

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ
Учебная программа дисциплины

Федеральное агентство по образованию
Владивостокский государственный университет экономики
и сервиса

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Учебная программа дисциплины

по специальностям

230101.65 Вычислительные машины, комплексы, системы и
сети,

230201.65 Информационные системы и технологии,

230100.62 Информатика и вычислительная техника
(бакалавры)

Владивосток
Издательство ВГУЭС
2010

ББК 22.161.8

К 82

Учебная программа по дисциплине «Основы теории управления» составлена в соответствии с требованиями ГОС ВПО для специальностей 230101.65 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, 230201.65 Информационные системы и технологии и для направлений подготовки 230100.62 Информатика и вычислительная техника.

Составитель: В.П.Кривошеев д-р. техн. наук, профессор кафедры ИСКТ.

Утверждена на заседании кафедры Информационных систем и компьютерных технологий от 07.05.10 г., протокол № 15.

Рекомендована к изданию учебно-методической комиссией Института информатики, инноваций и бизнес-систем ВГУЭС от 20.05.10 г., протокол № 6

© Издательство Владивостокского
государственного университета
экономики и сервиса, 2010

Введение

Теоретические основы управления находят применение при управлении как техническими, так и экономическими объектами. Актуальными проблемами управления является создание устойчивых систем управления, удовлетворяющих также заданным требованиям на качество управления. В дисциплине «Основы теории управления» рассматриваются вопросы анализа и синтеза систем управления.

Изучение дисциплины «Основы теории управления» тесно связано с такими дисциплинами, как «Высшая математика», «Дискретная математика», «Физика». Для изучения дисциплины необходимы знания математики в объеме университетского курса. Знания и навыки, получаемые студентами в результате изучения дисциплины, необходимы для таких дисциплин как «Теория автоматов», «Моделирование систем», «Схемотехника».

Особенность изучаемой дисциплины состоит в том, что для ее изучения студенты должны получить хорошую математическую подготовку. Студенты получают как теоретические знания, так и практические навыки в области анализа и синтеза систем управления. Преподавание дисциплины ведется с использованием новейших мультимедийных средств.

Данная программа построена в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта по специальностям 230101.65 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, 230200.65 Информационные системы и технологии и для направления подготовки 230100.62 Информатика и вычислительная техника.

1. Организационно-методические указания

1.1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины «Основы теории управления» состоит в том, чтобы студент получил знания по анализу и синтезу систем управления. Для достижения этой цели на лекционных занятиях студент должен освоить теоретические основы анализа и синтеза систем управления, а на лабораторных занятиях студент должен самостоятельно для заданных условий и исходных данных выполнить моделирование отдельных типовых динамических звеньев и замкнутых систем управления, а также выполнить моделирование типовых динамических звеньев и систем управления на компьютере в дисплейном классе.

Основные задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов знаний по математическому моделированию объектов и систем управления;
- выработка практических навыков по анализу и синтезу аналоговых и цифровых систем управления.

1.2 Перечень компетенций, приобретаемых при изучении дисциплины

Изучение дисциплины формирует следующие профессиональные компетенции:

- умение ставить и решать задачи анализа и синтеза аналоговых и цифровых систем управления.

В результате теоретического изучения дисциплины студент должен знать:

- характеристики типовых динамических звеньев и типовых регуляторов;
- критерии устойчивости, управляемости, наблюдаемости;
- прямые и косвенные оценки качества переходного процесса в системе управления;
- получение функций чувствительности;
- постановку задачи и подход к структурному и параметрическому синтезу;

- особенности цифровых систем управления, их анализа и синтеза.

В результате практического освоения дисциплины студент должен уметь:

- строить переходные процессы для объекта и для системы управления;
- строить амплитудно-фазовые, амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики;
- применять критерии устойчивости, управляемости наблюдаемости;
- вычислять функцию чувствительности и оценки качества;
- рассчитывать оптимальные настройки управляющих устройств.

1.3. Основные виды занятий и особенности их проведения

Дисциплина "Основы теории управления" изучается студентами очной формы обучения в шестом семестре. Общее количество часов, которое отводится для изучения дисциплины, - 120.

Для студентов очной формы обучения количество аудиторных часов – 51, из них: лекций – 34 часа, лабораторных работ – 17 часов. На самостоятельную работу отводится 69 часов, из них: 20 часов на подготовку к экзамену, 10 часов на выполнение двух контрольных работ, 16 часов на оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ и 23 часа на самостоятельное изучение материала и консультации.

Для заочной формы обучения по направлению подготовки 230100.62 (Информатика и вычислительная техника) занятия по дисциплине «Основы теории управления» проводятся в третьем семестре. Количество аудиторных часов – 18, из них: лекций – 8 часов, лабораторных работ – 10 часов. На самостоятельную работу

отводится 102 часа, из них: 20 часов на подготовку к экзамену, 20 часов на выполнение контрольной работы, 16 часов на оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ и 46 часов на самостоятельное изучение материала и консультации.

В ходе изучения дисциплины студент слушает лекции по теоретическому материалу, ряд вопросов выносятся на самостоятельное изучение. Контроль усвоения материала проводится по результатам выполнения лабораторных работ. Для помощи студенту в освоении теоретического материала лекционных занятий и самостоятельной работы предусматриваются консультации ведущего преподавателя.

Для защиты отчётов по лабораторным работам в рамках самостоятельной работы студента предусмотрено время для оформления отчета в соответствии с СТО 1.005 - 2007 и освоения теоретического материала для ответов на контрольные вопросы.

Помимо посещения лекций и выполнения лабораторных работ для освоения теоретического материала и приобретения практических навыков, предусматривается выполнение двух контрольных работ в рамках самостоятельной работы студента.

Для подготовки к экзамену студенту отводится 23 часа самостоятельной работы и консультация ведущего преподавателя перед экзаменом.

1.4. Виды контроля и отчетности по дисциплине

В ходе изучения дисциплины предусматриваются: текущий контроль знаний студентов, текущую и промежуточную аттестации.

Текущий контроль включает:

- защиту отчетов по выполняемым индивидуальным заданиям на лабораторные работы, оценку знаний и умений студентов на консультациях по дисциплине.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки успеваемости

студентов во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса. Аттестация проводится в форме письменного опроса по разделам дисциплины, изученным студентом за время от начала занятий до текущей аттестации и за время между текущей и промежуточной аттестациями. При этом учитывается количество выполненных лабораторных работ и защищенных отчётов по ним.

Дисциплина завершается промежуточной аттестацией в шестом семестре. Условием допуска студента к экзамену является успешное прохождение двух текущих аттестаций в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки успеваемости студентов во ВГУЭС. Итоговая оценка определяется в соответствии с требованиями Положения о рейтинговой системе оценки успеваемости студентов во ВГУЭС на основе текущих и промежуточной аттестаций.

1.5 Техническое и программное обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в мультимедийных аудиториях, лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных также мультимедийными средствами.

Для проведения практических занятий используются программные пакеты :”PSM32”, “AFX_M”, “LAX_M“, ”TUN_WT”, ”PID_IPD”, «Vis Sim».

2. Содержание курса

2.1 Перечень тем лекционных занятий

Тема 1.Основные понятия теории управления.
Управление и информатика. Общие принципы системной

организации Состав системы управления. Принципы управления. Классификация систем управления. Анализ и синтез систем управления - основные задачи теории управления. Методы анализа и синтеза систем управления.

Тема 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей. Математические модели в виде «вход-выход» и в переменных состояния.

Тема 3. Передаточные функции и амплитудно-фазовые характеристики. Понятия об интегральных преобразованиях Лапласа и Фурье. Определение передаточных функций эквивалентных звеньев. Определение амплитудно-фазовой характеристики. Нахождение передаточных функций и амплитудно-фазовых характеристик непрерывных систем управления.

Тема 4. Типовые динамические звенья и их характеристики. Усилительное звено. Аперiodические звенья 1-го и 2-го порядков. Идеальное и реальное дифференцирующие звенья. Идеальное и реальное интегрирующие звенья. Колебательное звено. Звено транспортного запаздывания. Типовые законы автоматического управления.

Тема 5. Устойчивость систем управления. Необходимое и достаточное условия устойчивости. Алгебраический, частотный и амплитудно-фазовый критерии устойчивости. Запас устойчивости по модулю и по фазе. Понятие о критическом коэффициенте усиления. Структурная устойчивость. Стабилизация систем управления.

Тема 6. Качество систем управления. Прямые и косвенные показатели качества систем управления. Интегральные оценки качества переходных процессов. Способы построения переходных процессов в непрерывных системах управления.

Тема 7. Управляемость и наблюдаемость. Понятия управляемости и наблюдаемости. Критерии управляемости и наблюдаемости.

Тема 8. Инвариантность систем управления. Понятия инвариантности. Принцип двухканальности. Комбинированное управление.

Тема 9. Чувствительность систем управления. Уравнение чувствительности. Определение функции чувствительности. Использование передаточных функций системы для определения чувствительности. Функции чувствительности критериев качества.

Тема 10. Структурный и параметрический синтез систем управления. Состав систем управления. Неизменяемая часть системы управления. Изменяемая часть системы управления. Содержание структурного и параметрического синтеза систем управления.

Тема 11. Цифровые системы управления. Использование микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах управления. Особенности математического описания цифровых систем управления. Z- преобразование. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой цифровых систем управления. Получение дискретной передаточной функции из непрерывной передаточной функции. Частотные характеристики цифровых систем. Построение переходных процессов в цифровых системах. Анализ и синтез систем управления с ЭВМ в качестве управляющего устройства. Программная реализация алгоритмов управления в цифровых системах

2.2 Перечень тем лабораторных занятий

Тема 1. Исследование типовых динамических звеньев в системах автоматического управления. Работа состоит в построении и исследовании временных и

частотных характеристик следующих типовых динамических звеньев: апериодического первого порядка, апериодического второго порядка, колебательного, реального дифференцирующего, реального интегрирующего.

Тема 2. Исследование устойчивости и качества одноконтурной системы управления. В работе для заданных значений параметров передаточной функции объекта и заданных типов регуляторов (пропорционального (П), интегрального (И) и пропорционально-интегрального (ПИ)) определяются условия устойчивости по критерию Гурвица, выбираются настроечные параметры П и ПИ-регуляторов, при которых обеспечивается минимальное значение квадратичной интегральной оценки.

Тема 3. Параметрический синтез одноконтурной системы управления. В работе для заданных значений параметров передаточной функции объекта управления и для заданных типов регуляторов находят оптимальные настроечные параметры регуляторов, обеспечивающие при заданной степени колебательности минимальное значение квадратичной интегральной оценки.

3. Методические рекомендации по изучению курса

3.1 Перечень и тематика самостоятельных работ студентов, методические указания и формы отчетности

В рамках общего объема часов, отведенных для изучения дисциплины, предусматривается 69 часов на выполнение следующих видов самостоятельных работ студентов (СРС): контрольные работы (индивидуальные домашние задания), самостоятельное изучение

теоретического материала с самоконтролем по приведенным ниже вопросам, изучение теоретического материала при подготовке к защите лабораторных работ, итоговое повторение теоретического материала.

Для выполнения лабораторных работ в соответствии с разделом 2.2 настоящей учебной программы студент должен предварительно освоить теоретический материал соответствующих тем.

До выхода на сессию студенты заочной формы обучения самостоятельно изучают материал тем 1 - 11 с самоконтролем по приведенным вопросам. Объем СРС составляет 102 часа.

На сессии студенты заочной формы обучения выполняют три лабораторные работы из перечня раздела 2.2 настоящей учебной программы. Студент должен предварительно самостоятельно освоить теоретический материал соответствующих разделов и выполнить контрольную работу.

3.2 Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Для изучения теоретического материала по дисциплине предлагаются учебные пособия [1-2].

При выполнении лабораторных работ и контрольной работы рекомендуется учебно-методическое пособие [3].

Для более глубокой проработки теоретического материала можно обратиться к источникам [4-8]. Для повышения практической подготовки рекомендуется сборник задач [9].

3.3 Контрольные вопросы для самостоятельной оценки качества освоения дисциплины

1. Что входит в состав системы управления?

2. Какие преимущества у систем, реализующих принцип управления по возмущению, по сравнению с системами, реализующими принцип управления по отклонению? Какие недостатки?
3. Какова классификация систем управления по способу формирования сигнала задания?
4. Каково содержание задачи анализа и задачи синтеза системы управления?
5. В чем заключается детектирующее свойство элемента системы управления?
6. Что характеризуют переменные и параметры дифференциального уравнения, описывающего элемент системы управления?
7. Что представляет собой собственный оператор и оператор воздействия?
8. Каковы формы математического описания многомерного объекта управления?
9. В чём сущность способа математического описания в переменных состояния?
10. Какова форма представления уравнений состояний?
11. Какова форма представления уравнений выхода?
12. Можно ли называть пространство состояний фазовым пространством?
13. С какой целью используется преобразование по Лапласу при математическом описании элементов системы и самой системы управления?
14. Как выражается передаточная функция эквивалентного звена для случаев последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения звеньев?
15. В каких случаях нужно пользоваться структурными преобразованиями?
16. В каких случаях нужно пользоваться формулой Мейсона?
17. В чём преимущество представления сложной системы управления в виде сигнального графа?

18. Можно ли по сигнальному графу восстановить структурную схему системы управления?
19. Какой физический смысл имеет амплитудно-частотная характеристика?
20. Какой физический смысл имеет фазо-частотная характеристика?
21. Каковы формы представления амплитудно-фазовой характеристики?
22. Каков геометрический смысл амплитудно-фазовой характеристики?
23. Как определить амплитудно-фазовую характеристику по выражению передаточной функции?
24. В чём состоит преимущество логарифмических амплитудно-частотных характеристик перед обычными?
25. Какие алгоритмические звенья называются типовыми?
26. Чем характеризуются типовые звенья?
27. Каковы особенности усилительного звена?
28. Что характеризует постоянная времени инерционного звена?
29. Какой физический смысл имеет инерционное апериодическое звено второго порядка?
30. Каким образом получают кривую разгона?
31. Каким образом получают импульсную переходную функцию?
32. Какова связь между кривой разгона и импульсной переходной функцией?
33. Какие корни у характеристического уравнения колебательного звена?
34. Каким коэффициентом характеризуется колебательность звена?
35. Как вычисляется резонансная частота колебательного звена?

36. Возможна ли физическая реализация идеального дифференцирующего звена?
37. В чем отличие фазо-частотных характеристик интегрирующих и дифференцирующих звеньев?
38. По какому виду движения системы оценивают ее устойчивость?
39. В чем связь необходимого с необходимым и достаточным условиями устойчивости ?
40. Какую информацию о системе управления нужно иметь для применения алгебраического и частотного критериев устойчивости?
41. Можно ли применять алгебраический и частотный критерии устойчивости для систем с транспортным запаздыванием?
42. Какой принцип лежит в основе критерия устойчивости Михайлова?
43. В чем сущность следствий из критерия Михайлова ?
44. При каких условиях по критерию Гурвица система управления находится на границах устойчивости :
 - а) колебательной,
 - б) нейтральной?
45. При каких условиях по критерию Михайлова система управления находится на границах устойчивости:
 - а) колебательной,
 - б) нейтральной?
46. Какая информация о системе необходима для применения критерия Найквиста?
47. В чем заключается связь критерия Найквиста с критерием Михайлова?
48. Почему при устойчивых замкнутой и разомкнутой системах управления АФХ разомкнутой системы не охватывает точку с координатами $(-1, j0)$?
49. Какая форма переходного процесса замкнутой системы для случая, когда АФХ разомкнутой

- системы проходит через точку с координатами $(-1, j0)$?
50. В чем особенность применения критерия Найквиста для астатических систем?
 51. Какой физический смысл имеют запас устойчивости по модулю и запас устойчивости по фазе?
 52. Какие системы называют структурно-неустойчивыми?
 53. Каким образом структурно-неустойчивую систему переводят в структурно-устойчивую?
 54. Что характеризует величина регулирования?
 55. Как определить время регулирования?
 56. Какая величина степени колебательности считается приемлемой?
 57. Какие методы применимы для построения переходного процесса?
 58. Какая динамическая характеристика даёт возможность определить прямые показатели качества?
 59. Какое влияние оказывает передаточный коэффициент разомкнутой статической системы на статическую ошибку регулирования?
 60. Что показывает динамический коэффициент регулирования?
 61. Для какого вида воздействия получены выражения для построения переходного процесса?
 62. Какие оценки качества переходного процесса относятся к корневым?
 63. Что характеризует степень устойчивости?
 64. Что характеризует степень колебательности?
 65. В чем отличие расширенных АФХ от обычных?
 66. Как влияет приближение АФХ разомкнутой системы к точке с координатами $(-1, j0)$ на величину показателя колебательности?
 67. Какова связь степени колебательности со степенью затухания?

68. Какова связь показателя колебательности с запасом устойчивости по модулю и по фазе?
69. Какую информацию о системе управления нужно иметь для вычисления интегральных оценок?
70. Какова связь квадратичной интегральной оценки управляемой переменной с модулем ее спектра?
71. Каков физический смысл управляемости?
72. Какова математическая интерпретация управляемости?
73. Каков физический смысл наблюдаемости?
74. При каких условиях объект полностью управляем?
75. При каких условиях объект полностью наблюдаем?
76. По каким каналам передачи воздействий необходимо добиваться инвариантности в стабилизирующих и следящих системах?
77. Как можно сформулировать принцип двухканальности?
78. Какие типовые динамические звенья используются обычно для осуществления компенсирующих связей?
79. Почему в реальных системах не удаётся обеспечить полную инвариантность?
80. Какие формы условий инвариантности имеют место для следящих систем?
81. Какое выражение будет иметь передаточная функция компенсатора для компенсации возмущающего воздействия, если выходной сигнал компенсатора воздействует на объект по каналу управления?
82. Какую задачу решают при синтезе системы управления?
83. Что понимают под структурным синтезом?
84. В чём сущность параметрического синтеза?
85. Каков физический смысл чувствительности?
86. Какова математическая интерпретация чувствительности?

87. Каким образом получают уравнение чувствительности?
88. Каким образом получают начальные условия для решения уравнений чувствительности?
89. Чем обусловлено удобство применения функций чувствительности передаточной функции?
90. Какую информацию получают по модели чувствительности?
91. В чём смысл функций чувствительности критериев качества?
92. Какие преимущества имеют цифровые системы перед аналоговыми?
93. Какие основные функциональные элементы составляют цифровую систему управления?
94. Какие виды квантования сигнала применяют в цифровых системах?
95. Каково математическое выражение преобразования непрерывного сигнала в дискретный?
96. В чём состоит связь Z -преобразования с преобразованием Лапласа?
97. Каково выражение Z -преобразованного смещенного во времени сигнала (со сдвигом назад и со сдвигом вперед)?
98. Как вычислить установившееся во времени значение выходного сигнала по Z -преобразованному текущему значению?
99. Какую информацию о системе управления нужно иметь для вычисления ее дискретной передаточной функции?
100. Что называют импульсным фильтром?
101. Как определяется дискретная передаточная функция системы при последовательном, параллельном соединении звеньев и соединении звеньев с обратной связью?
102. Какие виды частотных характеристик используют для анализа цифровых систем?

103. Для чего введено понятие псевдочастоты?
 104. В чем сущность теоремы Котельникова?
 105. Какие методы построения переходных процессов используют для цифровых систем?
 106. Как вычисляются коэффициенты ошибок?
 107. Чему равна статическая ошибка астатической цифровой системы?
 108. Какое необходимое и достаточное условие устойчивости цифровой системы управления?
- Какие критерии устойчивости используют для анализа устойчивости цифровых систем?

4. Список рекомендованной литературы

Основная:

1. В.П. Кривошеев. Основы теории управления. Конспект лекций. Часть 1 / В.П. Кривошеев В.П.. - Владивосток.:Издательство ВГУЭС, 2010. – 112 с.
2. В.П. Кривошеев. Основы теории управления. Конспект лекций. Часть 2 / Кривошеев В.П - Владивосток.:Издательство ВГУЭС, 2008.- 84 с.
3. В.П. Кривошеев. Основы теории управления. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму. / Кривошеев В.П. Владивосток.:Издательство ВГУЭС, 2008. -60 с.

Дополнительная:

4. О.М. Рой .Теория управления: Учебное пособие для студ. вузов. / Рой О.М. - СПб.: Питер, 2008.-256 с.
5. С.Е.Душин Теория автоматического управления. Учебник для вузов./ Душин С.Е., Зотов Н.С., Имаев Д.Х., и др. (под редакцией Б.В. Яковлева). М.: Высшая школа, 2009.-567с.
6. В.А. Лукас. Теория управления техническими системами./ Лукас В.А. - Екатеринбург, 2002.-416 с.
7. В.А. Бесекерский. Теория систем автоматического регулирования. / В.А Бесекерский В.А., Попов Е.П.. -М.: Физматгиз, 1972.-715 с.
8. Н.Н Иващенко. Автоматическое регулирование./ Иващенко Н.Н. - М.: Машиностроение, 1973.- 607 с.
9. Сборник задач по теории автоматического регулирования (Под редакцией В.А Бесекерского.). - М.: Наука, 1978.- 519с.