

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.05.2024 12:16:56
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МЕХАНИКИ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА И АНАЛИЗА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ДАННЫХ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в программу бакалавриата «Математические методы механики космического полета и анализа геоинформационных данных» по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и изучается в 5, 6 семестрах 3 курса. Дисциплину реализует Кафедра механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 10 разделов и 76 тем и направлена на изучение фундаментальных основ математических моделей и динамических характеристик линейных стационарных систем автоматического регулирования, устойчивость линейных систем, качества систем автоматического регулирования, коррекции систем автоматического регулирования, математические модели нелинейных детерминированных систем, устойчивость нелинейных систем, исследования случайных процессов в системах автоматического регулирования, синтеза систем автоматического управления и оптимизации, исследования дискретных систем автоматического управления, нестационарных систем, общих сведений, разбор основных методов решения типовых задач и знакомство с областью их применения в профессиональной деятельности.

Целью освоения дисциплины является формирование фундаментальных знаний и навыков применения методов решения задач, необходимых для профессиональной деятельности, повышение общего уровня грамотности студентов по данной дисциплине.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Теория автоматического управления» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.1 Знает теоретические основы цифровых технологий, основы моделирования объектов профессиональной деятельности, основы анализа данных и представления информации; ОПК-5.2 Умеет решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих методов моделирования, анализа данных, представления информации; ОПК-5.3 Владеет навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения;
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	ПК-1.1 Знает современные методы того, как собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям; ПК-1.2 Умеет применять современные методы и средства для обработки и интерпретации данные научных исследований; ПК-1.3 Владеет основными навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Теория автоматического управления».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Информатика и программирование; Теоретическая механика;	Преддипломная практика; Технологическая практика;
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	<i>Дискретная математика**</i> ; <i>Discrete mathematics**</i> ; Механика космического полета; Информатика и программирование; Теоретическая механика;	<i>Технологии виртуальной и дополненной реальности**</i> ; <i>Virtual and Augmented Reality Technology**</i> ; Методы оптимального управления; Механика космического полета; Преддипломная практика; Технологическая практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория автоматического управления» составляет «8» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			5	6
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	144		72	72
Лекции (ЛК)	72		36	36
Лабораторные работы (ЛР)	72		36	36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	90		45	45
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	54		27	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	288	144	144
	зач.ед.	8	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Математические модели и динамические характеристики линейных стационарных систем автоматического регулирования	1.1	Введение. Аппарат теории автоматического управления. Понятия: оптимизация, регулирование, коррекция.	ЛК, ЛР
		1.2	Общая структурная схема САУ.	ЛК, ЛР
		1.3	Классификация САР, в том числе статические и астатические.	ЛК, ЛР
		1.4	Получение математических моделей. Методика составления уравнений "вход-выход". Входные сигналы.	ЛК, ЛР
		1.5	Линеаризация уравнений САР. Принцип суперпозиции.	ЛК, ЛР
		1.6	Преобразование Фурье. Понятие частотной характеристики. Использование частотных характеристик для определения реакции САР. Экспериментальное определение.	ЛК, ЛР
		1.7	Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа.	ЛК, ЛР
		1.8	Понятие передаточной функции. Понятие ЛАХ. Связь ЧХ и ПФ ("s", "jw", "p").	ЛК, ЛР
		1.9	Типовые структурные звенья САР. Пример вывода ПФ апериодического звена	ЛК, ЛР
		1.10	Структурные преобразования схем ЛСС. Примеры. Виды ПФ (замкнутая, по ошибке).	ЛК, ЛР
		1.11	Колебательное звено - свойства. Общая таблица свойств типовых ПФ.	ЛК, ЛР
		1.12	Построение ЧХ, ЛАХ соединений типовых структурных звеньев.	ЛК, ЛР
		1.13	Интеграл Дюамеля. Связь ИПФ с ЧХ и ПФ.	ЛК, ЛР
		1.14	Описание САР в пространстве состояний. Матрица перехода, свойства. Канонические формы,	ЛК, ЛР
Раздел 2	Устойчивость линейных систем	2.1	Понятие устойчивости САР. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Свойства. Принцип аргумента.	ЛК, ЛР
		2.2	Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста-Михайлова.	ЛК, ЛР
		2.3	Модификация критерия Найквиста-Михайлова для астатических систем.	ЛК, ЛР
		2.4	Границы применимости методов оценки с помощью частотных критериев.	ЛК, ЛР
		2.5	Запас устойчивости.	ЛК, ЛР
		2.6	Аналитические критерии устойчивости: критерий Гурвица, Рауса, Зубова	ЛК, ЛР
		2.7	Границы применимости методов оценки с помощью аналитических критериев.	ЛК, ЛР
		2.8	Влияние параметров САР на устойчивость: D-разбиение, корневой годограф.	ЛК, ЛР
Раздел 3	Качество систем автоматического регулирования	3.1	Понятие качества САР. Первичные показатели качества.	ЛК, ЛР
		3.2	Частотные и интегральные методы оценки качества.	ЛК, ЛР
		3.3	Связь частотных характеристик с переходной функцией.	ЛК, ЛР
		3.4	Способность отработки сигналов как оценка качества САР. Коэффициенты ошибки. Способы	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			вычисления коэффициентов ошибки. Влияние астатизма на коэффициенты ошибки и установившуюся ошибку.	
Раздел 4	Коррекция систем автоматического регулирования	4.1	Синтез САР. Основы синтеза.	ЛК, ЛР
		4.2	Виды синтеза САР (структурный, параметрический).	ЛК, ЛР
		4.3	Подходы к коррекции САР.	ЛК, ЛР
		4.4	Метод желаемой ЛАХ Солодовникова. Алгоритм синтеза, связь частотной характеристики и первичных показателей качества для минимальнофазовых звеньев.	ЛК, ЛР
		4.5	ПИД-регулятор. Типовые звенья коррекции.	ЛК, ЛР
		4.6	Теория чувствительности. Понятие инвариантности.	ЛК, ЛР
Раздел 5	Математические модели нелинейных детерминированных систем	5.1	Понятие нелинейных систем. Типовая структурная схема нелинейной системы. Виды нелинейных элементов.	ЛК, ЛР
		5.2	Понятие фазовой плоскости. Построение фазовых диаграмм, метод припасовывания.	ЛК, ЛР
		5.3	Построение линий переключения. Скользящий режим. Метод изоклин. Влияние обратной связи на линии переключения в релейной системе.	ЛК, ЛР
		5.4	Мнимые линии переключения, правило построения. Учёт чистого запаздывания.	ЛК, ЛР
		5.5	Понятие автоколебаний, оценка параметров автоколебаний.	ЛК, ЛР
		5.6	Гармоническая линеаризация. Ряд Фурье. Пример прохождения сигналов через нелинейный элемент. Гипотеза фильтра.	ЛК, ЛР
		5.7	Вывод уравнения линеаризации. Расчёт коэффициентов линеаризации на примере.	ЛК, ЛР
Раздел 6	Устойчивость нелинейных систем	6.1	Понятие устойчивости нелинейных систем. Особые режимы движения нелинейных систем.	ЛК, ЛР
		6.2	Методы оценки устойчивости цикла автоколебаний: алгебраические, графические.	ЛК, ЛР
		6.3	Диаграммы Ламерея. Проверка цикла автоколебаний на устойчивость.	ЛК, ЛР
		6.4	Методы оценки устойчивости автоколебаний: использование частотных критериев Михайлова, Найквиста-Михайлова. Аналогии с устойчивостью линейных систем.	ЛК, ЛР
		6.5	Фазовая граница устойчивости. Алгоритм построения.	ЛК, ЛР
		6.6	Вынужденное движение нелинейных систем при гармоническом воздействии. Функция смещения. Расширение методики на поиск вынужденного движения произвольного детерминированного сигнала.	ЛК, ЛР
		6.7	Общие подходы к оценке устойчивости систем. Устойчивость по Ляпунову. Первая метода Ляпунова. Понятие устойчивости в большом, в малом, асимптотической устойчивости.	ЛК, ЛР
		6.8	Уравнение Ляпунова. Теорема об устойчивости и теорема о неустойчивости.	ЛК, ЛР
		6.9	Критерии гиперустойчивости (абсолютной устойчивости). Частотный критерий В.М. Попова.	ЛК, ЛР
Раздел 7	Исследование случайных процессов в системах	7.1	Понятие случайных величин. Приложение основных характеристик в задачах исследования	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
	автоматического регулирования		САР: математическое ожидание, дисперсия, спектральная плотность, корреляция.	
		7.2	Свойства характеристик случайных величин, понятие сигнала "белый шум".	ЛК, ЛР
		7.3	Прохождение случайного сигнала через линейную стационарную систему автоматического регулирования. Вывод уравнения связи спектральных плотностей.	ЛК, ЛР
		7.4	Математические модели стохастических САР в пространстве состояний. Дисперсионные уравнения.	ЛК, ЛР
		7.5	Формирующий фильтр. Примеры применения.	ЛК, ЛР
		7.6	Методы исследования нелинейных САР при случайных воздействиях. Подходы к статистической линеаризации.	ЛК, ЛР
		7.7	Сравнение методов статистической линеаризации. Экселби, Бутон (Казаков), Пупков.	ЛК, ЛР
Раздел 8	Синтез систем автоматического управления. Оптимизация.	8.1	Модальное управление. Методы назначения корней.	ЛК, ЛР
		8.2	Наблюдающие устройства.	ЛК, ЛР
		8.3	Методы оптимизации систем автоматического управления. Понятие функционала качества.	ЛК, ЛР
		8.4	Классическое вариационное исчисление. Применение уравнений Лагранжа для оптимизации.	ЛК, ЛР
		8.5	Принцип максимума Понтрягина.	ЛК, ЛР
		8.6	Применение подходов при фиксированном и не фиксированном времени управления. Уравнение трансверсальности.	ЛК, ЛР
		8.7	Пример оптимизации управления (Брахистохрона).	ЛК, ЛР
		8.8	Метод динамического программирования. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана.	ЛК, ЛР
		8.9	Методы стохастической оптимизации. Задача Винера. Фильтра Калмана. Принцип разделимости.	ЛК, ЛР
		8.10	Задача АКОР (аналитическое конструирование оптимальных регуляторов).	ЛК, ЛР
Раздел 9	Исследование дискретных систем автоматического управления	9.1	Дискретные САУ. Типы квантования: квантование по уровню, по значению	ЛК, ЛР
		9.2	Пространство состояний и модели непрерывно-дискретных систем.	ЛК, ЛР
		9.3	Типовые звенья дискретных САУ. Влияние экстраполятора. Сравнение реакции на типовые воздействия непрерывных и дискретных систем.	ЛК, ЛР
		9.4	Особенности математического моделирования дискретных систем. Различие импульсных и дискретных систем.	ЛК, ЛР
		9.5	Теорема Котельникова. Эффект транспонирования частот.	ЛК, ЛР
		9.6	Передаточная функция дискретных систем.	ЛК, ЛР
		9.7	Прямое и обратное Z-преобразование.	ЛК, ЛР
		9.8	Прямое и обратное w-преобразование.	ЛК, ЛР
		9.9	Применение методов исследования линейных стационарных непрерывных систем для случая дискретных САУ: оценка устойчивости, коррекция, оптимизация.	ЛК, ЛР
Раздел	Нестационарные	10.1	Нестационарные системы автоматического	ЛК

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
10	системы, общие сведения.		регулируемая. Методы описания, подходы к исследованию.	
		10.2	Построение динамических характеристик нестационарных систем	ЛК

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Персональный компьютер с установленным программным обеспечением MATLAB (с пакетом Simulink), пакет Control Toolbox
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве [Параметр] шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Персональный компьютер с установленным программным обеспечением MATLAB (с пакетом Simulink) пакет Control Toolbox
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Методы классической и современной теории автоматического управления : Учебник в 5-ти т. / Под общ. ред. К.А.Пупкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ, 2004. - 656 с.

2. Пупков Константин Александрович. Теория нелинейных систем

автоматического регулирования : Учебное пособие для вузов. - Юбилейное издание. - М. : Изд-во РУДН, 2009. - 258 с.

3. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. - СПб.: Наука, 1999. - 475 с.

4. Солодовников Владимир Викторович. Теория автоматического управления техническими системами : Учебное пособие / В.В.Солодовников, В.Н.Плотников, А.В.Яковлев. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1993. - 492 с.

Дополнительная литература:

1. Пупков Константин Александрович. Современные методы, модели и алгоритмы интеллектуальных систем : Учебное пособие. - М. : ИПК РУДН, 2008. - 154 с.

2. Пупков Константин Александрович. Статистические методы анализа, синтеза и идентификации нелинейных систем автоматического управления : Учебное пособие для вузов / К. А. Пупков, Н. Д. Егупов, А. И. Трофимов; Под ред. Н. Д. Егупова. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1998. - 562 с.

3. Никульчев Е.В. Практикум по теории управления в среде MATLAB: Учебное пособие. - М.: МГАПИ, 2002. - 88 с.

4. Бесекерский Виктор Антонович. Теория систем автоматического регулирования. - М. : Наука, 1966. - 992 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

[http://www.elsevier.com/locate/scopus/](http://www.elsevier.com/locate/scopus)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Теория автоматического управления».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Теория автоматического управления» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - Ом и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Андриков Денис

Анатолевич

Фамилия И.О.

Старший преподаватель

Должность, БУП

Подпись

Андриков Дмитрий

Анатолевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Разумный Юрий

Николаевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор

Должность, БУП

Подпись

Разумный Юрий

Николаевич

Фамилия И.О.