

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.06.2024 17:36:13
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Мехатроники и робототехники
Кафедра Автоматики и промышленной электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория дискретных и нелинейных систем управления

	бакалавриат
Направление подготовки	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Профиль	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория дискретных и нелинейных систем управления» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 07 марта 2024 г.

Разработчик рабочей программы учебной дисциплины:

Доцент М.В. Годунов
Заведующий кафедрой: Е.А. Рыжкова

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Теория дискретных и нелинейных систем управления» изучается в шестом семестре.

Курсовая работа не предусмотрена.

1.1. Форма промежуточной аттестации:

6 семестр – экзамен.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Теория дискретных и нелинейных систем управления» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Теория линейных систем автоматического управления.
- Цифровые двойники робототехнических систем
- Проектирование мехатронных и робототехнических систем
- Основы цифровой электроники.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Системы управления мехатронными объектами в пространстве состояний
- Моделирование мехатронных систем.
- Методы искусственного интеллекта.
- Компьютерный анализ робототехнических и мехатронных систем.

Результаты освоения учебной дисциплины будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Целями освоения дисциплины «Теория дискретных и нелинейных систем управления» являются:

- применение естественнонаучных и общеинженерных знаний, математического аппарата, методов математического анализа для расчета, моделирования и разработки систем управления технологическими объектами;
- применение цифровых и информационных технологий, специализированного программного обеспечения и аппаратных средств для сбора и анализа научно-технической информации, проведения расчетов, моделирования и разработки средств и систем управления технологическими объектами;
- формирование навыков выбора оптимальных решений систем управления технологическими объектами с учетом научно-технических данных, действующих критериев и ограничений.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенции(й) и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен к проведению конструкторских и расчетных работ по проектированию робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства	ИД-ПК-2.1 Использование методик расчета основных характеристик элементов робототехнических систем	<ul style="list-style-type: none"> – Применяет знания, законы и методы для анализа, моделирования и исследования элементов и систем управления технологическими объектами; – Использует математический аппарат и программное обеспечение для оценки эффективности методов моделирования и выбора оптимальных решений систем управления технологическими объектами с учетом действующих критериев и ограничений.
ПК-4 Способен проводить контроль процессов и ведение документации по пусконаладке, переналадке, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту роботизированных и мехатронных систем	ИД-ПК-4.2 Использование специализированных программных продуктов для контроля параметров мехатронных систем;	<ul style="list-style-type: none"> – Применяет информационные технологии, программные и аппаратные средства для проведения расчетов, моделирования и разработки средств и систем управления технологическими объектами. Работает в программах Mathcad, Matlab. – Использует специализированное программное обеспечение и информационные технологии для сбора, анализа данных и расчета элементов при разработке систем управления с учетом норм и стандартов.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	4	з.е.	128	час.
---------------------------	----------	-------------	------------	-------------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
6 семестр	экзамен	128	14	34	14			34	32
Всего:		128	14	34	14			34	32

3.2. Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
шестой семестр							
ПК-2. ИД-ПК-2.1	Раздел I. Основы теории дискретных систем автоматического управления.	3	4			4	Формы текущего контроля по разделу I: Устное собеседование
	Тема 1.1 Дискретные системы управления. Определение, элементы и сигналы.	2				1	
	Тема 1.2 Аналитическое описание элементов дискретной САУ	1				1	
	Практическая работа №1. Квантование аналоговых сигналов. Квантование по времени, по уровню, по времени и уровню.		2			1	
	Практическая работа №2. Линеаризация нелинейных систем.		2			1	
ПК-2. ИД-ПК-2.1 ПК-4. ИД-ПК-4.2	Раздел II. Основы теории цифровых систем автоматического управления.	7	20	12		20	Формы текущего контроля по разделу II: защита лабораторных работ, <i>Контрольная работа 1</i>
	Тема 2.1 Математический аппарат исследования цифровых систем. Разностные уравнения.	1				1	
	Тема 2.2 Z-преобразование и его свойства.	1				1	
	Тема 2.3 Устойчивость цифровых систем управления	2				1	
	Тема 2.4 Качество цифровых систем управления	1				1	
	Тема 2.5 Типовые законы регулирования в цифровой форме.	1				1	
	Тема 2.6 Синтез цифровой системы управления	1				1	

	Практическая работа №3. Решение разностных уравнений.		4			1	
	Практическая работа №4 Z – преобразование и его свойства.		2			1	
	Практическая работа №5 Передаточные функции цифровых систем		2			1	
	Практическая работа №6 Оценка устойчивости цифровых систем		4			1	
	Практическая работа №7 Расчет ошибок квантования по уровню.		2			1	
	Практическая работа №8 Оценка качества цифровых систем управления		2			1	
	Практическая работа №9 Синтез цифровой системы автоматического регулирования на основе метода корневого годографа.		4			1	
	Лабораторная работа № 1. Исследование элементов дискретной системы в Matlab			2		1	
	Лабораторная работа № 2 Обобщенное Z-преобразование в Matlab			2		2	
	Лабораторная работа №3. Исследование устойчивости дискретных систем управления			4		2	
	Лабораторная работа №4. Синтез цифровой системы управления			4		2	
ПК-2. ИД-ПК-2.1	Раздел III. Основы теории нелинейных систем	4	10	2		10	Формы текущего контроля по разделу III: защита лабораторных работ, <i>Контрольная работа 2,</i> <i>тестирование.</i>
ПК-4. ИД-ПК-4.2	Тема 3.1 Метод фазового пространства. Фазовые портреты линейных и нелинейных систем.	2				1	
	Тема 3.2 Метод гармонического баланса.	1				1	
	Тема 3.3 Устойчивость нелинейных систем.	1				1	
	Практическая работа №10 Анализ фазовых портретов линейных систем.		2			1	
	Практическая работа №11 Анализ фазовых портретов нелинейных систем.		2			1	
	Практическая работа №12 Метод гармонического баланса.		2			1	

	Практическая работа №13 Расчет параметров предельных циклов.		2			1	
	Практическая работа №14. Расчет релейной системы автоматического регулирования		2			1	
	Лабораторная работа №5. Исследование релейной системы автоматического регулирования в Matlab Simulink			2		2	
	Экзамен	х	Х	х	х	32	Устный экзамен по билетам
	ИТОГО за шестой семестр	14	34	14		34	
	ИТОГО за весь период	14	34	14		66	

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел I	Раздел I. Основы теории дискретных систем автоматического управления.	
Тема 1.1	Дискретные системы управления. Определение, элементы и сигналы.	Понятие дискретной системы управления. Виды ДС. Элементы и сигналы ДС. Модуляция дискретных сигналов. Квантование аналоговых сигналов. Квантование по времени, по уровню, по времени и уровню. Линеаризация нелинейных систем.
Тема 1.2	Аналитическое описание элементов дискретной САУ	Аналитическое описание элементов дискретной САУ: аналого-цифрового преобразователя (АЦП), цифро-аналогового преобразователя (ЦАП),
Раздел II	Основы теории цифровых систем автоматического управления.	
Тема 2.1	Математический аппарат исследования цифровых систем.	Исследование цифровых систем. Разностные уравнения. Прямые и обратные разностные уравнения.
Тема 2.2	Z-преобразование и его свойства.	Область существования Z – преобразования. Связь Z-преобразования с преобразованием Лапласа непрерывной функции. Свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование. Обобщенное Z-преобразование. Теоремы Z-преобразования.
Тема 2.3	Устойчивость цифровых систем управления	Определение устойчивости дискретных систем. Необходимое и достаточное условие устойчивости через импульсно-переходную характеристику. Условие устойчивости через передаточную функцию. Критерий Джюри. Графические методы устойчивости.
Тема 2.4	Качество цифровых систем управления	Особенности расчета ошибок дискретных АСУ. Динамическая ошибка. Прохождение случайного сигнала через линейную дискретную систему. Ошибка квантования по уровню. Оценка качества переходного процесса в дискретной системе управления: прямые и косвенные показатели качества переходного процесса.
Тема 2.5	Типовые законы регулирования в цифровой форме.	Типовые законы дискретных регуляторов. Параметры регуляторов.
Тема 2.6	Синтез цифровой системы управления	Порядок астатизма дискретной системы. Условие астатизма. Синтез ДСУ с фиксированной структурой. Синтез ДСУ с произвольной структурой.
Раздел III	Основы теории нелинейных систем	
Тема 3.1	Метод фазового пространства. Фазовые портреты линейных и нелинейных систем.	Свойства нелинейных систем. Классификация нелинейных систем. Построение статических характеристик типовых соединений нелинейных звеньев. Исследование динамических свойств нелинейных систем. Метод фазового пространства. Особые точки на фазовой плоскости.
Тема 3.2	Метод гармонического баланса.	Условия гармонического баланса и эквивалентная передаточная функция нелинейного элемента.
Тема 3.3	Устойчивость нелинейных систем	Определение устойчивости нелинейных систем. Исследование абсолютной устойчивости нелинейной системы.

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим и экзамену;
- изучение учебных пособий;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- проведение исследовательских работ;
- подготовка к защите лабораторных работ;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом;
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

Самостоятельное изучение тем не предусмотрено.

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

При реализации программы учебной дисциплины возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Применяются следующий вариант реализации программы с использованием ЭО и ДОТ

В электронную образовательную среду, по необходимости, могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
смешанное обучение	Лекции	14	в соответствии с расписанием учебных занятий
	Практические работы	34	
	Лабораторные работы	14	

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности Общепрофессиональных и профессиональных компетенций
			ПК-2. ИД-ПК-2.1 ПК-4. ИД-ПК-4.2
высокий		отлично	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает исчерпывающие знания законов и методов в области естественных и инженерных наук и правильно применяет их для расчета, моделирования и разработки систем управления технологическими объектами; – применяет информационные технологии, программные и аппаратные средства для проведения расчетов, моделирования и разработки средств и систем управления технологическими объектами. Работает в специализированных программах. – использует математический аппарат и программное обеспечение для оценки эффективности методов моделирования и выбора оптимальных решений систем управления технологическими объектами с учетом действующих критериев и ограничений свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; – дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.
повышенный		хорошо	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает достаточные знания законов и методов в области естественных и инженерных наук при решении задач моделирования, разработки и исследования элементов и систем управления; – использует на приемлемом уровне математический аппарат и цифровые информационные технологии, специализированные программы для обработки данных при расчете, моделировании и исследовании технических систем управления. – знает критерии и ограничения, влияющие на системы управления технологическим оборудованием и процессами,

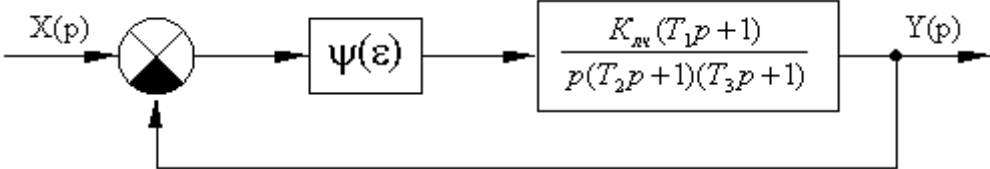
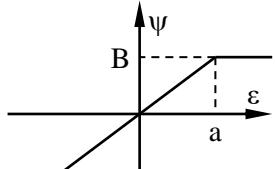
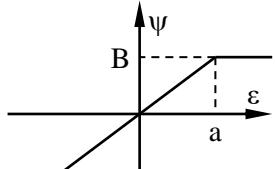
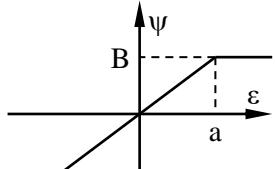
			<ul style="list-style-type: none"> – достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; – допускает единичные негрубые ошибки; – достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; – ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.
базовый		удовлетворительно	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; – демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине; – ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.
низкий		неудовлетворительно	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приемами; – не способен использовать математический аппарат и цифровые информационные технологии для обработки данных при проектировании технических систем; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; – ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.

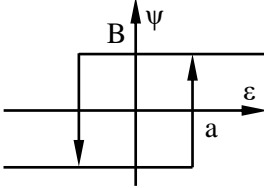
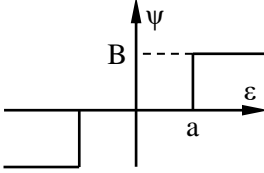
5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Теория дискретных и нелинейных систем управления» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1	Контрольная работа 1 по теме: « Цифровые системы »	<p style="text-align: center;">Вариант №1</p> <p><u>Исходные данные:</u></p> <p>1. Система управления – цифровая. Период дискретности $T_g = 0,1$.</p> <p>2. Объект управления задан дифференциальным уравнением:</p> $y(t) = K_o \int_0^t u(t) dt, \quad K_o = 0,1 \quad 1/c$ <p>3. Устройство связи с объектом управления – фиксирующее звено нулевого порядка с передаточной функцией $D_o(z, p) = \frac{u(p)}{v(z)}$</p> <p>4. Закон управления – пропорциональный, $K_n = 18$.</p> <p><u>Задание</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Составить структурную схему системы управления. 2. Оценить устойчивость системы. Если система неустойчива, изменить характеристики системы. 3. Оценить точность воспроизведения заданного значения при типовых воздействиях. 4. Построить переходной процесс и оценить качество системы. <p style="text-align: center;">Вариант №2</p> <p><u>Исходные данные:</u></p> <p>1. Система управления – цифровая. Период дискретности $T_g = 0,1$.</p> <p>2. Объект управления задан дифференциальным уравнением:</p> $y(t) = K_o \int_0^t u(t) dt, \quad K_o = 0,5 \quad 1/c$ <p>3. Устройство связи с объектом управления – фиксирующее звено нулевого порядка с передаточной функцией $D_o(z, p) = \frac{u(p)}{v(z)}$</p> <p>4. Закон управления – пропорциональный, $K_n = 28$.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий																		
		<p><u>Задание</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Составить структурную схему системы управления. 2. Оценить устойчивость системы. Если система неустойчива, изменить характеристики системы. 3. Оценить точность воспроизведения заданного значения при типовых воздействиях. 4. Построить переходной процесс и оценить качество системы. 																		
2	Контрольная работа 2 по теме: «Исследование динамики системы методом гармонического баланса»	<p>Исследовать динамику нелинейной системы методом гармонического баланса. Структурная схема системы имеет следующий вид:</p>  <p>Если</p> <table border="1" data-bbox="819 753 2083 1072"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>Вид НЭ</th> <th>Уравнение НЭ</th> <th>B</th> <th>a</th> <th>K_{ЛН}</th> <th>T₁</th> <th>T₂</th> <th>T₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>  усилитель с ограничением </td> <td> $\psi(\varepsilon) = \begin{cases} K_{нэ} \cdot \varepsilon; & \varepsilon < a \\ B \cdot \text{sign}(\varepsilon); & \varepsilon \geq a \end{cases}$ </td> <td>1</td> <td>0.5</td> <td>25</td> <td>2 с</td> <td>0.5 с</td> <td>5 с</td> </tr> </tbody> </table>	Вариант	Вид НЭ	Уравнение НЭ	B	a	K _{ЛН}	T ₁	T ₂	T ₃	1	 усилитель с ограничением	$\psi(\varepsilon) = \begin{cases} K_{нэ} \cdot \varepsilon; & \varepsilon < a \\ B \cdot \text{sign}(\varepsilon); & \varepsilon \geq a \end{cases}$	1	0.5	25	2 с	0.5 с	5 с
Вариант	Вид НЭ	Уравнение НЭ	B	a	K _{ЛН}	T ₁	T ₂	T ₃												
1	 усилитель с ограничением	$\psi(\varepsilon) = \begin{cases} K_{нэ} \cdot \varepsilon; & \varepsilon < a \\ B \cdot \text{sign}(\varepsilon); & \varepsilon \geq a \end{cases}$	1	0.5	25	2 с	0.5 с	5 с												

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий								
		8	 <p data-bbox="965 459 1227 560">двухпозиционное реле с гистерезисом</p>	$\psi(\varepsilon) = B \cdot \text{sign}(\varepsilon);$ $\psi(\varepsilon) = +B \begin{cases} \varepsilon > a; \varepsilon > 0 \\ \varepsilon > -a; \varepsilon < 0 \end{cases}$ $\psi(\varepsilon) = -B \begin{cases} \varepsilon < -a; \varepsilon < 0 \\ \varepsilon < a; \varepsilon > 0 \end{cases}$	1	1	10	1 с	0.5 с	2.5 с
		16	 <p data-bbox="965 828 1227 893">трехпозиционное реле</p>	$\psi(\varepsilon) = \begin{cases} 0; \varepsilon < a; \\ B \cdot \text{sign}(\varepsilon); \varepsilon \geq a; \end{cases}$	1	0.5	40	0.5 с	1 с	5 с

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	
3	<i>Контрольная работа итоговая</i>	8. Что является фазовой траекторией в системе с особой точкой “фокус”	1.Эллипс 2.Спираль 3.Гипербола 4.Парабола 5.Окружность
		9. Задана передаточная функция замкнутой системы управления: $W(Z) = \frac{1}{(Z - 4T_g) \cdot (z - 5T_g)}$ Определите из условия устойчивости предельное значение периода дискретности T_g .	1. $T_g = 0,2$ 2. $T_g = 0,4$ 3. $T_g = 0,6$ 4. $T_g = 0,8$ 5. $T_g = 1,0$
		10. Задана передаточная функция цифровой разомкнутой системы управления: $W(Z) = \frac{7}{Z - 5}$. Оцените устойчивость замкнутой системы	1. Система устойчива 2. Система неустойчива 3. Система является нейтральной

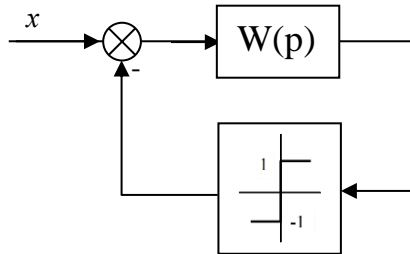
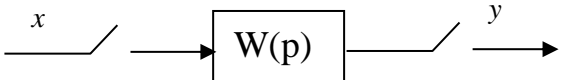
5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Контрольная работа	Правильно отразил в решении задания область знаний. Владеет методикой выполнения поставленной в задании задачи.		5
	Незначительные пробелы в знаниях. Допустил ошибки при использовании основных методов анализа поставленной задачи.		4
	Демонстрирует значительные пробелы в знаниях и грубые ошибки в решении. Делает некорректные выводы по результатам проведенного анализа.		3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Обучающийся не выполнил задания		2
Защита лабораторных работ	Обучающийся представил аккуратно оформленный, согласно требованиям, полный отчет. Правильно отразил в задании область знаний и продемонстрировал применение технических приемов: построение схем, графиков и написание алгоритма программы. Владеет методикой выполнения поставленной в задании задачи.		5
	Незначительно отклонился от требований в части наполнения задания в результате незначительных пробелов в знаниях. Допустил ошибки при использовании основных методов анализа.		4
	Обучающийся представил оформленный отчет с задержкой больше чем на месяц. Грубо нарушил требования по оформлению задания. Демонстрирует значительные пробелы в знаниях и грубые ошибки в решении. Делает некорректные выводы по результатам проведенного анализа.		3
	Обучающийся не выполнил задания		2
Устное собеседование	Обучающийся в процессе собеседования продемонстрировал глубокое знание материала, были даны исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные; свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе		5
	Обучающийся достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит основные понятия, допускает единичные негрубые ошибки; достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;		4
	Обучающийся, слабо ориентируется в материале, в рассуждениях не демонстрирует логику ответа, плохо владеет профессиональной терминологией, не раскрывает суть проблемы и не предлагает конкретного ее решения; ответ отражает знания на базовом уровне		3
	Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания материала, допускает грубые ошибки при его изложении; испытывает серьезные затруднения в применении теоретических и практических положений при решении поставленной задачи; не		2

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	отвечает на поставленные вопросы.		

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
	Семестр №5
Экзамен	<p><u>Билет №1</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды и характеристики импульсов. 2. Метод гармонического баланса 3. Задача. Методом гармонической линеаризации определить амплитуду A и частоту ω автоколебаний в системе, изображенной на рисунке: <div style="text-align: center;">  $W(p) = \frac{10}{(p+1)^3}, x=0.$ </div> <p><u>Билет №5</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод фазового пространства. 2. Передаточная функция системы с дискретным входным сигналом. 3. Задача. На дискретную систему <div style="text-align: center;">  </div>

	<p>с передаточной функцией $W(p) = \frac{1}{p}$ подается сигнал $x(t) = 0.2t$, интервал дискретности $T=0.4$ с. Определить методом деления $y(3T)$, применив для приближенного интегрирования метод трапеций. Сравнить результат с точным аналитическим решением для непрерывной системы и найти погрешность.</p> <p><u>Билет №6</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Особые точки на фазовой плоскости. Понятие устойчивости дискретной системы. Условие устойчивости дискретной системы через передаточную функцию. Задача. Определить методом деления $y(kT)$ для $k=0, 1, 2, 3$ если $x^*(z) = \frac{z}{z-1}$, $W^*(z) = \frac{z}{z-d}$, $d = e^{-\alpha T}$, $\alpha=0.5$, $T=2$.
--	---

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Наименование оценочного средства			
Экзамен	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - показывает исчерпывающие знания законов и методов в области естественных и инженерных наук и правильно применяет их для расчета, моделирования и разработки систем управления технологическими объектами; - применяет информационные технологии, программные и аппаратные средства для проведения расчетов, моделирования и разработки средств и систем управления технологическими объектами. Работает в программах Mathcad, Matlab. - использует математический аппарат и программное обеспечение для оценки эффективности методов моделирования и выбора оптимальных 		5 85% - 100%

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>решений систем управления технологическими объектами с учетом действующих критериев и ограничений;</p> <ul style="list-style-type: none"> - свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; - дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные. <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - показывает достаточные знания законов и методов в области естественных и инженерных наук при решении задач моделирования, разработки и исследования элементов и систем управления; - использует на приемлемом уровне математический аппарат и цифровые информационные технологии, программы Mathcad, Matlab, для обработки данных при моделировании, расчете и исследовании технических систем управления. - знает экономические, экологические, социальные и другие критерии и ограничения, влияющие на системы управления технологическим оборудованием и процессами - достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; - допускает единичные негрубые ошибки; - достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; - ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей. <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>		4 70% - 84%
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; 		3 50% - 69%

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>- демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине;</p> <p>- ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <p>- демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении;</p> <p>- испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;</p> <p>- ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.</p> <p>На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов</p>		2 49% и менее

5.5. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Семестр №6		
Текущий контроль:		
Устное собеседование		2-5
Контрольная работа 1 (раздел 2)		2 – 5
Контрольная работа 2 (раздел 3)		2 – 5
Контрольная работа итоговая(разделы 1-3)		2 – 5
Промежуточная аттестация экзамен		отлично хорошо
Итого за 6 семестр экзамен		удовлетворительно неудовлетворительно

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

100-балльная система	пятибалльная система	
	Экзамен\зачет с оценкой	зачет
85 – 100 баллов	отлично зачтено (отлично)	зачтено
70 – 84 баллов	хорошо зачтено (хорошо)	
50 – 69 баллов	удовлетворительно зачтено (удовлетворительно)	
0 – 49 баллов	неудовлетворительно	не зачтено

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- проектная деятельность;
- проведение интерактивных лекций;
- анализ ситуаций и имитационных моделей;
- преподавание дисциплин в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет: работа с электронными ресурсами www.exponenta.ru, www.autodesk.ru/education; поисковые системы [Web of Science](#), [PatSearch](#);
- дистанционные образовательные технологии: платформа Moodle, сервисы Goggle-meet, Zoom;
- применение электронного обучения, применение инструментов MS Office (Word, Excel, Power Point), Google-таблицы;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины не реализуется.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 1	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели;

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
	технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории: – ноутбук; – проектор
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории: – ноутбук, – проектор; 12 персональных компьютеров.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки:	компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»
аудитории для проведения лабораторных занятий	комплект учебной мебели; 12 персональных компьютеров.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета Moodle.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Тимохин А.Н., Румянцев Ю.Д.	Моделирование систем управления с применением Matlab	Учебное пособие	М.: ИНФРА-М	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=359584	
2	Румянцев Ю.Д., Виниченко С.Н. Захаркина С.В. Власенко О.М.	Основы теории нелинейных и цифровых систем управления	Учебное пособие	М.: РГУ им. А.Н. Косыгина	2019	http://biblio.kosygin-rgu.ru	5
3	Румянцев Ю.Д., Тимохин А.Н., Власенко О.М., Захаркина С.В., Рыжкова Е.А.:	Теория автоматического управления. Мультимедийное сопровождение лекций	Электронное учебное издание	М.: РГУ им. А.Н. Косыгина	2019	http://biblio.kosygin-rgu.ru Утверждено на заседании кафедры, протокол № 8 от 18.02.2019 г.	5
4	Шелудько А.Г., Власенко О.М.	Теория автоматического управления. Часть 2. Дискретные системы. Конспект лекций	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2014	Утверждено на заседании кафедры, протокол № 6 от 10.04.2014 г.	5
5	Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьяыченко Т.А.	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в Matlab	Учебное пособие	СПб.: Издательство «Лань»	2022	https://e.lanbook.com/book/200441	
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Власенко О.М., Годунов М.В., Виниченко С.Н.	Автоматика. Сборник задач.	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2016	Утверждено на заседании кафедры, протокол № 4 от 20.10.2016 г.	5
2	Глазырин Г.В.	Теория автоматического регулирования	Учебник	Новосиб.:НГТУ	2014	http://znanium.com/catalog/product/558731	

3	Тимохин А.Н., Румянцев Ю.Д.	Математическое программирование на ПК в Matlab	Учебное пособие	ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2017	http://biblio.kosygin-rgu.ru	5
4	Ким Д.П.	Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы	Учебное пособие	М.: ФИЗМАТЛИТ	2008	https://e.lanbook.com/book/49085	
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							
1	Тимохин А.Н., Румянцев Ю.Д.	Моделирование систем управления в программе Matlab	Методические указания	М.: РГУ им. А.Н. Косыгина	2018	Утверждено на заседании кафедры, протокол № 4 от 31.10.2018 г.	5
2	Румянцев Ю.Д. Тимохин А.Н. и др.	Лабораторный практикум. “Анализ, исследование и моделирование элементов и систем автоматического управления в программе Matlab”	Методические указания	М.: МГУДТ	2011		5

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Образовательная платформа ЮРАЙТ https://urait.ru/book/
4.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
5.	Электронные ресурсы компании ЦИТМ Экспонента https://exponenta.ru/
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Энциклопедия АСУ ТП. https://www.bookasutp.ru/
2.	Всероссийская патентно-техническая библиотека https://www1.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tehnicheskaya-biblioteka/index.php
3.	Наукометрическая база данных Scopus https://www.scopus.com/home.uri
4.	Наукометрическая база данных Web of Science https://access.clarivate.com/
5.	Российская государственная библиотека https://www.rsl.ru/
6.	Поисковая система PatSearch
7.	Национальная электронная библиотека (НЭБ)

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	Программное обеспечение SIMATIC STEP 7 Professional v15/2017 Combo Software for Training	Договор 44/18-КС от 05.03.2018
4.	Программное обеспечение Autodesk Autocad 2021	ПО свободного доступа по академической программе для студентов и преподавателей ВУЗов, срок действия – 1 год
5.	Программное обеспечение Matlab R2019a	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Программное обеспечение Mathcad Prime 6.0	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ**

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры