МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Рабочая программа дисциплины (модуля)

# ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление и направленность (профиль)
15.03.06 Мехатроника и робототехника. Мехатроника и робототехника

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Теория автоматического управления» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (утв. приказом Минобрнауки России от 17.08.2020г. №1046) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Гребенюк И.В.*

Утверждена на заседании кафедры инженерно-технических наук от 14.04.2026 , протокол № 6

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Гребенюк И.В.

| **ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ** | |
|---|---|
| Сертификат | iv_1642677251 |
| Номер транзакции | 00000000010979B1 |
| Владелец | Гребенюк И.В. |

## 1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины «Теория автоматического управления» является ознакомление студентов с основными положениями, методами и подходами теории автоматического управления, необходимыми при создании, исследовании и эксплуатации систем и средств автоматизации, и управления. Обучить их принципам построения систем автоматического управления (САУ), формирования и преобразования моделей систем, методам их анализа и синтеза и развить практические навыки в указанных областях.

Задачи освоения дисциплины:

- изучить основные положения теории управления, принципы и методы построения моделей систем управления, методы расчета и оптимизации непрерывных линейных и нелинейных систем при детерминированных воздействиях;
- овладеть алгебраическими и частотными методами анализа устойчивости и показателей качества процессов управления, а также методами синтеза линейных САУ;
- изучить особенности и основные методы исследования процессов управления, автоколебаний и устойчивости нелинейных САУ (метод фазовой плоскости, метод гармонической линеаризации, метод Ляпунова);
- изучить основные принципы построения линейных, псевдолинейных и нелинейных корректирующих устройств в нелинейных системах автоматического управления.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

| Название ОПОП ВО, сокращенное | Код и формулировка компетенции | Код и формулировка индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Код результата | Формулировка результата | |
| 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (Б-МР) | ОПК-11 : Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в | ОПК-11.1к : Знает методы и средства проведения расчета при проектировании мехатронных и робототехнических систем | РД1 | Знание | основных положений теории управления, принципов и методов построения моделей систем управления, методов расчета и оптимизации непрерывных линейных и нелинейных систем при детерминированных воздействиях |
| | | ОПК-11.2к : Применяет основные методы и средства расчета при проектировании мехатронных и робототехнических систе | РД2 | Умение | пользоваться алгебраическими и частотными методами анализа устойчивости и показателей качества процессов управления, а также методами синтеза линейных САУ |
| | | | РД3 | Навык | владения принципами построения линейных, псевдолинейных и нелинейных корректирующих |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем | | | | устройств в нелинейных системах автоматического управления |

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

| **Воспитательные задачи** | **Формирование ценностей** | **Целевые ориентиры** |
|---|---|---|
| **Формирование гражданской позиции и патриотизма** | | |
| Воспитание уважения к истории и культуре России | Высокие нравственные идеалы | Активная жизненная позиция |
| **Формирование духовно-нравственных ценностей** | | |
| Воспитание нравственности, милосердия и сострадания | Высокие нравственные идеалы | Соблюдение моральных принципов |
| **Формирование научного мировоззрения и культуры мышления** | | |
| Формирование культуры интеллектуального труда и научной этики | Созидательный труд | Трудолюбие |
| **Формирование коммуникативных навыков и культуры общения** | | |
| Воспитание культуры диалога и уважения к мнению других людей | Созидательный труд | Культурная идентичность |

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана и проводится в 6-7 семестрах.

Входными требованиями, необходимыми для освоения дисциплины, является наличие у обучающихся компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Информатика», «Математический анализ», «Дискретная математика», «Физика», «Математические основы теории автоматического управления». На данную дисциплину опираются дисциплины «Оптимальные системы управления», «Роботы и робототехнические системы».

## 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

| Название ОПОП ВО | Форма обуче-ния | Часть УП | Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО) | Трудо-емкость | Объем контактной работы (час) | | | | | | СРС | Форма аттес-тации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | (З.Е.) | Всего | Аудиторная | | | Внеауди-торная | | | |
| | | | | | | лек. | прак. | лаб. | ПА | КСР | | |
| 15.03.06 Мехатроника и робототехника | ОФО | Б1.Б | 6 | 6 | 91 | 36 | 36 | 18 | 1 | 0 | 125 | Э |
| 15.03.06 Мехатроника и робототехника | ОФО | Б1.Б | 7 | 6 | 91 | 36 | 36 | 18 | 1 | 0 | 125 | Э |

## 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

| № | Название темы | Код ре-зультата обучения | Кол-во часов, отведенное на | | | | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Лек | Практ | Лаб | СРС | |
| **1 семестр** | | | | | | | |
| 1 | Основные понятия теории автоматического управления. Математические модели и характеристики САУ | РД1, РД2 | 12 | 12 | 6 | 40 | Устный опрос, практическая работа, лабораторная работа |
| 2 | Анализ основных свойств линейных САУ. Устойчивость и показатели качества переходных процессов | РД1, РД2 | 12 | 12 | 6 | 40 | Устный опрос, практическая работа, лабораторная работа |
| 3 | Методы синтеза линейных САУ с заданными показателями качества | РД1, РД2, РД3 | 12 | 12 | 6 | 45 | Устный опрос, практическая работа, лабораторная работа |
| **2 семестр** | | | | | | | |
| 4 | Анализ поведения нелинейных САУ методом фазовой плоскости | РД2, РД3 | 12 | 12 | 6 | 40 | |
| 5 | Исследование периодических режимов нелинейных САУ методом гармонического баланса | РД2, РД3 | 12 | 12 | 6 | 40 | Устный опрос, практическая работа, лабораторная работа |
| 6 | Устойчивость положений равновесия нелинейных САУ. Второй метод Ляпунова. | РД3 | 12 | 12 | 6 | 45 | Устный опрос, практическая работа, лабораторная работа |
| **Итого по таблице** | | | **72** | **72** | **36** | **250** | |

**4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО**

**1 семестр**

*Тема 1 Основные понятия теории автоматического управления. Математические модели и характеристики САУ.*

Содержание темы: Сущность проблемы автоматического управления и фундаментальные принципы управления. Основные понятия теории управления. Классификация систем управления (СУ). Законы регулирования. Поведение объектов и СУ. Информация и принципы управления. Примеры СУ техническими, экономическими и организационными объектами. Рассматриваются задачи теории управления. Линейные непрерывные модели и характеристики СУ. Преобразование Лапласа и его свойства. Модели вход-выход, дифференциальные уравнения и передаточные функции СУ. Передаточная функция в форме изображений Лапласа и в операторной форме, передаточные функции СУ. На лекции подробно рассматриваются особенности частотных характеристик систем управления. На лекции подробно рассматриваются особенности временных характеристик систем управления. Рассматриваются элементарные звенья СУ и их характеристики. Структурные схемы СУ, правила их преобразования, вычисление передаточных функций СУ. Модели вход-состояние-выход. Преобразования форм представления моделей. Дифференциальные уравнения многомерных систем.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекции, практика,лабораторные занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: выполнение работы над ошибками, завершение практической работы, подготовка отчета по лабораторной работе, поиск информации по теме занятия.

*Тема 2 Анализ основных свойств линейных САУ. Устойчивость и показатели качества переходных процессов.*

Содержание темы: Анализ основных свойств линейных СУ. Устойчивость, инвариантность, чувствительность, управляемость и наблюдаемость СУ. Определение устойчивости по Ляпунову, теорема об устойчивости по первому приближению. Характеристическое уравнение, условия и алгебраические критерии устойчивости линейных СУ. Рассматриваются особенности частотных критериев устойчивости СУ. Качество переходных процессов в линейных СУ. Показатели качества процессов управления при различных задающих воздействиях.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекции, практика,лабораторные занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: выполнение работы над ошибками, завершение практической работы, подготовка отчета по лабораторной работе, поиск информации по теме занятия.

*Тема 3 Методы синтеза линейных САУ с заданными показателями качества.*

Содержание темы: Задачи и методы синтеза линейных СУ. Обеспечение заданных показателей качества.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекции, практика,лабораторные занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: выполнение работы над ошибками, завершение практической работы, подготовка отчета по лабораторной работе, поиск информации по теме занятия.

**2 семестр**

*Тема 4 Анализ поведения нелинейных САУ методом фазовой плоскости.*

Содержание темы: Нелинейные модели СУ. Виды нелинейностей. Анализ равновесных режимов. Методы линеаризации нелинейных моделей. Фазовое пространство

и фазовая плоскость, типы особых точек и фазовые портреты линейных систем. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости. Особые точки и фазовые портреты нелинейных СУ, предельные циклы, автоколебания и устойчивость. Переходные процессы и автоколебания в релейных системах. Система со скользящим процессом, система с переменной структурой. Рассматриваются основные особенности метода припасовывания.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекции, практика,лабораторные занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: .

*Тема 5 Исследование периодических режимов нелинейных САУ методом гармонического баланса.*

Содержание темы: Основные положения метода гармонической линеаризации, симметричные и несимметричные колебания. Исследование периодических режимов методом гармонического баланса. Алгебраический способ определения симметричных автоколебаний и устойчивости. Частотный способ определения симметричных автоколебаний, частотный критерий устойчивости. Несимметричные автоколебания, постоянные ошибки.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекции, практика,лабораторные занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: выполнение работы над ошибками, завершение практической работы, подготовка отчета по лабораторной работе, поиск информации по теме занятия.

*Тема 6 Устойчивость положений равновесия нелинейных САУ. Второй метод Ляпунова.*

Содержание темы: Содержание темы: Устойчивость положений равновесия. Функции Ляпунова, их связь с устойчивостью, теоремы Ляпунова. Первый и второй методы Ляпунова. Исследования устойчивости нелинейной системы управления общего вида. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Теорема Попова. Система с нелинейной коррекцией и самонастройкой по эталонной модели для управления движителем. Система с переменной структурой для управления пространственным движением подводного аппарата .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекции, практика,лабораторные занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: выполнение работы над ошибками, завершение практической работы, подготовка отчета по лабораторной работе, поиск информации по теме занятия.

## 5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы, выполнение аттестационных мероприятий, эффективную самостоятельную работу. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на самостоятельную подготовку к практическим занятиям, выполнение заданий, самостоятельное изучение некоторых разделов курса.

Практические задания и лабораторные работы выполняются студентами как аудиторно, так и самостоятельно. В начале занятия преподаватель информирует студентов о требованиях и дает рекомендации по выполнению каждой практической работы.

Работа над практическими заданиями включает: качество проделанных практических работ, посещаемость занятий, результаты самостоятельной работы по выполнению практических заданий.

Подготовке студента к выполнению работ на практическом занятии должно предшествовать изучение литературы, приведенной в списке основной и дополнительной литературы рабочей программы учебной дисциплины. При этом, желательно, чтобы студенты проводили анализ полученной дополнительной информации, анализировали существенные дополнения и ставили вопросы. В процессе самостоятельной подготовки используются электронные базы данных и различные электронные ресурсы. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Темы практических заданий, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в ФОС к дисциплине.

Текущий контроль проводится:

- по результатам работы студентов на практических занятиях и самостоятельной работы по выполнению практических заданий. Критерием оценки является полнота выполнения практических работ, выполнение их в точном соответствии с постановкой и творческий подход к решению проблем.

Изучение дисциплины завершается экзаменом в каждом семестре.

### 5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## 6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### *7.1 Основная литература*

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 441 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00975-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/562016 (дата обращения: 01.09.2025).
2. Сеславин, А. И. Теория автоматического управления. Линейные, непрерывные системы : учебник / А.И. Сеславин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 314 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1014654. - ISBN 978-5-16-015022-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1862064 (дата обращения: 31.05.2026)
3. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 461 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19566-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/556659 (дата обращения: 01.09.2025).

### *7.2 Дополнительная литература*

1. Зиссер, Я. О. Теория автоматического управления: практикум : учебное пособие / Я. О. Зиссер, Е. В. Файман. — Хабаровск : ДВГУПС, 2023. — 74 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/433559 (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Лохин, В. М. Теория автоматического управления : методические указания / В. М. Лохин, Н. А. Казачек. — 2-е изд., доп. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/448760 (дата обращения: 25.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### *7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):*

1. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"
2. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
3. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
4. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: http://oaji.net/
5. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: https://www.prlib.ru/
6. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: http://www.consultant.ru/

**8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения**

Основное оборудование:

- Мультимедийный проектор №3 Casio XJ-M146
- Облачный монитор LG Electronics черный +клавиатура+мышь
- Принтер HP LaserJet P1018
- Принтер HP LaserJet P1505
- Шкаф настенный 19", 6U,312x600x400,со стеклянной дверью

Программное обеспечение:

- AutoCAD
- 1С

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

# ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление и направленность (профиль)
15.03.06 Мехатроника и робототехника. Мехатроника и робототехника

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
очная

Владивосток 2026

## 1 Перечень формируемых компетенций

| Название ОПОП ВО, сокращенное | Код и формулировка компетенции | Код и формулировка индикатора достижения компетенции |
|---|---|---|
| 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (Б-МР) | ОПК-11 : Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем | ОПК-11.1к : Знает методы и средства проведения расчета при проектировании мехатронных и робототехнических систем |
| | | ОПК-11.2к : Применяет основные методы и средства расчета при проектировании мехатронных и робототехнических систе |

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ОПК-11** «Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

| Код и формулировка индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | | | Критерии оценивания результатов обучения |
|---|---|---|---|---|
| | Код рез-та | Тип рез-та | Результат | |
| ОПК-11.1к : Знает методы и средства проведения расчета при проектировании мехатронных и робототехнических систем | РД 1 | Знание | основных положений теории управления, принципов и методов построения моделей систем управления, методов расчета и оптимизации непрерывных линейных и нелинейных систем при детерминированных воздействиях | перечисляет основные положения теории управления, принципы и методы построения моделей систем управления, методы расчета и оптимизации непрерывных линейных и нелинейных систем при детерминированных воздействиях |
| ОПК-11.2к : Применяет основные методы и средства расчета при проектировании мехатронных и робототехнических систе | РД 2 | Умение | пользоваться алгебраическими и частотными методами анализа устойчивости и показателей качества процессов управ | демонстрирует способность пользоваться алгебраическими и частотными методами анализа устойчивости и показателей качества процессов управл |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ления, а также методами синтеза линейных САУ | ения, а также методами синтеза линейных САУ |
| | РД 3 | Навык | владения принципами построения линейных, псевдолинейных и нелинейных корректирующих устройств в нелинейных системах автоматического управления | владеет принципами построения линейных, псевдолинейных и нелинейных корректирующих устройств в нелинейных системах автоматического управления |

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

## 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

| Контролируемые планируемые результаты обучения | | Контролируемые темы дисциплины | Наименование оценочного средства и представление его в ФОС | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Текущий контроль | Промежуточная аттестация |
| Очная форма обучения | | | | |
| РД1 | Знание : основных положений теории управления, принципов и методов построения моделей систем управления, методов расчета и оптимизации непрерывных линейных и нелинейных систем при детерминированных воздействиях | 1.1. Основные понятия теории автоматического управления. Математические модели и характеристики САУ | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 1.2. Анализ основных свойств линейных САУ. Устойчивость и показатели качества переходных процессов | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 1.3. Методы синтеза линейных САУ с заданными показателями качества | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| РД2 | Умение : пользоваться алгебраическими и частотными методами анализа устойчивости и показателей качества процессов управления, а также методами синтеза линейных САУ | 1.1. Основные понятия теории автоматического управления. Математические модели и характеристики САУ | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 1.2. Анализ основных свойств линейных САУ. Устойчивость и показатели качества переходных процессов | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 1.3. Методы синтеза линейных САУ с заданным и показателями качества | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 2.4. Анализ поведения нелинейных САУ методом фазовой плоскости | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 2.5. Исследование периодических режимов нелинейных САУ методом гармонического баланса | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| РД3 | Навык : владения принципами построения линейных, псевдолинейных и нелинейных корректирующих устройств в нелинейных системах автоматического управления | 1.3. Методы синтеза линейных САУ с заданным и показателями качества | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 2.4. Анализ поведения нелинейных САУ методом фазовой плоскости | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 2.5. Исследование периодических режимов нелинейных САУ методом гармонического баланса | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| | | 2.6. Устойчивость положений равновесия нелинейных САУ. Второй метод Ляпунова. | Лабораторная работа | Экзамен в устной форме |
| | | | Опрос | Экзамен в устной форме |
| | | | Практическая работа | Экзамен в устной форме |

## 4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

| Вид учебной деятельности | Оценочное средство | | | | Итого |
|---|---|---|---|---|---|
| | Опрос | Практические задания | Лабораторные работы | Экзамен | |
| Лекции | 20 | | | | 20 |
| Практические занятия | | 20 | | | 20 |
| Лабораторные работы | | | 20 | | 20 |
| Самостоятельная работа | | 10 | 10 | | 20 |
| Промежуточная аттестация | | | | 20 | 20 |
| **Итого** | 20 | 30 | 30 | 20 | 100 |

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

| Сумма баллов по дисциплине | Оценка по промежуточной аттестации | Характеристика качества сформированности компетенции |
|---|---|---|
| от 91 до 100 | «зачтено» / «отлично» | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| от 76 до 90 | «зачтено» / «хорошо» | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| от 61 до 75 | «зачтено» / «удовлетворительно» | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |
| от 41 до 60 | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков. |
| от 0 до 40 | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков. |

## 5 Примерные оценочные средства

### 5.1 Примерные темы для опроса

1. Сущность проблемы автоматического управления. Фундаментальные принципы управления. Принцип разомкнутого управления, принцип компенсации (управление по возмущению), принцип обратной связи (управление по отклонению).

2. Основные виды систем автоматического управления. Системы стабилизации, системы программного управления, следящие системы. Основные законы регулирования.

3. Математическая модель системы. Уравнения статики и динамики. Статические характеристики. Линеаризация математических моделей. Принцип суперпозиции.

4. Математическая модель линейной системы. Преобразование Лапласа и его свойства. Гипотеза квазистационарности.

5. Передаточная функция в форме изображений Лапласа. Передаточная функция в операторной форме. Передаточные функции САУ.

6. Частотные характеристики (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ).

7. Временные характеристики (переходная функция, импульсная переходная функция).

8. Элементарные звенья и их характеристики.

9. Структурная схема системы управления. Основные правила преобразования структурных схем.

10. Вычисление передаточных функций одноконтурной и многоконтурной систем.

11. Дифференциальные уравнения одномерных систем. Правила построения частотных характеристик систем управления.

12. Многомерные системы управления. Метод переменных состояния.

13. Понятие устойчивости. Возмущенное и невозмущенное движение. Определение устойчивости по Ляпунову.

14. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.

15. Характеристическое уравнение и условия устойчивости линейных САУ. Необходимое условие устойчивости.

16. Алгебраические критерии устойчивости (критерий Рауса, критерий Гурвица, критерий Льенара - Шипара).

17. Принцип аргумента. Частотные критерии устойчивости (критерий Михайлова, критерий Найквиста).

18. Критерий Найквиста для астатических систем. Запасы устойчивости. Анализ устойчивости по ЛЧХ. Понятие о D-разбиении.

19. Показатели качества регулирования линейных систем. Коэффициенты ошибок. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях.

20. Синтез линейных САУ с заданными показателями качества. Повышение точности в установившихся режимах. Обеспечение устойчивости и повышение запаса устойчивости. Синтез корректирующих устройств по ЛАЧХ.

21. Нелинейные системы управления. Основные определения и особенности нелинейных систем. Виды нелинейностей.

22. Фазовое пространство и фазовая плоскость. Правило для определения направления движения по фазовым траекториям. Метод изоклин. Изображение переходных процессов на фазовой плоскости.

23. Уравнения динамики, типы особых точек и фазовые портреты линейных систем.

24. Особые точки и фазовые портреты нелинейных систем. Особые траектории. Предельные циклы, автоколебания и устойчивость.

25. Пример построения фазового портрета нелинейной системы.

26. Переходные процессы и автоколебания в релейных системах.

27. Система со скользящим процессом.

28. Система с переменной структурой.

29. Метод припасовывания. Определение переходного процесса. Определение периодического решения.

30. Основные положения метода гармонической линеаризации. Гармоническая линеаризация нелинейности. Симметричные и несимметричные колебания.

31. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации.

32. Алгебраический способ определения симметричных автоколебаний и устойчивости. Критерий устойчивости периодического решения.

33. Примеры определения автоколебаний алгебраическим способом.

34. Частотный способ определения симметричных автоколебаний. Частотный критерий устойчивости.

35. Примеры определения автоколебаний частотным способом.

36. Несимметричные автоколебания. Постоянные ошибки. Примеры определения несимметричных автоколебаний.

37. Устойчивость нелинейных систем. Определение устойчивости по Ляпунову.

38. Функции Ляпунова и их связь с устойчивостью нелинейной системы. Теоремы Ляпунова об устойчивости.

39. Метод Ляпунова для исследования устойчивости нелинейной системы управления общего вида.

40. Пример исследования устойчивости методом Ляпунова.

41. Частотный критерий абсолютной устойчивости. Теорема Попова. Примеры применения критерия абсолютной устойчивости.

42. Система с нелинейной коррекцией и самонастройкой по эталонной модели для управления движителем подводного аппарата.

*Краткие методические указания*

Опрос проводится как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения теоретического материала проверяется посредством опроса по одному вопросу из каждого представленного выше раздела.

*Шкала оценки*

| Оценка | Баллы | Описание |
|---|---|---|
| «отлично» | 17-20 | Ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области. |
| «хорошо» | 13-16 | Ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе. |
| «удовлетворительно» | 9-12 | Ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области. |
| «не удовлетворительно» | 0- 8 | Ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области. |

**5.2 Примеры заданий для выполнения практических работ**

**Задание 1. Составление математических моделей одномерных СУ и их линеаризация с помощью разложения в ряд Тейлора.**

Для нелинейного уравнения объекта управления, связывающего входную величину и выходную, выполните линеаризацию в окрестности заданной рабочей точки. Получите линейную модель в отклонениях.

**Задание 2. Нахождение изображений Лапласа для различных функций, восстановление оригинала по изображению элементарным методом.**

Для заданной кусочно-заданной функции времени найдите её изображение по Лапласу. Затем для заданного изображения в виде дробно-рациональной функции восстановите оригинал, разложив его на простейшие дроби.

**Задание 3. Составление передаточных функций СУ.**

Для системы, состоящей из последовательно соединённых звеньев с известными передаточными функциями, найдите общую передаточную функцию. Учтите, что между звеньями может быть нагрузка.

**Задание 4. Построение частотных характеристик линейных СУ.**

Для задаточной передаточной функции постройте амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики. Определите резонансную частоту и полосу пропускания.

**Задание 5. Вычисление переходной и импульсной функций, определение процесса управления в линейной СУ.**

Для заданной передаточной функции замкнутой системы найдите переходную функцию (реакцию на единичный ступенчатый сигнал) и импульсную переходную функцию. Постройте график переходного процесса.

**Задание 6. Нахождение дифференциальных уравнений и передаточных функций элементарных звеньев СУ.**

Для заданного электрического или механического элемента (например, RC-цепочка, масса на пружине с демпфером) составьте дифференциальное уравнение и получите передаточную функцию. Определите тип звена.

**Задание 7. Вычисление передаточных функций СУ.**

Для многоконтурной системы с перекрёстными связями найдите передаточную функцию от задающего воздействия к выходу. Используйте правила структурных преобразований.

**Задание 8. Применение теоремы об устойчивости по первому приближению для анализа устойчивости нелинейных СУ.**

Для нелинейной системы второго порядка с заданной нелинейностью исследуйте устойчивость положения равновесия, используя линеаризацию.

**Задание 9. Исследование устойчивости линейной СУ с помощью алгебраических критериев.**

Для заданного характеристического уравнения четвёртого порядка проверьте устойчивость с помощью критерия Гурвица.

**Задание 10. Исследование устойчивости линейной СУ с помощью частотных критериев.**

Для разомкнутой системы с известной передаточной функцией постройте годограф Найквиста и определите устойчивость замкнутой системы.

**Задание 11. Исследование процессов управления в линейной СУ и определение их показателей качества.**

По переходной характеристике замкнутой системы определите время регулирования, перерегулирование, число колебаний и установившуюся ошибку.

**Задание 12. Синтез линейных СУ с заданными показателями качества на основе логарифмических частотных характеристик.**

Для заданной передаточной функции объекта синтезируйте корректирующее устройство, обеспечивающее заданные запасы устойчивости и время регулирования. Используйте метод логарифмических частотных характеристик.

**Задание 13. Построение фазовых портретов линейных систем при различных типах корней характеристического уравнения.**

Для линейной системы второго порядка с заданными коэффициентами постройте фазовый портрет. Определите тип особой точки.

**Задание 14. Построение фазового портрета нелинейной системы с непрерывной нелинейностью.**

Для системы с нелинейностью типа «кубическая парабола» постройте фазовый портрет. Определите положения равновесия и их устойчивость.

**Задание 15. Построение фазовых портретов нелинейных систем с разрывными нелинейностями.**

Для системы с релейным элементом постройте фазовый портрет. Определите наличие автоколебаний.

**Задание 16. Определение переходного процесса и автоколебаний в нелинейной системе методом припасовывания.**

Для релейной системы с заданными параметрами найдите периодическое решение (автоколебания) методом припасовывания.

**Задание 17. Нахождение параметров симметричных автоколебаний в нелинейной системе алгебраическим способом.**

Для системы с нелинейностью типа «насыщение» определите амплитуду и частоту симметричных автоколебаний алгебраическим способом.

**Задание 18. Нахождение параметров симметричных автоколебаний в нелинейной системе частотным способом.**

Для той же системы, что и в предыдущем занятии, найдите параметры автоколебаний частотным способом, построив годографы.

**Задание 19. Нахождение параметров несимметричных автоколебаний в нелинейной системе.**

Для системы с нелинейностью, имеющей нечётную характеристику, но при наличии постоянного входного воздействия, найдите параметры несимметричных автоколебаний.

**Задание 20. Исследование устойчивости нелинейной системы управления курсом самолета с помощью метода Ляпунова.**

Для нелинейной системы управления курсом самолёта, описываемой уравнениями второго порядка, исследуйте устойчивость с помощью функции Ляпунова.

*Краткие методические указания*

Для того, чтобы подготовиться к практическому занятию, сначала следует ознакомиться с соответствующим текстом учебника (лекции). Подготовка к практическому занятию начинается поле изучения задания и подбора соответствующих литературы и нормативных источников. Работа с литературой может состоять из трёх этапов - чтение, конспектирование и заключительное обобщение сути изучаемой работы. Подготовка к практическим занятиям, подразумевает активное использование справочной литературы (энциклопедий, словарей, альбомов схем и др.) и периодических изданий. Владение понятийным аппаратом изучаемого курса является необходимостью.

*Шкала оценки*

| Оценка | Баллы | Описание |
|---|---|---|
| «отлично» | 24–30 | Обучающийся показывает высокий уровень знаний при выполнении заданий. |
| «хорошо» | 18–23 | Обучающийся показывает хороший уровень знаний при выполнении заданий. |
| «удовлетворитель но» | 11–17 | Обучающийся показывает удовлетворительный уровень знаний при выполнении зада ний. |
| «не удовлетворит ельно» | 0–10 | Обучающийся не продемонстрировал знаний по теме при выполнении заданий. |

**5.3 Вопросы к экзамену**

1. Сущность проблемы автоматического управления. Фундаментальные принципы управления.
2. Основные виды систем автоматического управления. Основные законы регулирования.
3. Математическая модель системы. Уравнения статики и динамики. Линеаризация. Принцип суперпозиции.
4. Преобразование Лапласа и его свойства. Гипотеза квазистационарности.
5. Передаточная функция: формы записи. Передаточные функции САУ.

6. Частотные характеристики: АФЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ.

7. Временные характеристики: переходная и импульсная переходная функции.

8. Элементарные звенья и их характеристики.

9. Структурная схема системы управления. Основные правила преобразования структурных схем.

10. Вычисление передаточных функций одноконтурной и многоконтурной систем.

11. Дифференциальные уравнения одномерных систем. Правила построения частотных характеристик.

12. Многомерные системы управления. Метод переменных состояния.

13. Понятие устойчивости. Возмущённое и невозмущённое движение. Устойчивость по Ляпунову.

14. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.

15. Характеристическое уравнение и условия устойчивости линейных САУ. Необходимое условие устойчивости.

16. Алгебраические критерии устойчивости: Рауса, Гурвица, Льенара-Шипара.

17. Принцип аргумента. Частотные критерии устойчивости: Михайлова и Найквиста.

18. Критерий Найквиста для астатических систем. Запасы устойчивости. Анализ устойчивости по ЛЧХ. D-разбиение.

19. Показатели качества регулирования линейных систем. Коэффициенты ошибок.

20. Оценка качества переходного процесса при ступенчатом и гармоническом воздействиях.

21. Синтез линейных САУ с заданными показателями качества. Синтез корректирующих устройств по ЛАЧХ.

22. Нелинейные системы управления. Основные определения и особенности. Виды нелинейностей.

23. Фазовое пространство и фазовая плоскость. Правило определения направления движения. Метод изоклин.

24. Уравнения динамики, типы особых точек и фазовые портреты линейных систем.

25. Особые точки и фазовые портреты нелинейных систем. Особые траектории. Предельные циклы и автоколебания.

26. Пример построения фазового портрета нелинейной системы.

27. Переходные процессы и автоколебания в релейных системах.

28. Система со скользящим процессом. Система с переменной структурой.

29. Метод припасовывания. Определение переходного процесса и периодического решения.

30. Основные положения метода гармонической линеаризации. Гармоническая линеаризация нелинейности.

31. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации.

32. Алгебраический способ определения симметричных автоколебаний и устойчивости.

33. Частотный способ определения симметричных автоколебаний.

34. Несимметричные автоколебания. Постоянные ошибки.

35. Устойчивость нелинейных систем. Функции Ляпунова и их связь с устойчивостью.

36. Метод Ляпунова для исследования устойчивости нелинейной системы управления.

37. Частотный критерий абсолютной устойчивости. Теорема Попова.

38. Система с нелинейной коррекцией и самонастройкой по эталонной модели для управления движителем подводного аппарата.

39. Процедура синтеза корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам.

40. Робастные и самонастраивающиеся системы управления сложными динамическими объектами.

*Краткие методические указания*

Экзамен проводится как контроль знаний, которыми обладает студент, на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанный на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения материала проверяется посредством оценивания полноты ответа студента по разделам дисциплины в соответствии с контрольными вопросами.

*Шкала оценки*

| Оценка | Баллы | Описание |
|---|---|---|
| «отлично» | 17-20 | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаружива ет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала. Обучающийс я показал систематическое и глубокое знание технических приемов дисциплины, умени е применять их на практике, способен свободно и правильно использовать изученные п риемы. Все практические работы выполнены на отличном профессиональном уровне. |
| «хорошо» | 13-16 | Обучающийся показал полное знание теоретического материала, владение техническим и приемами дисциплины, умение самостоятельно выполнять задания, способность своб одно и правильно использовать полученные навыки, но допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя. Способен к самостоятельному пополнен ию и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деят ельности. |
| «удовлетворите льно» | 9-12 | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на недостато чном уровне, допускаются ошибки в выполнении практических работ, проявляется отсу тствие отдельных знаний и умений. Допускает существенные ошибки при выполнении заданий, в выборе технических приемов дисциплины, испытывает затруднения и допус кает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя . Владеет знанием основных разделов, необходимых для дальнейшего обучения, знаком с основной и рекомендованной литературой, рекомендованной программой. |
| «не удовлетвори тельно» | 0- 8 | У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточно сть знаний, умений, навыков. Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает грубые ошибки в основных понятиях дисцип лины и при выполнении практических работ. |

**5.4 Пример заданий на лабораторную работу**

**Лабораторная работа 1. Исследование характеристик автоматических систем, использующих принцип управления по разомкнутому циклу.**

Цель работы: Изучить принцип разомкнутого управления, исследовать статические и динамические характеристики разомкнутой автоматической системы, оценить влияние возмущений и параметров объекта на точность управления.

Задачи работы:

1. Изучить структуру и принцип действия разомкнутой САУ.
2. Построить модель разомкнутой системы.
3. Снять статические характеристики.
4. Исследовать реакцию на ступенчатое и гармоническое воздействие.
5. Оценить влияние возмущений и вариаций параметров.
6. Сравнить разомкнутую систему с замкнутой по точности и устойчивости.
7. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 2. Исследование характеристик систем, образованных соединениями типовых звеньев, в корневой, временной и частотной областях.**

Цель работы: Освоить методы анализа систем, состоящих из типовых динамических звеньев, в корневой, временной и частотной областях.

Задачи работы:

1. Изучить типовые звенья и их характеристики.
2. Собрать различные соединения звеньев.
3. Получить передаточные функции соединений.
4. Построить корневые годографы.
5. Построить временные и частотные характеристики.

6. Сравнить свойства различных соединений.
7. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 3. Исследование типовых установившихся режимов СУ, определение установившихся ошибок систем с обратной связью при степенных и гармонических воздействиях.**

Цель работы: Изучить установившиеся режимы систем с обратной связью и определить установившиеся ошибки при степенных и гармонических воздействиях.

Задачи работы:
1. Изучить понятие астатизма и коэффициентов ошибок.
2. Собрать замкнутую систему.
3. Подать степенные воздействия.
4. Подать гармонические воздействия.
5. Определить установившиеся ошибки.
6. Исследовать влияние параметров системы на ошибку.
7. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 4. Анализ качества переходных процессов в СУ, определение прямых и косвенных показателей качества.**

Цель работы: Освоить методы анализа качества переходных процессов и определения прямых и косвенных показателей качества.

Задачи работы:
1. Изучить прямые показатели качества.
2. Изучить косвенные показатели качества.
3. Получить переходные процессы для различных систем.
4. Определить время регулирования, перерегулирование, колебательность.
5. Оценить запасы устойчивости.
6. Исследовать влияние параметров на качество.
7. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 5. Структурно-параметрический синтез корректирующих устройств СУ в комплексно-частотной области из условия обеспечения требований к качеству переходных процессов.**

Цель работы: Освоить синтез корректирующих устройств в частотной области для обеспечения заданных показателей качества переходных процессов.

Задачи работы:
1. Изучить метод синтеза по ЛАЧХ.
2. Построить ЛАЧХ исходной системы.
3. Построить желаемую ЛАЧХ.
4. Определить ЛАЧХ корректирующего устройства.
5. Реализовать корректирующее звено.
6. Проверить качество переходного процесса.
7. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 6. Исследование переходных процессов и автоколебаний в релейных системах с различными видами нелинейностей.**

Цель работы: Исследовать переходные процессы и автоколебания в релейных системах с различными видами нелинейностей.

Задачи работы:
1. Изучить релейные нелинейности.
2. Собрать модели релейных систем.
3. Исследовать переходные процессы.
4. Определить автоколебания.
5. Сравнить различные нелинейности.
6. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 7. Исследование свойств системы с переменной структурой при ее функционировании в скользящем режиме.**

Цель работы: Изучить свойства системы с переменной структурой и исследовать её работу в скользящем режиме.

Задачи работы:

1. Изучить принцип построения системы с переменной структурой.
2. Синтезировать закон переключения.
3. Организовать скользящий режим.
4. Исследовать робастность.
5. Оценить качество управления.
6. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 8. Исследование симметричных и несимметричных автоколебаний в нелинейной системе высокого порядка.**

Цель работы: Исследовать симметричные и несимметричные автоколебания в нелинейной системе высокого порядка.

Задачи работы:

1. Изучить методы анализа автоколебаний.
2. Собрать модель нелинейной системы высокого порядка.
3. Определить симметричные автоколебания.
4. Определить несимметричные автоколебания.
5. Сравнить параметры колебаний.
6. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 9. Исследование устойчивости состояний равновесия нелинейной системы управления.**

Цель работы: Освоить методы исследования устойчивости состояний равновесия нелинейных систем управления.

Задачи работы:

1. Найти состояния равновесия.
2. Линеаризовать систему в окрестности равновесий.
3. Применить критерии устойчивости.
4. Исследовать методом Ляпунова.
5. Построить фазовые портреты.
6. Оформить отчёт.

**Лабораторная работа 10. Синтез и исследование робастных и самонастраивающихся систем управления сложными динамическими объектами.**

Цель работы: Изучить методы синтеза робастных и самонастраивающихся систем управления сложными динамическими объектами, исследовать их свойства при наличии неопределённостей.

Задачи работы:

1. Изучить принципы робастного управления.
2. Изучить принципы самонастройки.
3. Синтезировать робастный регулятор.
4. Синтезировать самонастраивающуюся систему.
5. Исследовать систему при вариациях параметров.
6. Оценить качество и робастность.
7. Оформить отчёт.

*Краткие методические указания*

Результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ должны быть оформлены в виде отчета. Студентом должны быть подготовлены ответы на контрольные вопросы по темам лабораторных работ. В лабораторных работах осваиваются навыки, которые необходимы, чтобы качественно выполнить кейс и затем использовать эти навыки при выполнении студенческих работ, а затем и в профессиональной деятельности.

*Шкала оценки*

| Оценка | Баллы по результатам итоговой оценки | Описание |
|---|---|---|
| «отлично» | 24–30 | Обучающийся показывает высокий уровень знаний при выполнении лабораторных работ |
| «хорошо» | 18–23 | Обучающийся показывает хороший уровень знаний при выполнении лабораторных работ |
| «удовлетворительно» | 11–17 | Обучающийся показывает средний уровень знаний при выполнении лабораторных работ |
| «не удовлетворительно» | 0–10 | Обучающийся показывает низкий уровень знаний при выполнении лабораторных работ или не показывает знаний, не выполняя задание |