АННОТАЦИЯ

дисциплины

«Теория систем автоматического управления»

Специальность – 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

Квалификация (степень) выпускника – инженер путей сообщения

Специализация – «Локомотивы»

**1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Теория систем автоматического управления» (Б1.Б.37) относится к базовой части и является обязательной.

**2. Цель и задачи дисциплины**

Цель дисциплины – формирование у студентов прочной теоретической базы по современным методам исследования систем управления, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с получением математического описания, моделированием, анализом, проектированием и испытанием систем автоматического управления (САУ).

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- улучшение общеобразовательной и специальной подготовки студентов путем примене­ния математических методов для решения прикладных задач;

- ознакомление студентов с математическими основами исследования систем автоматического регулирования;

- изучение студентами современного состояния теории автоматического регулирования и принципов исследования качества работы систем автоматического регулирования современных локомотивов;

- изучение принципов построения, настройки и эксплуатации локомотивных автоматических систем управле­ния, регулирования и защиты;

- повышение специальной подготовки студентов в процессе изучения автоматических систем регулирования отдельных узлов локомотивов и решения прикладных задач.

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-11, ОПК-13.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать**:

- системы автоматического управления (САУ) подвижным составом и машинами, технологии математического описания САУ, методы линеаризации, передаточные функции и структурные схемы САУ; методы оценки устойчивости и качества САУ;

**Уметь:**

- строить структурные схемы линейных САУ подвижным составом и машинами, получать их характеристические уравнения и оценивать устойчивость и качество процессов регулирования;

**Владеть:**

- методами анализа систем автоматического управления подвижным составом и машинами.

**4. Содержание и структура дисциплины**

**Содержание дисциплины**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела  дисциплины | Содержание раздела |
| 1. | Раздел №1. Введение. Общие сведения о системах автоматического регулирования | Значение автоматизации производственных и транспортных процессов, как одного из основных направлений технического прогресса в проблеме повышения производительности труда. Роль автоматизации как элемента технической революции, средства повышения производительности труда и эффективности производства, метода совершенствования управления производством.  Задачи автоматизации транспортных процессов, перспективы автоматизации управления ЭПС, процессов его технического обслуживания и ремонта. История развития автоматизации управления техническими объектами. Первые автоматические регуляторы Ползунова, Уатта, Черепановых.  Роль отечественных ученых в развитии кибернетики, в автоматизации производственных и транспортных процессов. |
| 2. | Раздел № 2. Основные понятия и определения теории автомати­ческих систем. | Автоматическое управление. Понятие о системе автоматического управления. Взаимосвязь автоматического управления и регулирования. Иерархические принципы построения систем управления.  Бортовые системы автоматического управления - системы автоведения (автомашиниста). Системы телеуправления. Подразделение функций автоматического управления между устройствами локомотива, станционными устройствами и устройствами центрального поста управления. Понятие о каналах и линиях связи и передаваемой по ним информации.  Перспективы развития систем автоматического регулирования, автоматического управления. Перспективы применения комплексных систем управления. Система автоматического управления как звено комплексной системы управления железнодорожным транспортом. |
| 3. | Раздел № 3. Фундаментальные принципы построения авто­матических систем: | разомкнутого управления, регулирования по возмущению, регулирования по отклонению, комбиниро­ванного регулирования. Примеры тепловозных автоматиче­ских систем регулирования (АСР) и управления (АСУ), по­строенных на основе фундаментальных принципов. |
| 4. | Раздел № 4. Функциональная схема замкнутой АСР. | Понятие о функциональных схемах и функциональных элементах. Классификация функциональных элементов. Функциональные схемы систем автоматического регулирования, реализующих принципы регулирования по возмущению, отклонению и комбинированный. Понятие об автоматическом регуляторе. Необходимость введения интеграла и производных в законы регулирования.  Функции элементов системы. Классы автомати­ческих систем: стабилизации, программного управления, сле­дящие и оптимального управления. Виды автоматических ре­гуляторов: прямого и непрямого действия, непрерывные, ре­лейные, импульсные, цифровые регуляторы. Алгоритмы (за­коны) работы регуляторов. Типы автоматических систем: од­но- и многоконтурные, многосвязные, статические и астати­ческие системы. |
| 5. | Раздел № 5. Статические и динамические характеристики автоматических систем и их элементов. | Режимы работы автома­тики и автоматических систем: установившийся (стационар­ный) и неустановившийся (нестационарный). Статические характеристики и параметры (коэффициенты передачи и воз­врата).  Понятие о статических и динамических характеристиках систем. Методы линеаризации и нелинейных систем. Статические и динамические ошибки CAP и их влияние на основные показатели систем: устойчивость и качество регулирования. Статические и астатические CAP. |
| 6. | Раздел № 6. Линейные и нелинейные элементы автоматики. | Аппроксимация реальных объектов типовыми звеньями. Виды соединений звеньев.  Определение передаточных функций системы и её характеристик по передаточным функциям и характеристикам звеньев входящих в систему.  Эквивалентные преобразования структурных схем.  Общие сведения о нелинейных системах автоматического управления. Учет нелинейностей в реальных системах, системы с введенными нелинейностями.  Типовые нелинейные звенья (зона нечувствительности, ограничение, двухпозиционное реле, люфт).  Определение статических характеристик систем при последовательном, параллельном соединении нелинейных звеньев, при использовании обратной связи. |
| 7. | Раздел № 7. Понятие о переходном процессе. | Понятие о типовых ди­намических элементарных линейных звеньях автоматических систем. Характеристики типовых звеньев. |
| 8. | Раздел № 8. Дифференциальные уравнения и их решения. | Формы записи линейных диффе­ренциальных уравнений. Переходные процессы в звеньях. Динамические временные характеристики, передаточные и частотные функции и характеристики. Логарифмические час­тотные характеристики.  Операторный способ решения дифференциальных уравнений. Понятие о передаточной функции, как отношении изображения по Лапласу выходной координаты к изображению входной. Изображения по Лапласу функции единичного скачка, производной, интеграла, а также предельных переходов для определения установившегося и переходного движений системы. Передаточная функция как характеристика, описывающая динамические свойства системы в области оператора Лапласа; связь передаточной функции с импульсной характеристикой.  Частотный способ решения дифференциальных уравнений. Понятие о частотной характеристике (ЧХ), как отношении преобразования по Фурье выходной координаты ко входной. Определение изображения реакции системы на произвольное возмущение. Способы перехода от изображения реакции к её оригиналу: по таблицам соответствия изображений и оригиналов, обратное преобразование Фурье, способ трапеций. ЧХ как характеристика, описывающая динамические свойства системы в частотной области; связь ЧХ с передаточной функцией и импульсной характеристикой. |
| 9. | Раздел № 9. Понятие передаточной функции. Типовые динамические звенья автоматических си­стем. | Передаточные функции и структурные схемы тягового двигателя последовательного возбуждения с линеаризованными характеристиками при регулировании тока или скорости исполнительными элементами, изменяющими напряжение или ток возбуждения двигателя.  Передаточные функции и структурные схемы тягового двигателя независимого возбуждения с линеаризованными характеристиками при регулировании тока или скорости исполнительными элементами, изменяющими напряжение на якоре или на обмотке возбуждения тягового двигателя.  Диффе­ренциальные уравнения, переходные функции, частотные функции и характеристики типовых динамических звеньев.  Электронные модели типовых звеньев. Примеры тепловозных элементов автоматики, обла­дающих динамическими свойствами типовых звеньев. |
| 10. | Раздел № 10. Методика составления дифференциальных уравнений динамики элементов автоматики. | Способы составления уравнений движения систем. Представление уравнений в виде одного уравнения, связывающего реакцию системы с воздействием. Способы решения дифференциального уравнения системы. Аналитическое решение. Определение свободной и вынужденной составляющих движения.  Переходная функция системы, как реакция на единичный импульс. Определение свободной и вынужденной составляющих переходной функции. Типовые графики переходных функций простейших систем. Импульсная (весовая) характеристика, как реакция системы на единичный импульс. Способы определения импульсной характеристики на основе задания начальных условий при решении уравнения движения и как производной от переходной функции. Типовые виды графиков переходных функций для простейших систем. Примеры экспериментального определения переходной функции и импульсной характеристики. Определение реакции системы на произвольное возмущение по временным характеристикам с помощью интеграла свёртки. Переходная функция и импульсная характеристика как характеристики, описывающие динамические свойства системы в области времени. |
| 11. | Раздел № 11. Типовые соединения динамических звеньев. | Правила изображения простейших алгебраических уравнений, связывающих воздействие и реакцию системы в виде структурной схемы. Формулы для определения эквивалентных передаточных функций для параллельного и последовательного включения звеньев, а также включения звеньев в обратную связь. Правила переноса точек разветвления и сумматоров. Примеры преобразования структурных схем и определения эквивалентной передаточной функции.  Струк­турные схемы, передаточные и частотные функции последо­вательного, параллельного и встречно-параллельного соеди­нения звеньев. |
| 12. | Раздел № 12. Уравнения динамики и характеристики ра­зомкнутой и замкнутой одноконтурной автоматических си­стем. | 4 Преобразования структурных схем автоматических си­стем. Составление и преобразование структурных схем теп­ловозных одноконтурных АСР. |
| 13. | Раздел № 13. Устойчивость систем автоматического регулирования. | Определение устойчивости. Понятие о возмущённом движении системы.  Общее аналитическое выражение свободного движения системы. Графики составляющих свободного движения, соответствующие определённому виду корней характеристического уравнения. Условия устойчивости А. М. Ляпунова для линейных систем. Особенности исследования устойчивости нелинейных систем. Понятие об автоколебаниях и предельном цикле. Устойчивость “в малом”, “в большом” и “в целом”. |
| 14. | Раздел № 14. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. | Обоснование критерия. Вывод формул для суммарного угла поворота вектора годографа Михайлова для случаев, когда система устойчива и неустойчива. Формулировка критерия. Примеры графиков годографа для случаев, когда система устойчива, неустойчива и находится на границах апериодической и колебательной устойчивости.  Частотный критерий устойчивости Найквиста, его связь с критерием Михайлова. Построение годографа и обоснование критерия устойчивости Найквиста. Графики АФХ для систем устойчивых и неустойчивых в разомкнутом состоянии и проверка по этим АФХ устойчивости исследуемых систем в замкнутом состоянии. Частотный критерий устойчивости Найквиста в логарифмических координатах. Структурно — устойчивые, структурно — неустойчивые системы и неустойчивые системы.  Области устойчивости и запасы устойчивости. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе и их определение по графикам АФХ и ЛЧХ. |
| 15. | Раздел № 15. Методы повышения качества работы автоматических систем | Понятие о качестве процессов регулирования и критерии качества. Методы оценки показателей качества.  Понятие о точности работы CAP в установившемся режиме. Оценка точности статических систем автоматического регулирования по статическим и динамическим ошибкам.  Постановка задачи синтеза. Задача синтеза как задача выбора дополнительной части системы, обеспечивающей выполнение необходимых требований к устойчивости и качеству процессов регулирования.  Принципы коррекции. Влияние последовательных и параллельных корректирующих звеньев на качество процессов регулирования.  Влияние параллельно - встречно включенных корректирующих звеньев на качество процесса регулирования. Идеальная и инерционная жесткая обратная связь. Идеальная и инерционная гибкая обратная связь. Реализация идеальных и инерционных обратных связей на базе аналоговых и цифровых интегральных микросхем. |
| 16. | Раздел № 16. Релейные автоматические системы | Релейные системы. Методы математического описания релейных автоматических систем. Методы расчета релейных автоматических систем.  Примеры применения. Функциональная схема обобщенной релейной автоматической системы. Автоколебания в релейных автоматических системах. Порядок определения устойчивости релейных автоматических систем. |
| 17. | Раздел № 17. Дискретные автоматические системы. | Дискретные и импульсные системы. Квантование по уровню и по времени. Погрешности квантования по уровню в современных условиях.  Понятие идеального квантователя. Спектр квантованного сигнала. Фиксатор.  Дискретное преобразование Лапласа и Z - преобразование. Импульсная передаточная функция, её вычисление. Аналого-цифровые САУ. Передаточная функция замкнутой импульсной системы.  Определение устойчивости импульсной САУ. Критерии устойчивости.  Точность и методы коррекции импульсных систем.  Реализация импульсной передаточной функции на ЭВМ. |
| 18. | Раздел № 18. Микропроцессорные системы автоматики. | Цифровые системы. Методы математического описания цифровых систем. Цифровая реализация типовых линейных алгоритмов регулирования. Методы расчета САР с цифровыми регуляторами.  Примеры применения. Функциональная схема обобщенной микропроцессорной автоматической системы. Порядок определения устойчивости микропроцессорных систем. Влияние процесса квантования на показатели работы микропроцессорных автоматических систем. |
| 19 | Раздел № 19. Методы исследования дискретных автоматических систем | Функция Ляпунова и её построение. Использование функции Ляпунова в синтезе устойчивых систем. Экспоненциальная устойчивость.  Теория абсолютной устойчивости нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости Попова и его обобщения- критерии Гелига. Абсолютная устойчивость релейных систем. Теорема Лурье об устойчивости нелинейных систем, её использование для синтеза многомерных нелинейных систем. |
| 20. | Раздел № 20. Классификация локомотивных автоматических систем управления, регулирования и защиты. | Признаки классифика­ции и виды локомотивных автоматических систем; требования, предъявляемые к ним. |
| 21. | Раздел № 21. Автоматическое регулирование частоты вращения валов силовых установок тепловозов. | Классификация и функци­ональные схемы АСР частоты вращения валов дизель-гене­раторов. Ста­тика, динамика, структурные схемы, устойчивость, качество работы, средства и способы настройки, технико-экономиче­ские показатели АСР частоты вращения валов дизель-гене­раторов. Электронные и микропроцеесоорные регуляторы частоты вращения коленчатого вала дизеля. |
| 22. | Раздел № 22. Автоматическое регулирование напряжения тяговых генераторов. | Классификация и функциональные схемы АСР напряжения тяговых генераторов постоянного и переменного тока. Принципиальные блок-схемы, статические характеристи­ки, дифференциальные уравнения, структурные схемы, устой­чивость, качество работы, способы и средства настройки, технико-экономические показатели АСР напряжения тяговых генераторов постоянного и переменного тока. Микропроцессорная система УСТА. |
| 23. | Раздел № 23. Автоматическое управление тяговыми электродвига­телями и передачами мощности. | Классификация, функцио­нальные схемы и принципиальные блок-схемы автоматиче­ских систем управления (АСУ) тяговыми двигателями по­стоянного тока последовательного и независимого возбужде­ния, тяговыми асинхронными двигателями, электрическими и гидравлическими передачами мощности. Статика и динамика тяговых двигателей и элементов АСУ двигателями и переда­чами мощности. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электрической передачей локомотива. |
| 24. | Раздел № 24. Автоматическое регулирование напряжения вспомо­гательных генераторов. | Классификация, функциональные схемы и принципиальные блок-схемы АСР напряжения вспо­могательных генераторов с контактными и бесконтактными регуляторами. Статика, динамика, структурные схемы вспо­могательного генератора и регуляторов напряжения, качество работы, способы и средства настройки, показатели АСР напряжения вспомогательных генераторов. Комплексные микропроцессорные системы. |
| 25. | Раздел № 25. Автоматическое регулирование температуры тепло­носителей силовых установок локомотивов. | Классификация, функциональные схемы АСР температуры (АСРТ) теплоно­сителей (воды, масла, наддувочного воздуха) и предъявляе­мые к ним требования. Функ­циональные и принципиальные схемы, статика, динамика, структурные схемы статических, астатических и комбинированных регуляторов температуры, устойчивость, качество работы, способы и средства настройки АСРТ. Микропроцессорная система АСУ-Б. |
| 26. | Раздел № 26. Автоматическое регулирование скорости движения локомотива и ведение поезда. | Классификация и области при­менения систем регулирования скорости и автоматического ведения поезда. Функциональная схема, статика, динамика и структурная схема локомотива с составом (поезда) как объ­екта регулирования скорости в тяговом режиме. Критерии оптимальности управления локомотивом при ведении поез­да. Принципы построения телемеханических си­стем управления локомотивами. |
| 27. | Раздел № 27. Автоматическая защита агрегатов и систем локомо­тивов. | Номинальные и предельные значения физических ве­личин, характеризующих нормальные режимы работы агре­гатов и систем локомотивов. Классификация, функциональ­ные схемы и принципиальные блок-схемы автоматических систем защиты (АСЗ). |

**5. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

Объем дисциплины – 9 зачетные единицы (324 час.), в том числе:

лекции – 70 час.

лабораторные занятия – 70 час.

самостоятельная работа – 157 час.

контроль – 27 час.

форма контроля знаний – экзамен, зачет, зачет, курсовая работа

Для заочной формы обучения:

Объем дисциплины – 9 зачетные единицы (324 час.), в том числе:

лекции – 16 час.

лабораторные занятия – 18 час.

самостоятельная работа – 277 час.

контроль – 13 час.

форма контроля знаний – экзамен, зачет, курсовая работа