|  |  |
| --- | --- |
| 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 информационных технологий |
| 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 | | Мехатронные системы и средства автоматизации | | |
| 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 № 1 от 24.08.2021 г. | | | |
| Разработчик рабочей программы учебной дисциплины: | | | |
|  | Доцент | С.Н. Виниченко | |
| Заведующий кафедрой: | | Д.В. Масанов |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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

Курсовая работа не предусмотрена.

## Форма промежуточной аттестации:

6 семестр – экзамен.

## 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:

* + - Математика;
    - Системы управления линейными объектами в пространстве состояний.
    - Технологические процессы роботизированных производств.

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

* + - Производственная практика. Научно-исследовательская работа
    - Моделирование мехатронных систем в среде Matlab.

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

# 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 информационные 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.

## 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-1. Способен проводить автоматизацию и механизацию технологических операций, включая их анализ, внедрение и контроль за эксплуатацией | ИД-ПК-1.4 Оценивание типов и конструктивных особенностей средств автоматизации и механизации технологических операций | * Применяетзнания, законы и методы в области естественных и инженерных наук для анализа, моделирования и исследования элементов и 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 специализированное программное обеспечение и информационные технологии для сбора, анализа данных и расчета элементов при разработке систем управления с учетом норм и стандартов; * 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-3. Способен проводить научно-исследовательские, опытно-конструкторские разработки, а также работы по обработке и анализу результатов исследований | ИД-ПК-3.1 Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; |
| ПК-5. Способен проводить контроль процессов и ведение документации по пусконаладке, переналадке, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту роботизированных и мехатронных систем | ИД-ПК-5.3 Оценивание принципов работы, технические характеристики используемого при техническом обслуживании и ремонте вспомогательного оборудования; |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения – | **4** | **з.е.** | **144** | **час.** |

## 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 | 144 | 19 | 38 | 19 |  |  | 32 | 36 |
| Всего: |  | 144 | 19 | 38 | 19 |  |  | 32 | 36 |

## 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** |
|  | **шестойсеместр** | | | | | | |
| ПК-1.  ИД-ПК-1.4  ПК-3.  ИД-ПК-3.1  ПК-5.  ИД-ПК-5.3 | **Раздел I.**  **Основы теории дискретных систем автоматического управления.** | **3** | **4** |  |  |  | Формы текущего контроля  по разделу I:  Устное собеседование |
| Тема 1.1  Дискретные системы управления. Определение, элементы и сигналы. | 2 |  |  |  |  |
| Тема 1.2  Аналитическое описание элементов дискретной САУ | 1 |  |  |  |  |
| Практическая работа №1. Квантование аналоговых сигналов. Квантование по времени, по уровню, по времени и уровню. |  | 2 |  |  |  |
| Практическая работа №2. Линеаризация нелинейных систем. |  | 2 |  |  |  |
|  | **Раздел II.**   **Основы теории цифровых систем автоматического управления.** | **11** | **24** | **16** |  |  | Формы текущего контроля  по разделу II:  защита лабораторных работ,  *Контрольная работа 1* |
| Тема 2.1  Математический аппарат исследования цифровых систем. Разностные уравнения. | 2 |  |  |  |  |
| Тема 2.2  Z-преобразование и его свойства. | 2 |  |  |  |  |
| Тема 2.3  Устойчивость цифровых систем управления | 2 |  |  |  |  |
| Тема 2.4  Качество цифровых систем управления | 2 |  |  |  |  |
| Тема 2.5  Типовые законы регулирования в цифровой форме. | 1 |  |  |  |  |
| Тема 2.6  Синтез цифровой системы управления | 2 |  |  |  |  |
| Практическая работа №3. Решение разностных уравнений. |  | 4 |  |  |  |
| Практическая работа №4 Z – преобразование и его свойства. |  | 4 |  |  |  |
| Практическая работа №5 Передаточные функции цифровых систем |  | 4 |  |  |  |
| Практическая работа №6 Оценка устойчивости цифровых систем |  | 4 |  |  |  |
| Практическая работа №7 Расчет ошибок квантования по уровню. |  | 2 |  |  |  |
| Практическая работа №8 Оценка качества цифровых систем управления |  | 2 |  |  |  |
| Практическая работа №9 Синтез цифровой системы автоматического регулирования на основе метода корневого годографа. |  | 4 |  |  |  |
| Лабораторная работа № 1. Исследование элементов дискретной системы в Matlab |  |  | 4 |  |  |
| Лабораторная работа № 2 Обобщенное Z-преобразование в Matlab |  |  | 4 |  |  |
| Лабораторная работа №3. Исследование устойчивости дискретных систем управления |  |  | 4 |  |  |
| Лабораторная работа №4. Синтез цифровой системы управления |  |  | 4 |  |  |
| ПК-1.  ИД-ПК-1.4  ПК-3.  ИД-ПК-3.1  ПК-5.  ИД-ПК-5. | **Раздел III.**   **Основы теории нелинейных систем** | **5** | **10** | **3** |  |  | Формы текущего контроля  по разделу III:  защита лабораторных работ, *Контрольная работа 2,*  *тестирование.* |
| Тема 3.1  Метод фазового пространства. Фазовые портреты линейных и нелинейных систем. | 2 |  |  |  |  |
| Тема 3.2  Метод гармонического баланса. | 1,5 |  |  |  |  |
| Тема 3.3  Устойчивость нелинейных систем. | 1,5 |  |  |  |  |
| Практическая работа №10 Анализ фазовых портретов линейных систем. |  | 2 |  |  |  |
| Практическая работа №11 Анализ фазовых портретов нелинейных систем. |  | 2 |  |  |  |
| Практическая работа №12 Метод гармонического баланса. |  | 2 |  |  |  |
| Практическая работа №13 Расчет параметров предельных циклов. |  | 2 |  |  |  |
| Практическая работа №14. Расчет релейной системы автоматического регулирования |  | 2 |  |  |  |
| Лабораторная работа №5. Исследование релейной системы автоматического регулирования в Matlab Simulink |  |  | 3 |  |  |
|  | Экзамен | х | Х | х | х | **36** | Устный экзамен по билетам |
|  | **ИТОГО за шестойсеместр** | **19** | **38** | **19** |  | **32** |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **19** | **38** | **19** |  | **68** |  |

## 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 Джури. 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. |

## 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.

## 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 |  | в соответствии с расписанием учебных занятий |
| Практические работы |  |
| Лабораторные работы |  |

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

## 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-1.  ИД-ПК-1.4  ПК-3.  ИД-ПК-3.1  ПК-5.  ИД-ПК-5. |
| высокий |  | отлично | Обучающийся:   * 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 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 | Обучающийся:   * 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 расчете, моделировании и исследовании технических систем управления. * знает 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. |
| базовый |  | удовлетворительно | Обучающийся:   * 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 | Обучающийся:   * демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; * испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; * 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. |

# 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.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Контрольная работа 1 по теме: «**Цифровые системы**» | Вариант №1  Исходные данные:  1.Система управления – цифровая. Период дискретности Тg = 0,1.  2. Объект управления задан дифференциальным уравнением:  ,  3. Устройство связи с объектом управления – фиксирующее звено нулевого порядка с передаточной функцией  4. Закон управления – пропорциональный, Кп = 18.  Задание   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.   Вариант №2  Исходные данные:  1.Система управления – цифровая. Период дискретности Тg = 0,1.  2. Объект управления задан дифференциальным уравнением:  ,  3. Устройство связи с объектом управления – фиксирующее звено нулевого порядка с передаточной функцией  4. Закон управления – пропорциональный, Кп = 28.  Задание   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**» | Исследовать динамику нелинейной системы методом гармонического баланса. Структурная схема системы имеет следующий вид:    Если   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Вариант | Вид НЭ | Уравнение НЭ | В | а | Клч | Т1 | Т2 | Т3 | | 1 | усилитель с ограничением  B  a  ε  ψ |  | 1 | 0.5 | 25 | 2 с | 0.5 с | 5 с | | 8 | двухпозиционное реле с гистерезисом  B  a  ε  ψ |  | 1 | 1 | 10 | 1 с | 0.5 с | 2.5 с | | 16 | трехпозиционное  B  a  ε  ψ  реле |  | 1 | 0.5 | 40 | 0.5 с | 1 с | 5 с | |
| 3 | *Контрольная работа итоговая* | |  |  | | --- | --- | | 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:    Определите из условия устойчивости пре- дельное значение периода дискретности . | 1.  2.  3.  4.  5. | | 10. Задана передаточная функция цифровой разомкнутой системы управления:  . Оцените устойчивость замкнутой системы | 1.Система устойчива  2.Система неустойчива  3.Система является нейтральной | |

## 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 |
| 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 серьёзные затруднения в применении теоретических и практических положений при решении поставленной задачи; не отвечает на поставленные вопросы. |  | 2 |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы**  **для проведения промежуточной аттестации:** |
| **Семестр №5** | |
| Экзамен | Билет №1   1. Виды и характеристики импульсов. 2. Метод гармонического баланса 3. Задача. Методом гармонической линеаризации определить амплитуду ***А*** и частоту ***ω*** автоколебаний в системе, изображенной на рисунке:   *х*  -  W(p)    , *х=0.*  Билет №5   1. Метод фазового пространства. 2. Передаточная функция системы с дискретным входным сигналом. 3. Задача. На дискретную систему   *y*  *x*  W(p)  c передаточной функцией  подается сигнал , интервал дискретности Т=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.  Билет №6   1. Особые точки на фазовой плоскости. 2. Понятие устойчивости дискретной системы. Условие устойчивости дискретной системы через передаточную функцию. 3. Задача. Определить методом деления y(kT) для k=0, 1, 2, 3 если ,   , , α=0.5, Т=2. |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** | |
| Экзамен | Обучающийся:  - 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 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.  Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами. |  | 5 | 85% - 100% |
| Обучающийся:  - 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.  В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. |  | 4 | 70% - 84% |
| Обучающийся:  - 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.  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. |  | 3 | 50% - 69% |
| Обучающийся:  - демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении;  - испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;  - ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.  На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов |  | 2 | 49% и менее |

## 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 №5** | | |
| Текущий контроль: |  |  |
| Контрольная работа 1 (раздел 2) |  | 2 – 5 |
| Контрольная работа 2 (раздел 3) |  | 2 – 5 |
| Итоговое тестирование (разделы 1-5) |  | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация  экзамен |  | отлично  хорошо  удовлетворительно  неудовлетворительно |
| **Итого за 5 семестр**  экзамен |  |

* + - 1. 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 |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. 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](http://www.exponenta.ru), [www.autodesk.ru/education](http://www.autodesk.ru/education); поисковые системы [Web of Science](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php), [PatSearch](https://www.fips.ru/about/vptb-otdelenie-vserossiyskaya-patentno-tekhnicheskaya-biblioteka/poiskovye-sistemy-i-bazy-dannykh.php);
    - 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.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины не реализуется.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются 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.
      2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
      3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
      4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
      5. 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.).
      6. 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.
      7. 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.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
      2. 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;  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. |

* + - 1. 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 | 640х480, 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.

# 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 |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

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

## Перечень программного обеспечения

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