

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практических подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	4	144	32	0	32		44	0	Э
Итого	4	144	32	0	32	16	44	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе рассматриваются основы теории линейных систем автоматического управления. Излагаются методы анализа и синтеза систем с использованием частотных характеристик. Изучаются алгебраические и частотные критерии устойчивости, методы оценки качества систем. Синтез корректирующих устройств рассматривается на примере последовательных и параллельных регуляторов, регуляторов в обратной связи и по внешнему воздействию. Изучаются критерии управляемости, наблюдаемости, наблюдатели состояния полного и пониженного порядков, переходная матрица и ее свойства, метод корневого годографа.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются теоретическое освоение методов анализа и синтеза систем автоматического управления и формирование практических навыков расчета линейных автоматических систем как аналитическими, так и численными методами. Изучаются методы анализа устойчивости и качества систем с использованием как частотных методов, так и методов пространства состояний.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основ теории линейных обыкновенных дифференциальных уравнений и операционного исчисления.

Курс является необходимым для освоения дисциплин «Теория нелинейных систем регулирования» и «Цифровые динамические системы».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	3-ОПК-1 [1] – знать естественнонаучные методы познания окружающего мира, знать фундаментальный математический аппарат; У-ОПК-1 [1] – уметь применять естественнонаучные и математические методы исследования различных явлений, процессов и задач В-ОПК-1 [1] – владеть навыками исследования различных явлений и процессов с использованием естественнонаучного и математического подхода
ОПК-3 [1] – Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	3-ОПК-3 [1] – знать принципы построения математических моделей физических явлений и процессов У-ОПК-3 [1] – уметь формулировать математические модели различных явлений и процессов на основе физических принципов и законов В-ОПК-3 [1] – владеть навыками построения

	математических моделей физических явлений и процессов
--	-------------------------------------------------------

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
научно-исследовательский			
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	<p>ПК-1 [1] - Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать результаты научных исследований в области прикладной математики и информационных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>3-ПК-1[1] - знать основные методы научного познания, методы сбора и анализа информации;;</p> <p>У-ПК-1[1] - уметь анализировать информацию, строить логические схемы, интерпретировать результаты научных исследований, критически мыслить, сравнивать результаты различных исследований, формировать собственную позицию в рамках рассматриваемой задачи;;</p> <p>В-ПК-1[1] - владеть навыками работы с научной литературой и навыками интерпретации результатов научных исследований;</p>

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (В20)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства,

		<p>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 колLECTивизма 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 способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)	<p>1.Использование 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</p>

		<p>практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного колlettивизма 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 творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)	<p>1.Использование 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 колlettивизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических</p>

			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.
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (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	Первый раздел	1-8	16/0/16	к.р-8 (15),ЛР-8 (10)	25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3
2	Второй раздел	9-16	16/0/16	ЛР-12 (10),ЛР-16 (15)	25	КИ-16	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/0/32		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1,

							3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-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
ЛР	Лабораторная работа
КИ	Контроль по итогам
к.р	Контрольная работа
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	0	32
1-8	Первый раздел	16	0	16
1 - 3	Модели систем управления Назначение САУ. Принцип обратной связи. Классификация систем. Математическое описание кибернетической системы. Нелинейная система в пространстве состояний. Линеаризация системы. Операторная форма записи системы. Использование преобразования Лапласа. Представление системы передаточной функцией. Переходная функция, функция веса. Структурные схемы. Преобразование структурных схем. Получение дифференциальных уравнений по передаточной функции. Частотные характеристики. Описание и характеристики типовых динамических звеньев. Построение частотных характеристик последовательно включенных звеньев.	Всего аудиторных часов 6 Онлайн 0	0	6 0 0
4 - 5	Частотные характеристики Частотная характеристика системы. Годограф. Минимально-фазовые звенья. Соотношения Боде. Логарифмические амплитудно-фазовые частотные характеристики. Асимптотические ЛАФЧХ. Характеристики типовых звеньев.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн 0	0	4 0 0
6 - 8	Устойчивость систем Определение устойчивости Ляпунова. Устойчивость линейных систем. Оценка устойчивости по распределению полюсов. Алгебраические критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Критерий	Всего аудиторных часов 6 Онлайн 0	0	6 0 0

	Найквиста. Особенности применения критерия Найквиста в астатических системах. Устойчивость систем с запаздыванием. Запасы устойчивости. Логарифмический критерий Найквиста.			
9-16	Второй раздел	16	0	16
9 - 10	Анализ показателей качества систем Показатели качества системы. Степень устойчивости и колебательности. Корневые оценки качества. Диаграмма Вышнеградского. Интегральные оценки качества. Частотные оценки качества. Динамическая точность систем и коэффициенты ошибок.	Всего аудиторных часов		
		4	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 13	Синтез корректирующих устройств Виды корректирующих устройств. Последовательные и параллельные корректирующие устройства. Коррекция в обратной связи и по внешнему воздействию. Частотный метод синтеза последовательных и параллельных корректирующих устройств. Построение желаемой амплитудной частотной характеристики. Метод корневого годографа. Основные положения и свойства метода корневого годографа. Методика построения. Корневой годограф для произвольного параметра системы.	Всего аудиторных часов		
		6	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	Системы в пространстве состояний Описание динамики системы в векторно-матричной форме. Уравнение состояния линейных систем. Решение уравнения состояния. Переходная матрица и ее свойства. Методы вычисления переходной матрицы. Управляемость. Наблюдаемость. Наблюдающие устройства. Наблюдатели полного и пониженного порядков.	Всего аудиторных часов		
		6	0	6
		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 - 8	Лабораторная работа 1 Переходные процессы и частотные характеристики линейных САУ
9 - 12	Лабораторная работа 2 Частотные методы анализа устойчивости линейных САУ
13 - 16	Лабораторная работа 3

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс базируется на сочетании и совмещении теоретической и практической подготовки студентов в рамках единых занятий. В начале занятий в форме лекции даются теоретические основы и описываются методы решения задачи, а затем в форме семинара проводится закрепление пройденного материала посредством решения задач, оценки различных вариантов решений, а также совместного обсуждения изученных приемов.

В рамках данного курса проводится серия лабораторных работ, состоящая в выполнении ряда заданий по ходу изучения дисциплины в компьютерных классах кафедры, оборудованных новейшей вычислительной техникой с последующей защитой лабораторных работ.

Теоретический материал курса представлен в виде лекций.

Практические задания и темы лабораторных работ разработаны для выработки навыков практического применения методов анализа и синтеза линейных САУ.

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)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
ОПК-3	З-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
	У-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
	В-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ЛР-8, ЛР-12, ЛР-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 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно 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 – «хорошо»	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		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	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	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 Ж92 Линейные системы автоматического управления. Частотные методы. Инженерно-физические основы : , Журомский В.М., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
2. ЭИ Г 14 Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие для вузов, Беляев В. Е., Пьявченко Т. А., Гайдук А. Р., Санкт-Петербург: Лань, 2023

3. ЭИ С 50 Управление техническими системами : учебное пособие, Смирнов Ю. А., Санкт-Петербург: Лань, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 М 67 Линейные математические модели динамических систем с управлением : учеб. пособие, Митришкин Ю. В., Москва: URSS, 2019

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. СИНУС (К-312, К-315)

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютерный класс ()

2. Проектор

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Лабораторный практикум проводится с использованием программы Sinus. Шаг моделирования систем следует выбирать меньше наименьшей постоянной времени моделируемой системы. Для каждого графика не забывайте сохранять условия, при которых проводится моделирование. Это можно сделать, сохраняя файл модели.

Лабораторная работа защищается в диалоговой форме, должны быть даны объяснения хода выполнения работы и полученных результатов, а также ответы на дополнительные вопросы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Указания к лабораторным занятиям

Лабораторный практикум включает 3 работы. По каждой работе оформляется отчет с титульным листом, вариантом задания, описанием полученных результатов в форме графиков и их анализа и заключением. Практикум выполняется с использованием программы Sinus.exe. Следует обращать внимание, с каким шагом проводилось моделирование системы.

Автор(ы):

Ктитров Сергей Викторович, к.т.н., доцент