

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

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 15.04.04 Автоматизация технологических процессов  
и производств

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
1	6	216	32	16	0		132	0	Э
Итого	6	216	32	16	0	0	132	0	

## АННОТАЦИЯ

В результате изучения дисциплины студенты осваивают основные методы анализа и проектирования линейных систем автоматического управления и регулирования, получают основные понятия о системах автоматического управления в целом, изучают подходы к их проектированию, анализу, исследованию устойчивости, качества и точности. Указанные навыки приобретаются с использованием актуальных пакетов прикладных программ.

Подходы и инструменты, изучаемые в этой дисциплине, являются составной частью для изучения смежных курсов в рамках программы обучения.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является обучение студентов теоретическим основам анализа и проектирования систем автоматического управления и регулирования. Ключевые аспекты изучения курса:

- Понятие и различия систем автоматического управления и регулирования;
- Основные подходы к моделированию объектов управления и всей системы управления в целом;
- Анализ систем управления на устойчивость, качество, точность;
- Основные законы регулирования, подходы к настройке систем автоматического регулирования.

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

Дисциплина является основой для изучения других специализации, связанных с системным анализом и управлением.

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 «Технология и языки программирования».

### 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;	Код и наименование индикатора достижения
--------------------------------------------	---------------------------	--------------------------------------------------	------------------------------------------

		<b>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>профессиональной компетенции</b>
<b>научно-исследовательский</b>			
Математическое моделирование физических, технологических процессов и алгоритмов контроля и управления, режимов эксплуатации киберфизических систем контроля, управления и автоматизации ядерно-физических установок и производств атомной отрасли, в том числе с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, а также с применением специально разрабатываемого программного обеспечения	киберфизические информационно-измерительные системы, программно-технические средства и комплексы, электронные и электротехнические системы и оборудование, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли	ПК-7 [1] - Способен создавать и исследовать математические модели физических и информационных процессов, относящихся к профессиональной сфере, использовать стандартные программно-инструментальные системы и средства моделирования и исследования  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-7[1] - Знать: методы моделирования физических процессов в оборудовании установок и информационных процессов в системах их контроля и управления; У-ПК-7[1] - Уметь: работать с инструментальными системами анализа и моделирования систем и процессов; В-ПК-7[1] - Владеть: навыками использования стандартных программных средств анализа и моделирования для решения исследовательских и инженерных задач

#### 4. 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>1 Семестр</i>						
1	Введение в дисциплину	1-8	16/8/0		25	КИ-8	З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
2	Анализ линейных систем	9-16	16/8/0		25	КИ-16	З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/16/0		50		

	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	Э	З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
--	---------------------------------------------	--	--	--	----	---	------------------------------

\* – 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

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	16	0
<b>1-8</b>	<b>Введение в дисциплину</b>	16	8	0
1 - 2	<b>Введение в дисциплину</b> Понятие систем автоматического регулирования и управления, их различия. Примеры и классификация систем автоматического управления.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Составление математической модели системы</b> Описание систем с помощью дифференциальных уравнений, в пространстве переменных состояния, передаточной функции и структурных математических моделей. Связь перечисленных способов описания друг с другом.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Типовые динамические звенья (ТДЗ).</b> Представление описания системы в виде набора типовых динамических звеньев. Типовые внешние воздействия на систему и ее временные характеристики.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Понятие частотной характеристики.</b> Частотные характеристики (амплитудные частотные характеристики, фазовые частотные характеристики, амплитудно-фазовые частотные характеристики, логарифмические амплитудно-фазовые частотные характеристики) ТДЗ и сложных систем.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Анализ линейных систем</b>	16	8	0
9 - 11	<b>Анализ линейных систем</b> Понятие устойчивости по Ляпунову. Исследование с помощью фазового портрета. Первый (прямой) критерий исследования устойчивости Ляпунова. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица. Частотные методы исследования устойчивости Михайлова и Михайлова-Найквиста. Запасы устойчивости.	Всего аудиторных часов		
		6	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	<b>Переходные процессы систем автоматического управления.</b> Определение переходных процессов в системе с помощью	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		

	обратного преобразования Лапласа. Методы оценки основных показателей качества. Понятие корневого годографа. Принцип доминирующих полюсов. Проектирование САУ и САР с помощью корневого годографа.	0	0	0
14 - 16	<b>Проектирование САУ.</b> Точность регулирования (понятие статической ошибки регулирования). Статическая и астатические системы. Методы повышения точности регулирования. 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	0
		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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 2	<b>Вводное занятие.</b> Ознакомление с блочной графической средой моделирования и программирования на базе MATLAB/SIMULINK.
3 - 5	<b>Практическая работа №1.</b> Моделирование объектов управления в среде MATLAB/SIMULINK с использованием встроенного набора инструментов Control System Toolbox.
6 - 8	<b>Практическая работа №2.</b> Динамические системы первого порядка.
9 - 12	<b>Практическая работа №3.</b> Динамические системы второго порядка.
13 - 16	<b>Практическая работа №4.</b> Исследование устойчивости, качества и точности линейных систем с обратной связью с помощью инструмента Control System Designer MATLAB.

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- проведения лекционных занятий с помощью презентационных материалов;

- проведение практических занятий с использованием пакета прикладных программ MATLAB, в том числе встроенного набора инструментов Control System Toolbox, графического языка программирования и моделирования Simulink.

## 6. 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)
ПК-7	З-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-7	Э, КИ-8, 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 – «отлично»	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 – «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	3 – «удовлетворительно»	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 – «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.
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С 32 Автоматика : учебник и практикум для вузов, Семенов Д. А., Серебряков А. С., Чернов Е. А., Москва: Юрайт, 2023
2. ЭИ Ш 65 Основы автоматического управления : учебное пособие для вузов, Шишмарёв В. Ю., Москва: Юрайт, 2022

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.5 Ш23 Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем" : учебное пособие для вузов, Шапкарин А.В., Кулло И.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ Ш23 Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем" : учебное пособие для вузов, Шапкарин А.В., Кулло И.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 681.5 Ш23 Лабораторный практикум по курсу "Теория автоматического управления". Линейные непрерывные динамические системы : учебное пособие для вузов, Шапкарин А.В., Кулло И.Г., Москва: МИФИ, 2007
4. ЭИ Ш23 Лабораторный практикум по курсу "Теория автоматического управления". Линейные непрерывные динамические системы : учебное пособие для вузов, Шапкарин А.В., Кулло И.Г., Москва: МИФИ, 2007

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. MATLAB/Simulink, включая пакет Control system toolbox ()

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. MathWorks - MATLAB and Simulink for Technical Computing (<http://www.mathworks.com>)
2. Matlab и Simulink - сообщество пользователей (<http://matlab.exponenta.ru>)

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

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

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

1. Чтение лекций желательно проводить в аудитории, оснащенной проектором и ПК. ()
2. Аудитории, соответствующие числу обучаемых студентов ()
3. Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная персональными компьютерами ()

## **9. 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 практических занятиях**

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

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

Перед выполнением практической (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 виде файлов на персональном компьютере.

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

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

### **3. 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.

## **10. 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 практических занятий.**

Четко обозначить тему занятий.

Обсудить основные понятия, связанные с темой занятий.

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

Перед выполнением практической (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.

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

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в выполнении работы и дискуссиях.

В конце занятий задать аудитории несколько контрольных вопросов.

### **3. 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