

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**"УТВЕРЖДАЮ"**

Председатель методкомиссии  
механического факультета

К. И. Савинова

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2002 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине ОПД.Ф. 04.1 "Теория автоматического управления"  
для специальности 210200 "Автоматизация технологических процессов и производств"  
по направлению 657900 "Автоматизированные технологии и производства"

факультет механический

кафедра автоматизации производственных процессов и АСУ

Курс 3, 4 Семестр 5, 6, 7

Всего аудиторных часов 187

Из них:

лекций	76 часов
практических занятий	58 часов
лабораторных занятий	53 часа
индивидуальных занятий	12 часов
самостоятельная работа	161 часов
экзамен	5, 7 семестр
зачет	6 семестр
курсовая работа	7 семестр
Всего по учебному плану	360 часов

Кемерово 2002 г.

Рабочая программа составлена на основе Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 657900 "автоматизированные технологии и производства", в которое входит специальность 210200 "автоматизация технологических процессов и производств (в пищевой промышленности)". Утвержден зам. министра образования РФ в 10.03.00 г. рег. № 26 тех/дс

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры АПП и АСУ 19 марта 2002 г.

Протокол заседания № 6 зав. кафедрой Чупин А. В. \_\_\_\_\_

Рабочую программу составил: к. т. н., доцент Федосенков Б. А.

Зарегистрировано в методлаборатории " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2002 г.

Регистрационный номер № \_\_\_\_\_

Зав. методлабораторией

---

## 1. ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления является основой для изучения специальных дисциплин. Цель преподавания дисциплины – обучение студентов методам анализа и синтеза автоматических систем регулирования и управления.

В результате изучения дисциплины студент **должен знать**:

- основные принципы и концепции построения автоматических систем управления;
- методы и математический аппарат теории автоматического управления;
- основные проблемы и перспективные направления развития теории автоматического управления.

**Уметь**:

- использовать методы анализа устойчивости и качества автоматических систем регулирования;
- обоснованно выбирать структуры и схемы регулирования и управления, рассчитывать оптимальные настройки регуляторов;
- синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами;
- применять ЭВМ как для исследования систем управления, так и для управления технологическими объектами.

### 1.1. Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины

Кафедра	Наименование дисциплины	Наименование или номер раздела (темы)
1	2	3
Высшей математики	Высшая математика	Элементы линейной алгебры (1, 4), дифференциальное и интегральное исчисление (2, 3), дифференциальные уравнения (2, 3), преобразования Лапласа и Фурье, операционное исчисление (2-17), основы теории вероятностей и математической статистики.
Теоретической механики	Теоретической механики	Динамика точки и твердого тела, связи и общее уравнение динамики, уравнение Лагранжа, малые колебания систем.
Прикладной математики и вычислительной техники	Численные методы и программирование для ЭВМ	Методы: обработки результатов эксперимента, решение конечных и дифференциальных уравнений, поиска безусловного и условного экстремума функций, приемы составления и отладки программ для цифровых ЭВМ.
Общей электротехники	Электротехника	Переходные процессы в линейных электрических цепях

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Лекционные (теоретические) занятия.

Номер раздела	Наименование раздела или темы. Краткое содержание темы. Уровень абстракции и уровень усвоения	Кол-во часов	Семестр	Примечание
1	2	3	4	5
1.	Содержание задач управления. Классификация систем управления. Математические модели и характеристики систем управления	4	5	
2.	Математическое описание линейных автоматических систем управления. Пространство состояний объекта управления. Составление уравнений статики, методы их линеаризации. Типовые входные сигналы, их математическое описание и реакция на них линейных звеньев автоматики (переходная и импульсная функции, реакция на гармоническое воздействие. Связь выходного и входного сигналов на основании интеграла свертки. Передаточные функции. Частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ), Понятие о минимально-фазовых системах.	8	5	
3.	Типовые линейные звенья (усилительное, интегрирующее, апериодическое, колебательное, дифференцирующее, запаздывания). 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.	8	5	
4.	Устойчивость линейных систем. Определение устойчивости динамической системы. Необходимые и достаточные условия. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Раусса, Гурвица, Михайлова, Найквиста). Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение областей устойчивости D-разбиение по одному и двум параметрам. Запасы устойчивости. Устойчивость систем с запаздыванием.	8	5	
5.	Качество переходных процессов. Построение переходных процессов (аналитическое, по характеристикам системы). Прямые и косвенные показатели качества переходных процессов. Интегральные критерии качества. Статические и астатические системы. Точность управления, коэффициенты ошибок. Анализ качества по частотным характеристикам замкнутой системы.	6	5	
6.	Типовые законы регулирования (П, И, ПИ, ПД, ПИД). Расчет оптимальных настроек регуляторов. Понятие о расширенных частотных характеристиках.	3	5	

1	2	3	4	5
7.	Методы коррекции линейных автоматических систем управления. Постановка задачи коррекции автоматических систем. Коррекция динамических свойств систем с помощью интегрирующего, дифференцирующего звеньев введением обратной связи. Использование метода логарифмических частотных характеристик при синтезе корректирующих устройств.	4	5	
8.	Случайные процессы, их характеристики, корреляционная функция, спектральная плотность и корреляционными функциями на входе и выходе линейной системы. Среднеквадратическая ошибка как критерий качества систем.	5	5	
9.	Инвариантные системы. Условие инвариантности линейной системы. Системы взаимосвязанного регулирования.	4	5	
10.	Общие сведения о нелинейных системах автоматического управления. Учет нелинейностей в реальных системах, системы с введенными нелинейностями. Типовые нелинейные звенья (зона нечувствительности, ограничение, двухпозиционное реле, АЦП, люфт). Определение статических характеристик систем при последовательном, параллельном соединении нелинейных звеньев, при использовании обратной связи.	3	6	
11.	Устойчивость нелинейных систем. Понятие устойчивости нелинейных систем. Исследование устойчивости с использованием первого и второго метода Ляпунова. Частотный метод устойчивости Попова. Использование метода фазовой плоскости для исследования устойчивости нелинейных систем.	4	6	
12.	Приближенные методы анализа нелинейных систем. Метод гармонической линеаризации при анализе релейных систем, зависимость коэффициентов гармонической линеаризации от амплитуды входных сигналов. Исследование автоколебаний методом гармонического баланса. Переходные процессы в релейных системах, методы их построения и определение качественных показателей.	8	6	
13.	Элементы теории конечных автоматов. Методы описания логической последовательности действий по управлению технологическими процессами. Представление логического алгоритма в виде автомата, конечные автоматы. Конечные автоматы. Использование алгебры логики для описания работы конечных автоматов. Методы анализа и синтеза конечных автоматов.	2	6	

1	2	3	4	5
14.	Математическое описание дискретных систем автоматического управления. Виды дискретизации сигналов и примеры дискретных автоматических систем. Аналитическое описание дискретных элементов. Понятие о дискретном преобразовании Лапласа Z-преобразование. Передаточная функция импульсной системы.	2	7	
15.	Анализ импульсных и дискретных автоматических систем управления. Условие устойчивости импульсных систем. Влияние интервала дискретности на устойчивость системы. Переходные процессы в импульсных системах. Цифровые системы регулирования, их алгоритмы и особенности расчета. Анализ системы с квантованным по уровню сигналом.	2	7	
16.	Общие сведения об оптимальном управлении. Математическая постановка задач оптимизации (критерии оптимизации, ограничения, условия, связи). Понятие выпуклости функций, функционала и множества. Классификация задач оптимального управления и методов их решения. Некорректность и регуляризация постановки задачи. Многокритериальные задачи и решения по Парето. Общие подходы к декомпозиции задач оптимизации. Определение условного максимума функции. Метод Лагранжа и теоремы Куна-Таккера. Методы поиска условного максимума.	2	7	
17.	Системы с запаздыванием. Устойчивость и качество систем с запаздыванием. Управление объектами с распределенными параметрами. Системы управления с переменной структурой. Синтез регуляторов с переменной структурой.	2	7	

## 2.2. Практические занятия

Порядковый номер, наименование темы или краткая характеристика практического занятия	Кол-во часов	Номер соответствующей темы лекционного материала	Семестр	Примечание
1	2	3	4	5
1. Составление дифференциальных уравнений звеньев систем. Линеаризация их характеристик. Решение задач по определению уравнений динамики и статики звеньев автоматических систем.	6		5	
2. Определение переходных и весовых звеньев путем аналитического решения дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений звеньев.	6		5	

1	2	3	4	5
3. Вычисление и построение частотных характеристик дифференциальными уравнениями линейных элементов. Решение задач по вычислению и построению частотных характеристик линейных элементов.	6		5	
4. Структурные преобразования линейных систем. Решение задач по структурному преобразованию линейных систем.	4		5	
5. Исследование устойчивости линейных систем. Решение задач по исследованию устойчивости линейных систем.	8		5	
6. Оценка качества переходных процессов, расчет оптимальных настроек регуляторов. Решение задач по оценке качества регулирования и расчету параметров настройки регуляторов.	8		5	
7. Построение фазовых портретов линейных и нелинейных систем. Исследование устойчивости методом фазовых траекторий.	8		6	
8. Исследование устойчивости нелинейных систем методом Ляпунова.	4		6	
9. Гармоническая линеаризация линейных элементов.	4		6	
10. Построение переходных процессов и определение параметров автоколебаний релейных систем.	4		6	

### 2.3 Лабораторные занятия

Порядковый номер, наименование темы или краткая характеристика практического занятия	Кол-во часов	Номер соответствующей темы лекционного материала	Семестр	Примечание
1	2	3	4	5
1. Определение статических характеристик объектов.	4		5	
2. Определение динамических характеристик объектов.	6		5	
3. Исследование типовых динамических звеньев САУ. Динамика апериодического звена первого порядка. Временной и частотный анализы.	4		5	
4. Исследование динамики апериодического звена второго порядка.	4		5	

1	2	3	4	5
5. Исследование динамики колебательного звена при различных коэффициентах демпфирования.	4		5	
6. Исследование динамики реального изодрома и реального дифференцирующего звена.	4		5	
7. Изучение структуры системы машинного моделирования на базе СМ 1300. Формирование сигнальных графов исследуемых систем автоматики, расчет передаточных функций.	2		5	
8. Временной анализ САУ высоких порядков.	4		5	
9. Исследование замкнутой системы автоматического регулирования при рассчитанных параметрах настройки регулятора.	4		6	
10. Исследование систем каскадного регулирования.	2		6	
11. Расчет корреляционных и спектральных плотностей.	4		7	
12. Изучение режимов релейных систем методом фазовой плоскости.	2		6	
13. Исследование дискретных САУ.	6		7	

## 2.4 Курсовая работа

В курсовой работе на основе методов теории автоматического управления рассчитываются с помощью ЭВМ линейные, нелинейные, дискретные АСР, а так же системы оптимального управления.

### Характеристика курсового проекта

- 1) Графическая часть – структурная схема АСР, графики временных и частотных характеристик, блок-схемы разработанных алгоритмов управления (на 2-3 листах формата А4 представляется графический материал).
- 2) Расчетно-пояснительная записка включает в себя титульный лист, задание на курсовую работу, текстовую часть – исходные данные для расчета системы, обоснование и выбор структуры системы, расчет системы, анализ результатов, программы используемые при расчетах. Объем 20-30 листов рукописного текста.

## 3. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Текущий контроль процесса обучения будет осуществляться путем оценки выполнения индивидуального задания на практических занятиях (10 тем) и защиты лабораторных работ (13 работ).

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Основная и дополнительная литература

Порядковый номер и библиографическое описание рекомендуемого источника литературы	Шифр библиотеки КемТИПП	Планируемое число студентов-пользователей	Число экземпляров
1	2	3	4
<b>Основная</b>			
1. Теория автоматического управления: Учебник для машиностроительных спец. вузов /под ред. Ю. М. Соломенцева/ - 2-е издание. – М.: Высшая школа, 1999. – 265 с	681.5 Т-33	55	2
2. Теория автоматического управления: Учебное пособие для вузов в 2-х частях /Под ред. А. А. Воронова/ 2-е издание. – М.: Высшая школа, 1986. Ч. 1: Теория линейных систем автоматического управления. 1986. – 367 с. Ч. 2: Теория нелинейных систем автоматического управления. 1986. – 504	62-52 Т-11	55	2
3. Плюто В. П. и др. Практикум по теории автоматического управления химико-технологическими процессами. Цифровые системы: Учебное пособие для вузов. – М.: Химия, 1989. – 168 с.	681.5 П-40	55	30
4. Попов Е. П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для вузов. 2-е издание. – М.: Наука, 1988. – 256 с.	681.5 П-58	55	79
5. Иващенко Н. Н. Автоматическое регулирование: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1978	62-50 И-24	55	10
<b>Дополнительная</b>			
6. Попов Е. П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для вузов. – М.: Наука, 1989. – 301 с.	681.5 П-40	55	3
7. Лукас В. А. Теория автоматического управления: Учебное пособие для вузов. 2-е издание – М.: Недра, 1990. – 416 с.	681.5 Л-84	55	1
8. Зацепина С. А. И др. Теория управления: Учебное пособие – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1989. – 197 с.	681.5 З-39	55	2

## 4.2 Методические разработки кафедры

Порядковый номер и библиографическое описание рекомендуемого источника литературы	Шифр библиотеки КемТИПП	Планируемое число студентов - пользователей	Число экземпляров, выделяемое на поток
1	2	3	4
1. Расчет динамических систем методом пространства состояний с использованием РС-компьютеров. Методические разработки по курсовому проектированию дисциплины "Теория управления". КемТИПП, Кемерово, 1997. – 18 с.	Все методические разработки находятся на кафедре	55	10
2. Расчет динамических систем топологическим методом. Методические разработки по курсовому проектированию дисциплины "Теория управления". КемТИПП, Кемерово, 1997. – 14 с.		55	10
3. Теория управления. Методические указания к выполнению курсового проекта. КемТИПП, Кемерово, 1997. – 45 с.		55	10