

**СГАУ: 6 (У)**

Г 962

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

А.Н. Гусев  
С.А. Ишков

# ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

САМАРА  
2005

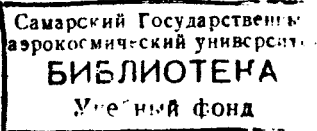
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

А.Н. Гусев, С.А. Ишков

# ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

*Учебное пособие*

Допущено Учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области авиации, ракетостроения и космоса в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста 652600 – "Ракетостроение и космонавтика" и специальностям 130600 "Ракетостроение", 130700 "Космические летательные аппараты и разгонные блоки".



САМАРА 2005

**УДК 518.714:629.7**

**Гусев А.Н., Ишков С.А. Основы теории автоматического управления:** Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2005. 164 с.

**ISBN 5-7883-0334-6**

Излагается курс лекций по основам теории автоматического управления.

Приводятся необходимые сведения о математическом описании, методах анализа и синтеза систем автоматического управления. Издание переработанное и дополненное.

Предназначено для студентов специальностей 1301, 1306, 1307, 0105, 1905. Работа подготовлена на кафедре динамики полета и систем управления.

Табл. 3. Ил. 99. Библиогр.: 17 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета.

Рецензенты:      проф., д-р техн. наук МАИ В. В. М а л ы ш е в,  
                          проф., д-р техн. наук А. И. М а н т у р о в,  
                          доц., канд. техн. наук Е. И. Д а в ы д о в

**ISBN 5-7883-0334-6**

© А.Н. Гусев, С.А. Ишков, 2005

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет,  
2005

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Основные понятия и задачи теории автоматического управления.....	3
I. Математическое описание САУ и их характеристики.....	7
1.1. Математические модели САУ.....	7
1.2. Передаточные функции САУ.....	9
1.3. Динамические характеристики САУ.....	13
1.3.1. Временные характеристики САУ.....	13
1.3.2. Частотные характеристики САУ.....	17
1.3.3. Логарифмические частотные характеристики САУ.....	19
2. Типовые динамические звенья и их характеристики.....	22
2.1. Динамические звенья САУ.....	22
2.2. Соединения динамических звеньев.....	23
2.3. Характеристики типовых динамических звеньев.....	26
3. Устойчивость систем автоматического управления.....	38
3.1. Основные понятия теории устойчивости.....	38
3.2. Исследование устойчивости по уравнениям первого приближения.....	41
3.3. Алгебраические критерии устойчивости.....	43
3.3.1. Необходимое условие устойчивости.....	43
3.3.2. Критерий устойчивости Гурвица.....	43
3.3.3. Критерий устойчивости Рауса.....	46
3.4. Частотные критерии устойчивости.....	47
3.4.1. Принцип аргумента.....	47
3.4.2. Критерий устойчивости Михайлова.....	48
3.4.3. Критерий устойчивости Найквиста.....	51
3.4.4. Запасы устойчивости.....	54
3.4.5. Оценка устойчивости по ЛЧХ.....	56
3.5. Выделение областей устойчивости.....	60
3.5.1. Построение области устойчивости по алгебраическим критериям.....	61
3.5.2. Д – разбиение в плоскости одного параметра.....	63
3.5.3. Д – разбиение в плоскости двух параметров.....	64
4. Анализ качества линейных непрерывных САУ.....	68
4.1. Показатели качества САУ.....	68
4.2. Методы построения переходной функции.....	69
4.3. Коэффициенты ошибок.....	73
4.4. Интегральные оценки качества.....	74
5. Синтез линейных непрерывных САУ.....	77
5.1. Задача синтеза и способы коррекции.....	77
5.2. Синтез САУ методом ЛЧХ.....	80
5.3. Особенности синтеза корректирующих обратных связей.....	84

6. Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.....	89
6.1. Случайные функции и их характеристики.....	89
6.2. Связь между корреляционными функциями и спектраль- ными плотностями величин на входе и выходе линейной динамической системы.....	92
6.3. Анализ динамической точности САУ.....	93
6.4. Формирование сигнала с заданной спектральной плотностью.....	95
6.5. Синтез оптимальных передаточных функций САУ при случайных воздействиях.....	97
7. Нелинейные системы автоматического управления.....	101
7.1. Определение и особенности нелинейных систем.....	101
7.2. Метод фазовых портретов.....	102
7.3. Метод гармонической линеаризации.....	109
7.4. Применение метода гармонической линеаризации к исследованию вибрационной помехоустойчивости систем управления ЛА.....	114
7.5. Исследование устойчивости нелинейных систем.....	120
7.5.1. Второй метод Ляпунова.....	120
7.5.2. Критерий абсолютной устойчивости В.М.Попова.....	124
8. Дискретные системы автоматического управления.....	130
8.1. Определение дискретной САУ.....	130
8.2. Основы Z – преобразования.....	132
8.3. Передаточные функции дискретных САУ.....	133
8.4. Исследование устойчивости дискретных САУ.....	136
8.5. Анализ качества дискретных САУ.....	139
8.6. Синтез дискретных САУ.....	141
8.6.1. Условие грубости дискретной системы.....	141
8.6.2. Методы синтеза дискретных САУ.....	144
8.7. Операционные методы цифрового моделирования дискретно – непрерывных систем.....	150
Библиографический список.....	157
Приложения.....	159

Учебное издание

*Гусев Александр Николаевич  
Ишков Сергей Алексеевич*

**ОСНОВЫ ТЕОРИИ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Учебное пособие

Редактор Т. К. К р е т и н и н а

Подписано в печать 12.04.2005 г. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 9,5. Усл. кр.-отг. 9,7. Уч.-изд.л. 10,25.

Тираж 200 экз. Заказ 36 . Арт. С-5/2005.

Самарский государственный  
аэрокосмический университет.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

РИО Самарского государственного  
аэрокосмического университета.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.