

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о подписываемом документе:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2022 16:21:56
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Российский университет дружбы народов»

Инженерная академия

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

(наименование дисциплины)

Рекомендовано МССН для направления подготовки

27.03.05 Инноватика

(код и наименование направления подготовки)

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

Управление инновациями в отраслях промышленности

(наименование (направленность/профиль) ОП ВО)

Форма обучения: **очная**

2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теория автоматического управления» является формирование у обучающихся современных принципов и методов теории автоматического управления, подготовить базу знаний для изучения специальных дисциплин теории автоматического управления.

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)

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. УК-1.2. Анализирует задачу, выделяя её базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1. Выбирает оптимальные методы решения задач управления в технических системах

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части блока Б1.О.02.13

В рамках ОП ВО 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

Код компетенции	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/ модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Введение в управление инновационными процессами Управление инновационной деятельностью в промышленности Основы инженерной экономики и менеджмента	Управление инновационными проектами Технологии виртуальной и дополненной реальности Системы управления базами данных Экономическая безопасность инновационного предприятия Теория инноваций Организация управления финансово-хозяйственной

		<p>Управление инновациями на различных этапах жизненного цикла</p> <p>Логистика</p> <p>Дискретная математика в инженерных приложениях</p> <p>Планирование и контроллинг инновационных предприятий</p> <p>Численные методы и методы оптимизации в технике</p> <p>Маркетинг</p> <p>Природоохранная деятельность инновационного предприятия</p> <p>Основы информационной безопасности</p> <p>Основы применения данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем</p>	<p>деятельностью на инновационном предприятии</p> <p>Управление рисками на инновационном предприятии</p> <p>Организация инновационного производства на предприятиях отрасли</p> <p>Управление собственностью на инновационном предприятии</p> <p>Ознакомительная практика</p> <p>Проектная практика</p> <p>Организационно-управленческая практика</p> <p>Преддипломная практика</p> <p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена</p> <p>Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p>
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)	<p>Введение в управление инновационными процессами</p> <p>Управление инновационной деятельностью в промышленности</p> <p>Основы инженерной экономики и менеджмента</p> <p>Управление инновациями на различных этапах жизненного цикла</p> <p>Логистика</p> <p>Дискретная математика в инженерных приложениях</p> <p>Планирование и контроллинг инновационных предприятий</p> <p>Численные методы и методы оптимизации в технике</p> <p>Маркетинг</p>	<p>Управление инновационными проектами</p> <p>Технологии виртуальной и дополненной реальности</p> <p>Системы управления базами данных</p> <p>Экономическая безопасность инновационного предприятия</p> <p>Теория инноваций</p> <p>Организация управления финансово-хозяйственной деятельностью на инновационном предприятии</p> <p>Управление рисками на инновационном предприятии</p> <p>Организация инновационного производства на предприятиях отрасли</p> <p>Управление собственностью на инновационном предприятии</p> <p>Ознакомительная практика</p> <p>Проектная практика</p> <p>Организационно-управленческая практика</p>

	Природоохранная деятельность инновационного предприятия Основы информационной безопасности Основы применения данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем	Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
--	--	--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр		
		5	6	
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	216	144	72	
Лекции (ЛК)	34	18	16	
Лабораторные работы (ЛР)	34	18	16	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	34	18	16	
<i>Самостоятельная работа обучающегося, ак.ч.</i>	87	63	24	
<i>Контроль (экзамен), ак.ч.</i>	27	27		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	216	144	72
	зач.ед.	6	4	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Виды учебной работы
Раздел 1 Математические модели динамические характеристики линейных стационарных систем автоматического регулирования	Тема 1.1. Введение. Аппарат теории автоматического управления. Понятия: оптимизация, регулирование, коррекция. Общая структурная схема САУ.	Л, СР
	Классификация САУ, в том числе статические и астатические.	Л, СР
	Получение математических моделей. Методика составления уравнений "вход-выход". Входные сигналы.	Л
	Линеаризация уравнений САУ. Принцип суперпозиции.	Л, СР
	Преобразование Фурье. Понятие частотной характеристики.	
	Использование частотных характеристик для определения реакции САУ. Экспериментальное определение.	Л, СР
	Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа.	Л, СР
	Понятие передаточной функции. Понятие ЛАХ. Связь ЧХ и ПФ ("s", "jw", "p").	
	Типовые структурные звенья САУ. Пример вывода ПФ апериодического звена	Л, СР
	Структурные преобразования схем ЛСС. Примеры. Виды ПФ (замкнутая, по ошибке).	Л, СР
Колебательное звено - свойства. Общая таблица свойств типовых		

	<p>ПФ. Построение ЧХ, ЛАХ соединений типовых структурных звеньев. Интеграл Дюамеля. Связь ИПФ с ЧХ и ПФ. Описание САР в пространстве состояний. Матрица перехода, свойства. Канонические формы, Управляемость, наблюдаемость.</p>	<p>Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР</p>
<p>Раздел 2 Устойчивость линейных систем</p>	<p>Тема 2.1. Понятие устойчивости САР. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Свойства. Принцип аргумента. Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста-Михайлова. Модификация критерия Найквиста-Михайлова для астатических систем. Границы применимости методов оценки с помощью частотных критериев. Запас устойчивости. Аналитические критерии устойчивости: критерий Гурвица, Рауса, Зубова Границы применимости методов оценки с помощью аналитических критериев. Влияние параметров САР на устойчивость: D-разбиение, корневой годограф.</p>	<p>Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР</p>
<p>Раздел 3 Качество систем автоматического регулирования</p>	<p>Тема 3.1. Понятие качества САР. Первичные показатели качества. Частотные и интегральные методы оценки качества. Связь частотных характеристик с переходной функцией. Способность отработки сигналов как оценка качества САР. Коэффициенты ошибки. Способы вычисления коэффициентов ошибки. Влияние астатизма на коэффициенты ошибки и установившуюся ошибку.</p>	<p>Л, СР Л, СР Л, СР</p>
<p>Раздел 4 Коррекция систем автоматического регулирования</p>	<p>Тема 4.1. Синтез САР. Основы синтеза. Виды синтеза САР (структурный, параметрический). Подходы к коррекции САР. Метод желаемой ЛАХ Солодовникова. Алгоритм синтеза, связь частотной характеристики и первичных показателей качества для минимальнофазовых звеньев. ПИД-регулятор. Типовые звенья коррекции. Теория чувствительности. Понятие инвариантности.</p>	<p>Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР</p>
<p>Раздел 5 Математические модели нелинейных детерминированн ых систем</p>	<p>Тема 5.1. Понятие нелинейных систем. Типовая структурная схема нелинейной системы. Виды нелинейных элементов. Понятие фазовой плоскости. Построение фазовых диаграмм, метод припасовывания. Построение линий переключения. Скользящий режим. Метод изоклин. Влияние обратной связи на линии переключения в релейной системе. Мнимые линии переключения, правило построения. Учёт чистого запаздывания. Понятие автоколебаний, оценка параметров автоколебаний. Гармоническая линеаризация. Ряд Фурье. Пример прохождения сигналов через нелинейный элемент. Гипотеза фильтра. Вывод уравнения линеаризации. Расчёт коэффициентов</p>	<p>Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР</p>

	линеаризации на примере.	Л, СР
Раздел 6 Устойчивость нелинейных систем	Тема 6.1. Понятие устойчивости нелинейных систем. Особые режимы движения нелинейных систем.	Л, СР
	Методы оценки устойчивости цикла автоколебаний: алгебраические, графические.	Л, СР
	Диаграммы Ламерея. Проверка цикла автоколебаний на устойчивость.	Л, СР
	Методы оценки устойчивости автоколебаний: использование частотных критериев Михайлова, Найквиста-Михайлова.	
	Аналогии с устойчивостью линейных систем.	Л, СР
	Фазовая граница устойчивости. Алгоритм построения.	
	Вынужденное движение нелинейных систем при гармоническом воздействии. Функция смещения. Расширение методики на поиск вынужденного движения произвольного детерминированного сигнала.	Л, СР
	Общие подходы к оценке устойчивости систем. Устойчивость по Ляпунову. Первая метода Ляпунова. Понятие устойчивости в большом, в малом, асимптотической устойчивости.	Л, СР
Уравнение Ляпунова. Теорема об устойчивости и теорема о неустойчивости.	Л, СР	
Критерии гиперустойчивости (абсолютной устойчивости).		
Частотный критерий В.М. Попова.		
Раздел 7 Исследование случайных процессов системах автоматического регулирования	Тема 7.1. Понятие случайных величин. Приложение основных характеристик в задачах исследования САР: математическое ожидание, дисперсия, спектральная плотность, корреляция.	Л, СР
	Свойства характеристик случайных величин, понятие сигнала "белый шум".	
	Прохождение случайного сигнала через линейную стационарную систему автоматического регулирования. Вывод уравнения связи спектральных плотностей.	Л, СР
	Математические модели стохастических САР в пространстве состояний. Дисперсионные уравнения.	Л, СР
	Формирующий фильтр. Примеры применения.	Л, СР
	Методы исследования нелинейных САР при случайных воздействиях. Подходы к статистической линеаризации.	Л, СР
Сравнение методов статистической линеаризации. Экселби, Бутон (Казаков), Пупков.		
Раздел 8 Синтез систем автоматического управления. Оптимизация.	Тема 8.1. Модальное управление. Методы назначения корней.	Л, СР
	Наблюдающие устройства. Методы оптимизации систем автоматического управления. Понятие функционала качества.	
	Классическое вариационное исчисление. Применение уравнений Лагранжа для оптимизации.	Л, СР
	Принцип максимума Понтрягина.	Л, СР
	Применение подходов при фиксированном и не фиксированном времени управления. Уравнение трансверсальности.	Л, СР
	Пример оптимизации управления (Брахистохрона).	Л, СР
	Метод динамического программирования. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана.	Л, СР
	Методы стохастической оптимизации. Задача Винера. Фильтра Калмана. Принцип разделимости.	Л, СР
Задача АКОР (аналитическое конструирование оптимальных регуляторов).		

<p>Раздел 9 Исследование дискретных систем автоматического управления</p>	<p>Тема 9.1. Дискретные САУ. Типы квантования: квантование по уровню, по значению. Пространство состояний и модели непрерывно-дискретных систем. Типовые звенья дискретных САУ. Влияние экстраполятора. Сравнение реакции на типовые воздействия непрерывных и дискретных систем. Особенности математического моделирования дискретных систем. Различие импульсных и дискретных систем. Теорема Котельникова. Эффект транспонирования частот. Передаточная функция дискретных систем. Прямое и обратное Z-преобразование. Прямое и обратное w-преобразование. Применение методов исследования линейных стационарных непрерывных систем для случая дискретных САУ: оценка устойчивости, коррекция, оптимизация.</p>	<p>Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР Л, СР</p>
<p>Раздел 10 Нестационарные системы, общие сведения.</p>	<p>Тема 10.1 Нестационарные системы автоматического регулирования. Методы описания, подходы к исследованию. Построение динамических характеристик нестационарных систем.</p>	<p>Л, СР Л, СР</p>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

<p>Тип аудитории</p>	<p>Оснащение аудитории</p>	<p>Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)</p>
<p>Лекционная</p>	<p>Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций</p>	
<p>Семинарская</p>	<p>Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций</p>	
<p>Лаборатория</p>	<p>Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием</p>	
<p>Для</p>	<p>Аудитория для самостоятельной работы</p>	

самостоятельной работы обучающихся	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) Электронно-библиотечная система (ЭБС) РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- 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 «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 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.elsevierscience.ru/products/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

Разработчик:

Доцент департамента механики и процессов управления,
к.ф-м.н., доцент

О.А. Салтыкова

Руководитель базового учебного подразделения:

Директор департамента механики и процессов управления

Ю.Н. Разумный

Руководитель программы:

Доцент департамента инновационного менеджмента
в отраслях промышленности, к.э.н., доцент

Ю.А. Назарова