

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Факультет математики и естественных наук



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория автоматического управления Б1.В.ОД.7

Направление подготовки: 44.03.04 - Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль подготовки: Энергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Дерягин А.В.

Рецензент(ы):

Сабирова Ф.М.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сабирова Ф. М.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 1016732818

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Дерягин А.В. Кафедра физики Факультет математики и естественных наук, AVDeryagin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

- обобщить сведения, полученные по другим дисциплинам, затрагивающим проблемы развития человеческого общества;
- показать взаимосвязь и взаимообусловленность проблем, решаемых специалистами различных специальностей;
- формировать у студентов знания и умения анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Изучение дисциплины 'Теория автоматического управления' базируется в основном на учебном материале следующих дисциплин: 'Математика', 'Программирование', (примеры составления и отладка программ), 'Теоретические основы электротехники', 'Силовая электроника', 'Электромагнитные явления и переходные процессы'.

Изучение дисциплины предусматривает широкое применение ЭВМ при проведении лабораторных и практических работ и при выполнении курсовой работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно работать на компьютере (элементарные навыки)
ПК-32 (профессиональные компетенции)	способностью выполнять работы соответствующего квалификационного уровня

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:
 1. основные понятия кибернетики и место теории управления в нем;
 2. основные принципы и концепции построения систем автоматического регулирования и управления;
 3. математический аппарат теории автоматического управления;
 4. методы анализа и синтеза систем автоматического регулирования и управления;
 5. основные проблемы и перспективы направления развития теории автоматического регулирования;
2. должен уметь:
 1. составлять математические описания автоматических систем регулирования и управления;
 2. осуществлять анализ устойчивости и качества автоматических систем регулирования и управления;

3. обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств;

4. синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектам

3. должен владеть:

1. терминологическим аппаратом, необходимым для понимания текстов и схем дисциплины 'Теория автоматического управления';

2. способностью формулировать и обосновывать собственную позицию по отдельным вопросам теории автоматического управления;

3. навыками публичного выступления и ведения дискуссии.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способностью и готовность применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия автоматического управления	8		4	0	4	Устный опрос Тестирование
2.	Тема 2. Математическое описание линейных непрерывных объектов и систем управления	8		4	0	4	Устный опрос Тестирование
3.	Тема 3. Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического регулирования	8		4	0	4	Устный опрос Тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Качество линейных непрерывных систем автоматического регулирования	8		4	0	4	Устный опрос Тестирование
5.	Тема 5. Синтез линейных непрерывных систем автоматического регулирования	8		4	0	4	Устный опрос Тестирование
6.	Тема 6. Импульсные линейные системы автоматического регулирования	8		4	0	4	Устный опрос Тестирование
7.	Тема 7. Нелинейные системы автоматического управления	8		4	0	4	Устный опрос Тестирование
8.	Тема 8. Оптимальные системы автоматического управления	8		4	0	4	Устный опрос
9.	Тема 9. Робастные и адаптивные системы	8		4	0	4	Тестирование
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия автоматического управления

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Автоматизация и механизация производства. Управление, объект управления, управляемые величины, управляющие и возмущающие воздействия. Автоматическое управление, автоматическое управляющее устройство, система автоматического управления. Разомкнутые и замкнутые системы управления. Понятие обратной связи. Подсистемы автоматического регулирования. Автоматический регулятор. Основные функциональные элементы регулятора и алгоритм его функционирования. Способы реализации алгоритмов регулирования. Аналоговые и цифровые регуляторы. Классификация АСР (непрерывные, дискретные, линейные, нелинейные, оптимальные, адаптивные и т.д.). Автоматизированные системы управления современными технологическими процессами, их структура, виды обеспечения. Примеры реальных систем автоматического управления и регулирования.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Моделирование линейной системы

Тема 2. Математическое описание линейных непрерывных объектов и систем управления

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Линейные непрерывные модели и характеристики СУ. Модели вход-выход: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики. Модели вход-состояние-выход. Преобразования форм представления моделей.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Исследование влияния коэффициента передачи на динамические свойства и устойчивость линейной системы. Экспериментальное определение запасов устойчивости замкнутой системы с помощью имитационного моделирования.

Тема 3. Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического регулирования

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Понятие устойчивости систем автоматического регулирования (САР). Устойчивость линейных непрерывных САР. Определение устойчивости по передаточной матрице системы. Причины появления неустойчивости линейных непрерывных САР. Влияние коэффициента передачи на устойчивость системы. Критерии устойчивости линейных непрерывных САР. Необходимое условие устойчивости Стодолы. Необходимые и достаточные условия устойчивости САР. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Стодолы. Критерий Рауса - Гурвица. Частотный критерий устойчивости Михайлова. Свойства АФЧХ разомкнутых систем. Частотный критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости. Интерпретация критерия Найквиста с помощью логарифмических частотных характеристик. Запасы устойчивости линейных систем по АФЧХ и ЛЧХ разомкнутых систем. Применение критерия Найквиста для систем с запаздыванием. Критерий Найквиста для систем, неустойчивых в разомкнутом состоянии.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Определение точности системы в статических и стационарных динамических режимах путем имитационного моделирования.

Тема 4. Качество линейных непрерывных систем автоматического регулирования

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Определение статической ошибки по задающему и возмущающему воздействиям. Качество САР в стационарных динамических режимах (при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной). Способы снижения и устранения ошибки при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной. Качество линейных непрерывных САР в стационарных режимах при случайных воздействиях. Случайные величины и случайные процессы. Законы распределения случайных величин и их параметры. Характеристики случайных процессов: корреляционная функция и спектральная плотность. Определение точности линейной САР при стационарных случайных воздействиях. Точность линейных систем при наличии двух случайных стационарных воздействий. Пример определение точности САР при стационарных случайных воздействиях. Качество переходных процессов в линейных непрерывных САР. Прямые показатели качества переходных процессов САР. Влияние коэффициента усиления на прямые показатели качества. Частотные критерии качества переходных процессов. Определение показателей качества переходных процессов по частотным характеристикам замкнутой системы. Частотный показатель колебательности. Определение показателей качества переходных процессов по ВЧХ и МЧХ замкнутой системы. Определение показателей качества переходных процессов по частотным характеристикам разомкнутой системы. Корневые критерии качества переходных процессов: степень устойчивости, степень (показатель) колебательности. Определение корневого показателя колебательности и его использование для синтеза САР.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Определение характеристик случайных сигналов на входе и выходе системы с помощью имитационной модели. Определение частотных показателей качества с помощью имитационных моделей.

Тема 5. Синтез линейных непрерывных систем автоматического регулирования

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Постановка задачи синтеза регуляторов и корректирующих устройств одномерных линейных непрерывных САР. Общие подходы структурно-параметрического синтеза регуляторов в классе одномерных линейных непрерывных систем. Построение эталонных передаточных функций замкнутой системы. Построение эталонной передаточной функции системы в классе низкочастотных фильтров Баттерворта. Построение эталонной передаточной функции системы методами стандартных коэффициентов. Общетеоретические методы синтеза регуляторов в классе одномерных линейных непрерывных систем. Применение принципа динамической компенсации для синтеза линейной САР. Расчет регулятора с помощью уравнений синтеза. Применение обратных связей по производным выходного сигнала для синтеза линейной САР. Модальное управление. Применение стационарного наблюдателя. Практические методы синтеза линейных непрерывных САР. Влияние местных обратных связей на свойства типичных объектов. Последовательные корректирующие устройства - регуляторы. Типовые законы регулирования. Пропорциональный и интегральный регуляторы и их характеристики. ПД-регулятор и его характеристики. ПИД-регулятор и его характеристики. Расчет регуляторов на заданный частотный показатель колебательности. Расчет регуляторов методом расширенных амплитудно-частотных характеристик. Синтез последовательных корректирующих устройств с помощью ЛАЧХ. Связь ЛАЧХ минимально фазовой разомкнутой системы с показателями качества замкнутой. Построение эталонной ЛАЧХ разомкнутой системы. Определение и упрощение передаточной функции корректирующего устройства. Пример решения задачи синтеза. Многоконтурные, комбинированные и многосвязные линейные непрерывные САР и их синтез. Преимущества многоконтурных САР. Особенности расчета регуляторов и корректирующих устройств многоконтурных систем автоматического регулирования. Расчет устройств компенсации возмущений в комбинированных системах. Условия инвариантности системы по отношению к возмущению. Практическая реализация теоретически рассчитанных устройств компенсации. Многосвязные линейные непрерывные САР: методы синтеза. Несвязное регулирование. Принцип автономности. Пример расчета двусвязной системы. Синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Исследование моделей, заданных эталонными передаточными функциями, моделирование системы, построенной методом динамической компенсации.

Тема 6. Импульсные линейные системы автоматического регулирования

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Классификация дискретных систем управления. Импульсные системы. Виды импульсной модуляции. Математическое описание импульсных систем. Применение непрерывной модели для системы с ШИМ-модуляцией. Математическое описание импульсных систем. Линейные дискретные модели систем управления. Разностные уравнения, дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование. Этапы построения мат. модели линейной системы с амплитудно-импульсной модуляцией. Передаточные функции импульсной системы в форме Z-преобразования. Частотные свойства импульсных сигналов и устройств. Устойчивость импульсных систем. Применение теории импульсных систем к цифровым системам. Дискретное представление типовых законов регулирования. Синтез импульсных и цифровых систем управления.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Моделирование системы с последовательным корректирующим устройством. Моделирование комбинированной и двусвязной систем автоматического регулирования

Тема 7. Нелинейные системы автоматического управления

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Определение и особенности нелинейных систем автоматического управления. Определение нелинейных САУ. Виды нелинейностей. Существенные и несущественные нелинейности. Линеаризация нелинейных моделей "в малом". Статические режимы нелинейных систем. Последовательное, параллельное и соединение в виде ОС статических нелинейностей. Ограничение сигналов в системах автоматического регулирования. Организация и моделирование ограничений. Особенности стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях. Исследование стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях методом статистической линеаризации. Устойчивость нелинейных систем автоматического регулирования. Особенности проблемы устойчивости для нелинейных САУ. Методы А.М. Ляпунова определения устойчивости. Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем В.М. Попова. Применение критерия абсолютной устойчивости В.М. Попова к системам с неустойчивой или нейтральной линейной частью. Гармоническая линеаризация статических нелинейностей. Анализ периодических режимов в нелинейных системах методом гармонического баланса. Релейные системы автоматического регулирования. Особенности динамики релейных систем автоматического регулирования. Процесс регулирования в релейной системе со статической линейной частью. Процесс регулирования в релейной системе с астатической (первого порядка) линейной частью. Процесс регулирования в релейной системе с астатической (второго порядка) линейной частью. Исследование колебательных режимов в релейных системах методом гармонического баланса. Скользящие режимы в релейных системах.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Моделирование линейной импульсной системы автоматического регулирования.

Тема 8. Оптимальные системы автоматического управления

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Оптимальные системы автоматического управления. Постановка задачи оптимального управления. Классификация задач оптимизации динамических режимов САУ. Решение задач оптимального управления методами классического вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Решение задачи оптимального управления с учетом ограничений. Уравнения Эйлера-Лагранжа. Задача с закрепленными концами и фиксированным временем. Задача с подвижными концами и фиксированным временем. Задача с подвижными концами и нефиксированным временем. Принцип максимума Понтрягина. Формулировка принципа максимума. Линейная задача максимального быстродействия. Теорема об n-интервалах. Пример решения задачи на максимальное быстродействие с помощью принципа максимума. Определение решения в виде оптимальной программы и оптимальной стратегии. Метод динамического программирования Беллмана. Оптимизация дискретных многошаговых процессов принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Задача о замене оборудования. Метод динамического программирования для непрерывных систем. Задача об аналитическом конструировании регуляторов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Построение фазовых портретов с помощью имитационного моделирования. Моделирование релейных систем автоматического регулирования.

Тема 9. Робастные и адаптивные системы

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Общие понятия теории робастных систем. Принципы построения и классификация адаптивных систем.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Моделирование релейных систем автоматического регулирования

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Тема 1. Основные					

понятия автоматического управления

тестированию

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Математическое описание линейных непрерывных объектов и систем управления	8		подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
3.	Тема 3. Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического регулирования	8		подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
4.	Тема 4. Качество линейных непрерывных систем автоматического регулирования	8		подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
5.	Тема 5. Синтез линейных непрерывных систем автоматического регулирования	8		подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
6.	Тема 6. Импульсные линейные системы автоматического регулирования	8		подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
7.	Тема 7. Нелинейные системы автоматического управления	8		подготовка к тестированию	2	Тестирование
				подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
8.	Тема 8. Оптимальные системы автоматического управления	8		подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
9.	Тема 9. Робастные и адаптивные системы	8		подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и предполагают активное участие студентов. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.

Одним из методов изучения курса является самостоятельная работа над учебниками, учебными пособиями и специальной литературой, а также изучение нормативных материалов.

Лабораторные занятия - это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

При разработке тестовых заданий использовались следующие формы заданий:

- задания с выбором одного из 3-4 ответов;
- задания с выбором несколько из 3-4 ответов.

Экзамен по курсу проводится в виде тестирования или по билетам. При подготовке к экзамену необходимо опираться на источники, которые разбирались на лекциях в течение семестра.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основные понятия автоматического управления

Тестирование , примерные вопросы:

Системой автоматического управления называется система ... Какая система называется системой автоматизированного управления?

Устный опрос , примерные вопросы:

Управление и автоматизация технологических процессов. Классификация систем автоматизации и управления. Основные определения, требования и понятия. Принципы построения систем автоматизации и управления. Функциональные и технические структуры систем автоматического управления.

Тема 2. Математическое описание линейных непрерывных объектов и систем управления

Тестирование , примерные вопросы:

Управление, осуществляемое в условиях имеющихся ограничений наилучшим образом, называется ... Частная задача управления, состоящая в отработке задающего воздействия без выбора характера этого воздействия, называется ... Функция $r(t)$ называется ... Функция $e(t)$ называется ... Функция $u(t)$ называется ... Функция $y(t)$ называется ... Функция $f(t)$ называется ...

Устный опрос , примерные вопросы:

Линейные непрерывные модели и характеристики СУ. Модели вход-выход: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики. Модели вход-состояние-выход. Преобразования форм представления моделей.

Тема 3. Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического регулирования

Тестирование , примерные вопросы:

Что понимают под устойчивостью САР? Какой вид имеет решение уравнения динамики САР? Как найти вынужденную составляющую решения уравнения динамики САР?

Устный опрос , примерные вопросы:

Понятие устойчивости систем автоматического регулирования (САР). Устойчивость линейных непрерывных САР. Причины появления неустойчивости линейных непрерывных САР. Критерии устойчивости линейных непрерывных САР. Необходимые и достаточные условия устойчивости САР. Запасы устойчивости. Запасы устойчивости линейных систем по АФЧХ и ЛЧХ разомкнутых систем. Применение критерия Найквиста для систем с запаздыванием. Критерий Найквиста для систем, неустойчивых в разомкнутом состоянии.

Тема 4. Качество линейных непрерывных систем автоматического регулирования

Тестирование , примерные вопросы:

Как влияет на качество управления близость корня характеристического полинома САУ к мнимой оси комплексной плоскости? Как определить степень устойчивости САУ? Как определить колебательность САУ? Как можно вычислить время переходного процесса, зная как расположены корни характеристического полинома на комплексной плоскости?

Устный опрос , примерные вопросы:

Качество линейных непрерывных САУ в стационарных режимах при случайных воздействиях. Определение статической ошибки по задающему и возмущающему воздействиям. Способы снижения и устранения ошибки при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной. Случайные величины и случайные процессы. Законы распределения случайных величин и их параметры. Характеристики случайных процессов: корреляционная функция и спектральная плотность. Определение точности линейной САУ при стационарных случайных воздействиях.

Тема 5. Синтез линейных непрерывных систем автоматического регулирования

Тестирование , примерные вопросы:

Что называется синтезом САУ? Как включаются корректирующие устройства? Что называется местными обратными связями и для чего они служат? В чем особенности гибкой и жесткой обратных связей? Как они реализуются?

Устный опрос , примерные вопросы:

Общие подходы структурно-параметрического синтеза регуляторов в классе одномерных линейных непрерывных систем. Построение эталонных передаточных функций замкнутой системы. Применение принципа динамической компенсации для синтеза линейной САУ. Влияние местных обратных связей на свойства типичных объектов. Определение и упрощение передаточной функции корректирующего устройства.

Тема 6. Импульсные линейные системы автоматического регулирования

Тестирование , примерные вопросы:

Перечислите виды импульсной модуляции... АФЧХ консервативного звена представляет собой... АФЧХ дифференцирующего звена представляет собой... АФЧХ интегрирующего звена представляет собой ... АФЧХ безинерционного звена представляет собой ...

Устный опрос , примерные вопросы:

Классификация дискретных систем управления. Виды импульсной модуляции. Математическое описание импульсных систем. Линейные дискретные модели систем управления. Этапы построения мат. модели линейной системы с амплитудно-импульсной модуляцией. Частотные свойства импульсных сигналов и устройств. Применение теории импульсных систем к цифровым системам.

Тема 7. Нелинейные системы автоматического управления

Тестирование , примерные вопросы:

К нелинейным системам АУ НЕ относятся ... К методу устойчивости А.М. Ляпунова (В.М.Попова) относятся ...

Устный опрос , примерные вопросы:

Определение и особенности нелинейных систем автоматического управления. Виды нелинейностей. Статические режимы нелинейных систем. Устойчивость нелинейных систем автоматического регулирования Релейные системы автоматического регулирования

Тема 8. Оптимальные системы автоматического управления

Устный опрос , примерные вопросы:

Классификация задач оптимизации динамических режимов САУ. Решение задач оптимального управления методами классического вариационного исчисления. Решение задачи оптимального управления с учетом ограничений. Задача с закрепленными концами и фиксированным временем. Задача с подвижными концами и фиксированным (нефиксированным временем) временем.

Тема 9. Робастные и адаптивные системы

Устный опрос , примерные вопросы:

Общие понятия теории робастных систем. Принципы построения и классификация адаптивных систем.

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

1. Основные понятия автоматического управления. Управление, объект управления, управляемые величины, управляющие и возмущающие воздействия. Разомкнутые и замкнутые системы управления. Понятие обратной связи.
2. Классификация систем автоматического регулирования.
3. Линейные модели вход-выход: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики.
4. Модели вход-состояние-выход. Преобразования форм представления моделей.
5. Понятие устойчивости САУ. Устойчивость линейных САУ.
6. Причины появления неустойчивости линейных САУ.
7. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Стодолы. Критерий Рауса - Гурвица.
8. Частотный критерий устойчивости Михайлова.
9. Свойства АФЧХ разомкнутых систем.
10. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
11. Интерпретация критерия Найквиста с помощью логарифмических частотных характеристик.
12. Запасы устойчивости линейных систем по АФЧХ и ЛЧХ разомкнутых систем.
13. Критерий Найквиста для систем, неустойчивых в разомкнутом состоянии.
14. Показатели качества систем автоматического регулирования.
15. Качество САУ в статических режимах. Определение ошибки по задающему и возмущающему воздействиям.
16. Качество САУ в стационарных динамических режимах (при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной).
17. Способы снижения и устранения ошибки при воздействиях, изменяющихся с постоянной производной.
18. Стационарные режимы линейных систем при случайных воздействиях.
19. Законы распределения случайных величин и их параметры.
20. Характеристики случайных процессов: корреляционная функция и спектральная плотность.
21. Определение точности линейной САУ при стационарных случайных воздействиях.
22. Показатели качества переходных процессов в САУ.
23. Частотные критерии качества переходных процессов. Определение показателей качества переходных процессов по частотным характеристикам замкнутой системы.
24. Частотные критерии качества переходных процессов. Определение показателей качества переходных процессов по частотным характеристикам разомкнутой системы.
25. Корневые критерии качества переходных процессов: степень устойчивости, степень (показатель) колебательности.
26. Определение корневого показателя колебательности и его использование для синтеза САУ.
27. Постановка задачи синтеза регуляторов и корректирующих устройств одномерных линейных САУ.
28. Построение эталонной передаточной функции системы в классе низкочастотных фильтров Баттерворта.
29. Построение эталонной передаточной функции системы методами стандартных коэффициентов.

30. Применение принципа динамической компенсации для синтеза линейной САР.
31. Расчет регулятора с помощью уравнений синтеза.
32. Применение обратных связей по производным выходного сигнала для синтеза линейной САР.
33. Влияние местных обратных связей на свойства типичных объектов.
34. Типовые законы регулирования (обзор).
35. Пропорциональный и интегральный регуляторы и их характеристики.
36. ПД-регулятор и его характеристики.
37. ПИД-регулятор и его характеристики.
38. Расчет регуляторов на заданный частотный показатель колебательности.
39. Расчет регуляторов методом расширенных амплитудно-частотных характеристик.
40. Синтез последовательных корректирующих устройств с помощью ЛАЧХ.
41. Связь ЛАЧХ минимально фазовой разомкнутой системы с показателями качества замкнутой.
42. Построение эталонной ЛАЧХ разомкнутой системы.
43. Многоконтурные САР и их синтез.
44. Расчет устройств компенсации возмущений.
45. Расчет двусвязной системы. Несвязное регулирование.
46. Расчет двусвязной системы. Автономная система.
47. Синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях.

7.1. Основная литература:

1. Борисевич, А. В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - М.: Инфра-М, 2014. - 200 с. URL.: <http://znanium.com/bookread2.php?book=470329>
2. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: Учебное пособие. - 3-е изд., испр. -СПб.: Изд-во 'Лань', 2016. -224 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/71753/>
3. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления: Учебное пособие. - 3-е изд., испр. -СПб.: Издательство 'Лань', 2015. -624 с. -URL:<https://e.lanbook.com/reader/book/68460/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. -СПб.: Издательство 'Лань', 2011. - 464 с. -URL: <http://e.lanbook.com/view/book/2033/>
2. Панкратов В.В. Избранные разделы современной теории автоматического управления/Панкратов В.В., Нос О.В., ЗимаЕ.А. - Новосибир.: НГТУ, 2011. - 223 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=548433>
3. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем: Учебное пособие / Никулин Е.А. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 632 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=939825>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Курс Лекций. Теория автоматического управления - <http://toehelp.ru/theory/tau/contents.html>
образовательный проект А.Н.Варгина - <http://www.vargin.spb.ru/>
Российское образование - Федеральный портал - <http://www.edu.ru>
Сайт, посвященный вопросам естествознания - <http://www.naturalscience.ru>
Сетевая энциклопедия "Кругосвет" - <http://www.krugosvet.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория автоматического управления" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Специализированная лаборатория

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.04 "Профессиональное обучение (по отраслям)" и профилю подготовки Энергетика .

Автор(ы):

Дерягин А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Сабилова Ф.М. _____

"__" _____ 201__ г.