|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  Озерский технологический институт -  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  (ОТИ НИЯУ МИФИ) | | | |
|  | | |
| УТВЕРЖДАЮ  Директор  И. А. Иванов  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_\_ | | |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | |
| Теория автоматического управления | | |
| (наименование дисциплины) | | |
|  | | |
| Направление подготовки (специальность): | 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств | |
|  |  | |
| Профиль подготовки: | Технология машиностроения | |
|  |  | |
| Наименование образовательной программы: | Технология машиностроения | |
|  |  | |
| Квалификация (степень) выпускника: | бакалавр |  |
| (бакалавр, магистр, специалист) |  |
|  |  | |
| Форма обучения: |  |  |
| (очная, очно-заочная (вечерняя), заочная) |  |

г. Озерск, 2021 г.

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Теория автоматического управления» являются: подготовка высококвалифицированного бакалавра, глубоко знающего основы теории автоматического управления и умеющего выполнять исследовательские и расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию автоматических систем с широким использованием средств современной вычислительной техники. способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

Изучение дисциплины «Теория автоматического управления» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- освоение принципов функционирования и построения математических моделей объектов и систем непрерывного и дискретного управления;

- формирование у студентов современного представления о технических средствах САУ;

- развитие у студентов навыков самостоятельно решать конкретные технологические и проектные задачи;

- приобретение необходимых знаний для освоения способов синтеза САУ и научить обоснованно выбирать их;

- ознакомление с современными методами анализа динамических систем с использованием типовых пакетов прикладных программ;

- усвоение основных положений современной теории оптимального и адаптивного управления.

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной образовательной программы бакалавриата «Технология машиностроения», модуль «Общепрофессиональный».

Результатом освоения курса «Теория автоматического управления» является создание теоретических основ для формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

ПК-1.1 Способен автоматизировать производственный процесс по изготовлению химического оборудования с использованием оборудования с ЧПУ и робототехнических комплексов и разрабатывать управляющие программы для оборудования с ЧПУ;

ПК-4 Способен участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации, выборе технологий;

ПК-7 Способен участвовать в приемке и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств.

1. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен знать: основные принципы и схемы автоматического управления, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования, содержание и методы линейной теории систем, методы пространства состояний и комплексной частотные и алгебраические методы исследования, автоматических систем, виды регуляторов, виды нелинейностей систем, способы синтеза и оптимизации автоматических систем, математические выражения и физический смысл основных критериев оптимальности, современные методы синтеза оптимальных систем и области их практического применения, принципы адаптации, самонастройки и структурные схемы их реализаций.

В результате освоения дисциплины студент должен уметь: составлять математические модели систем, осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, строить частотные и временные характеристики, анализировать устойчивость и качество линейных и нелинейных САУ, применять математические методы для анализа общих свойств линейных систем, производить анализ и линейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных возмущениях, провести расчет настроек регулятора, осуществлять синтез и оптимизацию автоматических систем, применять методы для решения конкретных задач синтеза алгоритмов оптимального управления, определять структуру и параметры регуляторов для разомкнутых и замкнутых систем, реализующих заданный критерий оптимальности, осуществлять синтез оптимальных систем при условии параметрической неопределенности объекта.

В результате освоения дисциплины студент должен владеть: - Владеть: составления математических моделей систем управления, преобразования структурных схем систем управления, исследования линейных и нелинейных систем управления, расчета и выбора регуляторов, синтеза систем управления.

В результате освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции и планируются следующие результаты обучения по дисциплине:

ПК-1.1 Способен автоматизировать производственный процесс по изготовлению химического оборудования с использованием оборудования с ЧПУ и робототехнических комплексов и разрабатывать управляющие программы для оборудования с ЧПУ;

ПК-4 Способен участвовать в организации процессов разработки и изготовления изделий машиностроительных производств, средств их технологического оснащения и автоматизации, выборе технологий;

ПК-7 Способен участвовать в приемке и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 кредита, 72 часа, зачет

6 семестр: контактная работа 34 (лекции 16, лабораторные 8, практики 10),

самостоятельная работа 38

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной  дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | Текущий контроль  успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестация раздела  *(неделя, форма)* | Макс. балл за раздел |
| Лекции | Пр.З. | Лаб.р. |
| **6 семестр** | | | | | | | | |
| 1 | 1. Предмет и задачи автоматического управления. Классификация систем по основным признакам.    1. Предмет и задачи автоматики.    2. Статистические и динамические системы.    3. Понятие о состоянии системы.   Структура систем автоматического управления (САУ) | 1 | 2 | 0 | 0 |  | 17 неделя  зачет | 4 |
| 2 | 1. Методы математического описания систем управления    1. Общий метод составления и линеаризации дифференциальных уравнений, геометрическая интерпретация процесса линеаризации.    2. Преобразование Лапласа.    3. Типовые звенья САУ, их описание и динамические характеристики.    4. Дифференциальные уравнения скалярных линейных стационарных систем.    5. Характеристические уравнения системы в разомкнутом и замкнутом состоянии.    6. Передаточные функции САУ по настройке и возмущению.   Принцип суперпозиции, эквивалентные структурные преобразования. | 2-6 | 4 | 2 | 4 | Защита ЛР  5-6 | 17 неделя  зачет | 20 |
| 3 | 1. Устойчивость линейных САУ.    1. Общие понятия об устойчивости движения.    2. Необходимое и достаточное условие устойчивости замкнутой САУ.    3. Теоремы Ляпунова.    4. Алгебраические критерии устойчивости.    5. Принцип аргумента.    6. Критерий Михайлова.    7. Частотный критерий устойчивости Найквиста.    8. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе.   Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. | 7-9 | 2 | 0 | 4 | Защита ЛР  8-9 | 17 неделя  Зачет | 10 |
| 4 | 1. Управление линейными стационарными объектами.    1. Закон управления.    2. Методы формирования различных законов управления.    3. Управление конечным состоянием.   Общие понятия об управляемости и наблюдаемости САУ. | 10-11 | 2 | 2 | 0 |  | 17 неделя  Зачет | 8 |
| 5 | 1. Качество процессов САУ. Показатели качества. Методы оценки качества.    1. Классический метод построения переходного процесса.    2. Связь частотных характеристик с показателями качества.    3. Частотный метод построения процесса управления.    4. Методы оценки качества систем управления.    5. Частотные методы оценки качества.    6. Запасы по фазе и амплитуде, показатели колебательности, быстродействия.   Использование А.Ф.Х. для построения вещественной частотной характеристики и оценки качества. | 12-13 | 2 | 2 | 0 |  | 17 неделя  Зачет | 8 |
| 6 | 1. Синтез линейных систем управления. Методы синтеза.   Общие задачи синтеза по заданным качеству и точности, коррекция статических и динамических характеристик САУ, свойства корректирующих звеньев. Синтез последовательного корректирующего устройства и дополнительной обратной связи по Л.А.Х. и Л.Ф.Х. | 14-15 | 2 | 2 | 0 |  | 17 неделя  Зачет | 8 |
| 7 | 1. Адаптивные системы автоматического управления.    1. Классификация адаптивных САУ.    2. Беспоисковые САУ прямого адаптивного упраления.    3. АДСАУ с информацией о частотных. временных характеристиках и АДСАУ с моделью.    4. АДСАУ непрямого адаптивного управления.    5. Методы синтеза структуры основного контура АДСАУ.   Проектирование программного обеспечения производственных систем. | 16-17 | 2 | 2 | 0 |  | 17 неделя  Зачет | 8 |
|  |  |  | **16** | **10** | **8** |  | Зачет | 34 |
|  | Итого за 6 семестр: | | | | | | | 100 |

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации образовательных технологий. При освоении разделов дисциплины используется сочетание видов учебной деятельности (лекция, практическое занятие, самостоятельная работа) с различными методами ее активизации:

* модульно-рейтинговое обучение;
* контекстное обучение;
* технология поэтапного формирования умственных действий;
* технология развивающего обучения;
* элементы технологии развития критического мышления;
* IT-методы;
* Работа в команде;
* Проблемное обучение;
* Контекстное обучение;
* Обучение на основе опыта;
* Метод проектов.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий, задающих организационные формы образовательного процесса:

* лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, лекция-визуализация, проблемная лекция);
* лабораторные работы (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, интерактивное выполнение);
* тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
* активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка отчетов по лабораторным работам);
* самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), при проведении контроля выполнения лабораторных работ, использование мультимедиа-средств при проведении лекционных занятий.

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Дисциплина изучается в шестом семестре. Оценочные средства дисциплины состоят из текущего контроля выполнения заданий и промежуточной аттестации (зачета). Эти средства содержат перечень вопросов, ответы на которые дают возможность студенту продемонстрировать, а преподавателю оценить степень усвоения теоретических знаний на уровне знакомства; заданий, позволяющих оценить приобретенные студентами практические умения на репродуктивном уровне; задач для оценки приобретенных студентами когнитивных умений на продуктивном уровне; проблем, позволяющих оценить профессиональные и общекультурные компетенции студентов.

По результатам текущего контроля, практических, лабораторных работ формируется допуск студента к зачету. Зачет проводится в устной форме.

Темы практических работ:

1. Типовые звенья САУ, их описание и динамические характеристики.
2. Характеристические уравнения системы в разомкнутом и замкнутом состоянии.
3. Передаточные функции САУ по настройке и возмущению.
4. Принцип суперпозиции, эквивалентные структурные преобразования.
5. Алгебраические критерии устойчивости. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
6. Запасы устойчивости по амплитуде и фазе.
7. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
8. Управление линейными стационарными объектами.
9. Качество процессов САУ. Показатели качества. Методы оценки качества. Запасы по фазе и амплитуде, показатели колебательности, быстродействия.
10. Адаптивные системы автоматического управления.

Темы лабораторных работ:

1. Типовые звенья САУ. Характеристики схем соединения линейных звеньев.

2. Устойчивость и качество линейных систем.

Вопросы к зачету

Перечислите принципы управления и поясните их.

Что представляет собой закон управления?

Каково назначение регулятора в системе?

По каким признакам классифицируются системы управления?

Дайте классификацию систем по виду задающего воздействия.

Назовите необходимые и достаточные условия линейности систем.

Что представляет собой система управления?

Перечислите основные элементы системы автоматического управления

Каково назначение математического описания систем?

Что такое динамика системы?

Чем отличается математическое описание динамики системы от описания ее статики?

Что представляет собой условие физической реализуемости системы?

Каким образом линеаризуются дифференциальные уравнения?

Назовите формы записи линеаризованных уравнений.

Каким образом перейти к первой форме записи дифференциального

уравнения звена? Как в этом случае называются коэффициенты?

Как перейти от дифференциального уравнения к операторному?

Дайте определение передаточной функции.

Как по дифференциальному уравнению звена найти его передаточную функцию?

Что такое динамическое звено и его характеристика?

Дайте определение основных характеристик.

Какие частотные характеристики используются для исследования систем?

Почему ЛЧХ нашли большое применение в инженерной практике?

По каким признакам классифицируются типовые динамические звенья?

Перечислите группы основных типов звеньев.

Что представляет собой структурная схема системы управления?

Какие способы соединений звеньев используются в системах?

Как находятся передаточные функции смешанных соединений звеньев?

Дайте определение устойчивости системы с физической и математической точек зрения.

Какой характер имеет переходный процесс в устойчивой и неустойчивой системах?

Сформулируйте необходимое условие устойчивости.

Что такое критерии устойчивости?

Что такое граница устойчивости? Каким образом при этом расположены корни характеристического уравнения системы на плоскости комплексного переменного?

Сформулируйте критерий устойчивости Гурвица.

Каким образом по критерию Гурвица определяются границы устойчивости?

Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста.

Что такое запасы устойчивости? Каким образом они определяются по АФЧХ разомкнутой системы?

Как определяются запасы устойчивости по ЛЧХ?

Дайте понятие качества работы системы управления. Чем оно определяется?

Что представляют собой критерии качества?

Как производится оценка точности работы систем?

Чему равны первые два коэффициента ошибок в системах с астатизмом первого и второго порядков?

Определите показатели качества переходного процесса и частотные показатели, поясните их физический смысл.

Поясните связь частотных показателей качества работы системы с частотными характеристиками разомкнутой цепи.

Что представляют собой корневые оценки качества?

В чем удобство и недостатки интегральных критериев качества?

Каким образом экспериментальным путем можно оценить качество работы системы?

Какова роль моделирования систем управления?

Перечислите общие методы повышения точности систем управления. Поясните их.

Дайте понятие астатических системы управления. Каким образом определяется степень астатизма?

В чем преимущество повышения степени астатизма системы с помощью изодромных устройств?

1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Кузьмин А.В. Теория систем автоматического управления: Учебник для ВПО. Гриф УМО/ А.В. Кузьмин, А.Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. -224 с.
2. Система автоматического управления: теория, применение, моделирование в МАТЛАВ: учебное пособие /Ощепков А.Ю. –М.: Лань, 2013.

б) дополнительная литература:

1. Изарова Е.Г. Тренажер: определения и формулы «Основ теории автоматического управления»: учебное пособие. – Озерск, ОТИ НИЯУ МИФИ, 2021. – 57 с.
2. Изарова Е.Г. Карточки контрольных работ: определения, формулы и графики «Основ теории автоматического управления»: учебное пособие для вузов. – Озерск, ОТИ МИФИ, 2022.
3. Изарова Е.Г. УМДК «Основы теории автоматического управления» (Электронный ресурс): учебно-методическое пособие. – Озерск, ОТИ МИФИ, 2009.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Специальное программное MathCAD; ЭБС «Лань»: e.lanbook.com.

1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения практических и лабораторных занятий необходим компьютерный класс (до 11 рабочих мест).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение».

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности):

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

|  |  |
| --- | --- |
| Автор(ы) | заведующий кафедрой Электроники и автоматики, к. пед. Н. Изарова Елена Геннадьевна |
| Рецензент(ы) | Главный метролог – начальник службы ФГУП «ПО «Маяк» С.Л. Мелёхин |
| Программа одобрена на заседании  методического совета кафедры |  |