14	Анализ динамической точности регулирования по отношению к управляющему и возмущающему воздействиям Анализ динамической точности регулирования по отношению к управляющему и возмущающему воздействиям. Сравнение точности отработки типовых входных воздействий статической и астатическими системами.
15 - 16	Частотные методы синтеза корректирующих устройств Частотные методы синтеза корректирующих устройств. Проектирование закона управления в системе методом корневого годографа.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Чтение лекций;
- проведение семинарских 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)
ОПК-12	З-ОПК-12	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-12	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-12	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
ОПК-4	З-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-4	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
ОПК-9	З-ОПК-9	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-9	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-9	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15

ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
ПК-9	З-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16	З, КР, КИ-8, КИ-15

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

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.5 Ж92 Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 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
3. 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

1. Мультимедийный проектор BenQ MP722 (А-119а)
2. Экран настенный Cactus Wallscreen 84” (А-119а)
3. Компьютер преподавателя (А-119а)
4. Компьютер студента 12 шт. (А-119а)
5. Контрольно-измерительный комплекс NI ELVIS – 6 шт. (А-119а)
6. Измеритель RLC E7-21 (А-119а)

7. Аналоговая паяльная станция ERSA ANALOG 60A – 2 шт. (A-119a)
8. Мультиметр MS8050 – 2 шт. (A-119a)
9. Источник питания MPS-3005LK-1 (A-119a)
10. Паяльный робот (автоматическая паяльная машина) QUICKQUICK4 (A-119a)
11. Портативный цифровой профилометр Vogel – 8 шт. (A-119a)
12. Мультиметр Agilent 34401A – 2 шт. (A-119a)
13. Паяльник газовый WEILER PYROPEN PIEZO (A-119a)
14. Термофен WEILER 6966E (A-119a)

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомьтесь 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 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.

В конце освоения дисциплины студент сдает зачет.

Оценка неудовлетворительно (менее 30 баллов) ставится, если студент 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.

Оценка удовлетворительно (30-34 баллов) ставится, если студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка хорошо (35-44 баллов) ставится, если студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка отлично (45-50 баллов) ставится, если студент 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.

Автор(ы):

Берестов Александр Васильевич, к.соц.н., доцент

Божко Юрий Валентинович, к.т.н., доцент

Рецензент(ы):

Берестов Александр Васильевич, к.соц.н. доцент