

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Механико-технологический факультет
Заочный факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан МТФ

профессор, к.т.н.
Буров Владимир Григорьевич

“ ____ ” _____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЗФ

профессор, д.т.н.
Темлякова Зоя Савельевна

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

ООП: специальность 151002.65 Металлорежущие станки и инструменты

Шифр по учебному плану: ОПД.Ф.11

Факультет: заочный заочная форма обучения

Курс: 4, семестр: 7 8

Лекции: 4

Практические работы: - Лабораторные работы: 8

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 73

Экзамен: - Зачет: 8

Всего: 85

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 657800 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.(№ 513 тех/дс от 28.02.2001)

ОПД.Ф.11, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Автоматизации производственных процессов в машиностроении протокол № 4 от 20.06.2011

Программу разработал

профессор, д.т.н.

Кутышкин Андрей Валентинович

Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.

Нос Олег Викторович

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, к.т.н.

Иванцовский Владимир Владимирович

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ОПД.Ф.08.	ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ Понятие автоматического управления; состав и структура автомата. Принципы автоматического управления. Проблемы современной теории автоматического управления. Типы и классификация систем автоматического управления (САУ). Анализ непрерывных линейных САУ; способы описания (уравнения состояния, передаточные функции, структурные схемы) и характеристики линейных систем; управляемость и наблюдаемость системы; оценки качества регулирования и устойчивости. Постановка задачи и основы проектирования систем управления. Особенности автоматического управления промышленными объектами и производственными процессами. Синтез автоматических управляющих устройств и систем. Анализ линейных импульсных САУ; понятие дискретного (прерывистого) автоматического управления; описание импульсных систем во временной и частотной областях; цифровое управление, описание и характеристики цифрового регулятора. Нелинейные и оптимальные САУ; способы описания и анализ нелинейных систем. Понятие оптимальных систем управления техническими объектами. Целевая функция оптимального автоматического управления и методы ее оптимизации. Адаптивные системы.	85

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста 657800 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств".
Адресат курса	Студенты специальности 151002.65 "Металлообрабатывающие станки и комплексы"
Основная цель (цели) дисциплины	Целью дисциплины является освоение и практическое применение студентами расчетно-теоретических методов исследования линейной динамики, методик инженерного синтеза конкурентоспособных систем автоматического управления и регулирования техническими объектами и технологическими системами машиностроения
Ядро дисциплины	Анализ функционирования типовых технических и технологических систем машиностроения, моделирование их материальных, энергетических и информационных потоков методами теории автоматического управления. Анализ и синтез систем автоматического управления типовыми технологическими системами машиностроения.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Последующие по учебному плану дисциплины 1. Управление системами и процессами а) знать: принципы построения и синтеза следящих электроприводов постоянного и переменного токов, расчет механической части многомассовых систем

	б) уметь: разрабатывать электромеханические системы с программным управлением в составе технологического комплекса 2. Технологические процессы в машиностроении а) знать: способы регулирования частоты вращения основных типов электродвигательных устройств б) уметь: выбирать требуемый алгоритм управления и способ регулирования частоты вращения в зависимости от требований, предъявляемых к технологическому процессу
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	1. Математика а) знать: аппарат линейной алгебры, функция комплексного переменного, дифференциальное и интегральное исчисление, ряды, преобразование Лапласа б) уметь: решать обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами 2. Электротехника и электроника а) знать: общие вопросы теории электрических цепей, основные законы, принципы действия и характеристики основных типов электромеханических преобразователей энергии, их математическое описание б) уметь: производить расчет и анализ электрических цепей, производить расчет механических характеристик, оценивать влияние параметров электрической машины на регулировочные
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	1. Использование на лекциях мультимедийного оборудования 2. Выполнение лабораторных работ в специализированной программе "МВТУ 3.X"

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о возможностях использования аппарата теории автоматического управления для моделирования и анализа функционирования технологических систем машиностроения
знать	
2	принципы построения линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования
3	критерии оценки устойчивости линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования
4	показатели качества процесса регулирования
5	методы и способы определения запасов устойчивости и точности процессов регулирования линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования
уметь	
6	составлять математические описания автоматических систем регулирования и управления осуществлять анализ устойчивости и качества автоматических систем регулирования и управления
7	обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления
8	осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств линейных непрерывных систем автоматического

	управления/регулирования
9	осуществлять синтез корректирующих устройств систем автоматического регулирования/управления на основе частотного метода
иметь опыт (владеть)	
10	методами частотного анализа линейных непрерывных систем автоматического регулирования/управления
11	методами анализа устойчивости линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования
12	методами параметрической оптимизации и структурно - параметрической коррекции линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования
13	навыками использования для анализа, параметрической оптимизации и структурно - параметрической коррекции линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования специализированных проблемно-ориентированных программных комплексов

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7		
Дидактическая единица: Основные понятия теории автоматического управления		
Основные понятия теории автоматического управления	1	1, 2, 6, 7
Структурная и функциональная схемы система автоматического регулирования.	1	1, 2, 6, 7
Семестр: 8		
Дидактическая единица: Уравнения типовых процессов механообработки		
Общий порядок составления уравнений динамических систем/звеньев	0,25	1, 2, 6, 7
Составление уравнений типовых процессов механообработки	0,25	1, 2, 6, 7
Дидактическая единица: Структурные преобразования линейных непрерывных САП		
Структурные преобразования линейных САП	0,25	1, 2, 6, 7
Дидактическая единица: Динамические и частотные характеристики звеньев и линейных непрерывных САП		
Динамические и частотные характеристики звеньев и линейных непрерывных САП	0,25	1, 10, 2, 6, 7
Дидактическая единица: Типовые звенья линейных непрерывных САП		
Типовые звенья линейных непрерывных САП	0,25	1, 2, 6, 7
Дидактическая единица: Устойчивость линейных непрерывных САП		
Устойчивость линейных непрерывных САП	0,25	1, 10, 11, 2, 3, 5
Дидактическая единица: Качество процессов управления линейных непрерывных САП		
Качество процессов управления линейных непрерывных САП	0,25	1, 2, 4, 6, 7
Дидактическая единица: Синтез корректирующих устройств линейных непрерывных САП		
Синтез корректирующих устройств линейных непрерывных САП	0,25	1, 12, 13, 2, 4, 7, 8, 9

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Основные понятия теории автоматического управления			
Переходные и импульсные характеристики типовых линейных динамических звеньев в составе САР	Исследование влияния параметров типовых звеньев и отрицательных (положительных) обратных связей на вид переходных (импульсных) характеристик и свойства звеньев в установившемся и переходном процессах	4	1, 2, 6, 7
Дидактическая единица: Структурные преобразования линейных непрерывных САР			
Частотные характеристики линейной САР в разомкнутом состоянии	Исследование АФЧХ, АЧХ и ФЧХ в различных масштабах типовых линейных звеньев и влияние на их вид параметров звена	4	1, 10, 2, 6, 7

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 8, Подготовка к зачету

Систематическое изучение дисциплины в течение семестра, закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовка к предстоящим занятиям, самостоятельность в поиске и приобретении новых знаний и умений. На подготовку к зачету отводится 23 часа.

Семестр- 8, Контрольные работы

1. Вариант задания выдается преподавателем.
 2. Все задания должны быть выполнены самостоятельно после изучения соответствующих разделов. Несамостоятельно выполненные задания к защите не допускаются.
 3. Пояснительная записка выполняется на стандартных листах формата А4 (297x210 мм) в текстовом редакторе Microsoft Word.
 4. Все функциональные и структурные схемы выполняются в графическом редакторе.
 5. Графики переходных процессов, полученных методом цифрового моделирования, должны быть представлены в виде рисунков, выполненных в графическом редакторе.
 6. Титульный лист оформляется по образцу, приведенному на рис.5.1.
- На выполнение контрольной работы отводится 30 часов.

Министерство образования и науки Российской Федерации НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ Контрольная работа по дисциплине «Теория автоматического управления» на тему: «Анализ и оптимизация параметров линейной непрерывной системы автоматического управления» Факультет: _____ механико-технологический Группа: _____ Студент: _____ Преподаватель: _____ Новосибирск 20__ г.	
---	--

Рис.5.1. Образец титульного листа

5.2. Образец контрольной работы

на тему: «Анализ и оптимизация параметров линейной непрерывной системы автоматического управления»

5.2.1. Исходные данные

- структурные уравнения взаимосвязи сигналов, проходящих внутри системы;
- типовые дифференциальные уравнения, характеризующие функционирование звеньев системы;
- значения коэффициентов дифференциальных уравнений, характеризующих функционирование звеньев системы;
- значения прямых показателей качества процесса управления.

5.2.2. Контрольная работа

Сформировать по структурным уравнениям взаимосвязи сигналов, проходящих внутри системы, ее структурную схему системы автоматического регулирования, определить переходную характеристику построенной системы, ее амплитудно-фазовые характеристики, оценить устойчивость функционирования системы и при необходимости оптимизировать ее параметры для обеспечения заданных требований к качеству процесса регулирования.

5.2.3. Программа выполнения контрольной работы

1. Построить структурную схему системы автоматического регулирования по заданным структурным уравнениям взаимосвязи сигналов, проходящих внутри системы.
2. Получить передаточные функции звеньев системы, передаточную функцию системы по управляющему и возмущающему сигналам.
3. Методом численного моделирования получить переходные характеристики системы при одновременном и раздельном воздействии управляющего и возмущающего сигналов.
4. Методом численного моделирования получить амплитудно-фазовые характеристики системы.
5. Оценить устойчивость системы с использованием критериев Гурвица, Михайлова и Найквиста (при использовании частотных критериев применить численное моделирование).
6. Определить запасы устойчивости системы по модулю и фазе.
7. Провести численными методами оптимизацию параметров системы для обеспечения заданных требований к качеству процесса регулирования.

По п.п. 5, 6 и 7 сделать соответствующие выводы и заключения.

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

Подготовка к занятиям включает в себя: детальную проработку тем лекционного материала, т.е. дополнение конспекта учебным материалом (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет); чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы); конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); ответы на контрольные вопросы; выполнение чертежей и схем. На подготовку к занятиям отводится 20 часов.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Проводится в соответствии с планом ООП - зачет в 8 семестре. К зачету допускаются студенты, выполнившие контрольную работу и защитившие после выполнения лабораторные работы. При аттестации используются контролирующие материалы, образцы которых приведены в п. 9.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Кузьмин А. В. Теория систем автоматического управления : [учебник для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. В. Кузьмин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол, 2009. - 223 с. - Рекомендовано МО.
2. Савин М. М. Теория автоматического управления : [учебное пособие для вузов] / М. М. Савин, В. С. Елсуков, О. Н. Пятинина ; под. ред. В. И. Лачина. - Ростов н/Д, 2007. - 469 с. : ил. - Рекомендовано УМО.

3. Петраков Ю. В. Теория автоматического управления технологическими системами : учебник / Ю. В. Петраков. - М., 2008

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Пантелеев А. В. Теория управления в примерах и задачах : [учебное пособие для вузов] / А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. - М., 2003. - 582, [1] с. : ил. - Рекомендовано УМО.
2. Певзнер Л. Д. Практикум по теории автоматического управления : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки 550200, 651900 "Автоматизация и управление"] / Л. Д. Певзнер. - М., 2006. - 589, [1] с. : ил. - Рекомендовано УМО.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления. В 5 т.. Т. 1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления : учебник для вузов / [К. А. Пупков и др.] ; под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. - М., 2004. - 654 с. : ил. - Рекомендовано МО.
4. Востриков А. С. Основы теории непрерывных и дискретных систем регулирования : учебное пособие / А. С. Востриков, Г. А. Французова, Е. Б. Гаврилов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 476 с.
5. Французова Г. А. Сборник задач по теории автоматического управления. Ч. 2 : учебное пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т ; Г. А. Французова, О. Я. Шпилева, В. Д. Юркевич. - Новосибирск, 2001. - 51 с. : ил.

В электронном виде

1. Востриков А. С. Основы теории непрерывных и дискретных систем регулирования : учебное пособие / А. С. Востриков, Г. А. Французова, Е. Б. Гаврилов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 476 с.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/vostrikov.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Теория автоматического управления линейными и нелинейными непрерывными системами : программа и методические указания для очной и заочной форм обучения по специальности 220301 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Каплин, О. В. Нос, А. С. Вылцан]. - Новосибирск, 2006. - 23 с.

В электронном виде

1. Теория автоматического управления линейными и нелинейными непрерывными системами : программа и методические указания для очной и заочной форм обучения по специальности 220301 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Каплин, О. В. Нос, А. С. Вылцан]. - Новосибирск, 2006. - 23 с.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/3179.rar>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Оценка итоговых знаний проводится на основании следующего списка вопросов.

1. Основные понятия теории управления. Управляемые, управляющие и возмущающие воздействия на объект управления.
2. Автоматическое и автоматизированное управление. Классификация процессов управления. Управление по задающему воздействию.
3. Принципы управления. Управление по возмущающему воздействию Управление по отклонению. Комбинированное управление.
4. Классификация систем управления.
5. Структурная и функциональная схемы система автоматического регулирования. Система «станок – процесс резания», как объект управления.
6. Основные законы управления. Моделирование, как метод исследования Систем автоматического регулирования.

7. Общий порядок составления уравнений динамических систем/звеньев.
8. Передаточные функции звеньев САР. Операторная форма и форма передаточной функции в изображениях по Лапласу.
9. Структурные преобразования линейных САР. Последовательное соединение звеньев. Параллельное соединение звеньев. Соединение звеньев с обратной связью. Перенос узла и Сумматора через звено.
10. Передаточные функции одноконтурной системы.
11. Динамические характеристики звена/системы. Временные характеристики звена/системы. Типовые возмущения в САР.
12. Частотные характеристики звена/системы. Амплитудно-фазочастотная характеристика (АФЧХ). Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). Фазо-частотная характеристика (ФЧХ). Частотные характеристики при различном соединении звеньев линейной системы.
13. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики звена/системы. Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ одноконтурных систем.
14. Типовые звенья линейных САР. Пропорциональное, интегрирующее, идеальное дифференцирующее звенья.
15. Типовые звенья линейных САР. Аperiodическое звено и инерционно - дифференцирующее звено первого порядка.
16. Типовые звенья линейных САР. Колебательное звено.
17. Типовые звенья линейных САР. Форсирующие звенья первого и второго порядка.
18. Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ одноконтурных систем.
19. Составление уравнений типовых процессов механообработки. Ортогональное точение детали типа «вал» в патроне.
20. Составление уравнений типовых процессов механообработки. Плоское шлифование деталей.
21. Составление уравнений типовых процессов механообработки. Ортогональное точение деталей типа «вал» (задача с двумя степенями свободы).
22. Устойчивость линейных непрерывных САР. Теоремы А.М. Ляпунова. Поведение свободной (переходной) составляющей при вещественных и различных корнях характеристического уравнения.
23. Устойчивость линейных непрерывных САР. Поведение свободной (переходной) составляющей при попарно сопряженных комплексных, чисто мнимых и нулевых корнях характеристического уравнения.
24. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости линейных непрерывных САР. Критерий устойчивости Рауса.
25. Критерии устойчивости линейных непрерывных САР. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Ляенара – Шипара.
26. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента.
27. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова.
28. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста. Правило переходов Я. Ципкина.
29. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста для ЛАХ.
30. Запасы устойчивости линейных непрерывных САР.
31. Устойчивость линейных непрерывных САР. Области устойчивости. Построение области устойчивости с помощью гиперболы Вышеградского. Основные процедуры D - разбиения.
32. Устойчивость линейных непрерывных САР. Области устойчивости. D – разбиение по одному параметру.
33. Устойчивость линейных непрерывных САР. Области устойчивости. D – разбиение по двум параметрам.
34. Структурная устойчивость линейных непрерывных САР.
35. Показатели качества процесса регулирования. Прямые методы анализа качества переходного процесса. Аналоговое и цифровое моделирование САР.
36. Связь временных характеристик с вещественной частотной характеристикой. Графоаналитический метод расчета переходного процесса по вещественной частотной характеристике.

36. Косвенные методы анализа качества переходных процессов. Корневые критерии качества переходных процессов.
37. Косвенные методы анализа качества переходных процессов. Частотные критерии качества переходных процессов. Оценка по ВЧХ замкнутой САР.
38. Косвенные методы анализа качества переходных процессов. Частотные критерии качества переходных процессов. Оценка по запретной области ЛФЧХ разомкнутой САР.
39. Интегральные критерии качества переходных процессов.
40. Оценка точности функционирования линейных непрерывных САР. Типовые воздействия и виды установившихся ошибок. Статизм и астатизм системы.
41. Методы расчета установившихся ошибок. Метод статического расчета по уравнениям статики и статическим характеристикам.
42. Методы расчета установившихся ошибок. Метод, использующий теорему операционного исчисления о предельном значении функции. Частотный метод расчета динамической ошибки при гармонических воздействиях.
43. Методы расчета установившихся ошибок. Частотный метод расчета динамической ошибки при гармонических воздействиях.
44. Методы расчета установившихся ошибок. Метод коэффициентов ошибок для расчета ошибок при полиномиальном воздействии.
45. Порядок астатизма САР и способы его регулирования.
46. Виды стабилизации САР и средства ее достижения.
47. Методы стабилизации САР. Изменение эквивалентных параметров САР. Введение производных в закон регулирования.
48. Методы стабилизации САР. Способы введения производных в закон регулирования.
49. Синтез корректирующих устройств САР по ЛЧХ. Построение желаемой ЛАЧХ в низкочастотном диапазоне.
50. Синтез корректирующих устройств САР по ЛЧХ. Построение желаемой ЛАЧХ в средне и высокочастотном диапазонах.
51. Синтез корректирующих устройств САР. Последовательные корректирующие устройства.
52. Синтез корректирующих устройств САР. Параллельные корректирующие устройства.
53. Синтез САР общетехнического назначения. Расчет одноконтурных систем автоматического регулирования.
54. Сущность начальной установки детали, статической и динамической настройки технологической системы.
55. Основные принципы адаптивного управления ходом технологического процесса.
56. Функциональные принципы построения систем адаптивного управления.
57. Параметры, используемые в качестве источника информации о ходе технологического процесса обработки.
58. Управление статической настройкой технологической системы.
59. Система адаптивного управления динамической настройкой технологической системы.
60. Последовательность разработки и принцип работы системы комплексного управления статической и динамической настройкой технологической системы.
61. Основные понятия управления технологическими процессами в машиностроении. Система «станок – процесс резания» как объект управления
62. Составление уравнений типовых процессов механообработки. Токарная обработка вала на токарном станке.
63. Составление уравнений типовых процессов механообработки. Определения вынужденных колебаний при обработке деталей на плоскошлифовальном станке.
64. Составление уравнений типовых процессов механообработки. Разработка модели процесса ортогонального точения в виде простейшей линейной упругой системы с двумя степенями свободы.
65. Составление уравнений типовых процессов механообработки. Разработка модели процесса шлифования деталей типа тел вращения в центрах.