

*Рекомендовано УМО по специальностям  
автоматики, электроники, микроэлектроники  
и радиотехники в качестве учебного пособия  
для студентов специальностей 220400 и 200700*

УДК 621.396.6

T99

ББК 32.84

T99 Тяжев А.И.

Основы теории управления и радиоавтоматика.

Учебное пособие, 2009. - 188 с.: ил.

Рассмотрены принципы и алгоритмы управления автоматизированных систем, описан математический аппарат, используемый для описания аналоговых и дискретных систем управления, в том числе в пространстве состояний, рассмотрены основные узлы систем автоматического управления и радиоавтоматики, изложены признаки и условия устойчивости замкнутых систем управления.

Рассмотрены системы управления с ЭВМ в качестве управляющего устройства, особенности их работы и программирования, а также параметрические и нелинейные системы. Приведены сведения о частотных фильтрах и системах радиоавтоматики.

Рецензент доктор технических наук, профессор  
Николаев Б.И.

## Введение

Основы теории управления - одна из дисциплин, образующих науку об управлении.

Эта наука в последние годы распространила свое влияние не только на системы управления технического характера (станки, роботы, самонаводящиеся ракеты, беспилотные самолеты, космические аппараты), но и на объекты производственного, экономического, биологического и социального характера.

Теория управления сформировалась из основ теории регулирования в первую очередь механическими, а затем электрическими объектами.

Две тысячи лет назад арабы снабдили поплавковым регулятором водяные часы. Точность хода часов повысилась за счет постоянства давления воды.

В 1675 году Гюйгенс встроил в часы маятниковый регулятор хода.

В 1765 году Ползунов в Барнауле применил поплавковый регулятор питания котла паровой машины.

В 1784 году Джеймс Уайт получил патент на центробежный регулятор скорости паровой машины.

Вскоре появились регуляторы с воздействием по производной братьев Симменсов, по нагрузке инженера Понселе, сервомоторы с жесткой обратной связью инженера Фарко, регуляторы с гибкой ОС, импульсные регуляторы, вибрационные электрические регуляторы и т.д.

Все эти практические новшества побуждали к проведению теоретических исследований. Вначале в теоретических исследованиях рассматривались лишь идеальные безынерционные регуляторы, затем стали учитываться их динамические свойства, но без учета инерционности объектов управления.

Серьезным прорывом в науке об управлении стали три работы:

- работа Джона Максвелла “О регуляторах” (1866 г.) ,

- две работы Вышнеградского “Об общей теории регуляторов” (1876г.) и “О регуляторах прямого действия” (1877 г.).

В этих работах авторы осуществили системный подход к проблеме, рассмотрев регулятор и объект управления как единую динамическую систему. Они перешли к исследованию малых колебаний в системе, впервые применили линеаризацию сложных нелинейных дифференциальных уравнений,

описывающих системы регулирования, дав тем самым общий методологический подход к исследованию самых различных по конструкции и принципам действия системам автоматического регулирования (САР).

По предложению Максвелла Раус разработал алгоритм для оценки устойчивости САР по расположению корней характеристического уравнения на комплексной плоскости. Несколько позже Гурвиц вывел критерий устойчивости по детерминантам характеристического уравнения, что позволило определять устойчивость без решения уравнений высокого порядка.

Крупный вклад в теорию автоматического регулирования внес Н.Е. Жуковский, - автор труда "О прочности движения". Этот труд является классическим для самолетостроителей.

В 20-ом веке теория автоматического регулирования формируется как общая дисциплина благодаря работам Толле (1905 г.), Тома (1914 г.), Штейна, Кулебакина (1926 г.), Лебедева, Боголюбова (1932 г.), Найквиста (1932 г.), Корнилова, Щегляева (1933 г.), Вознесенского (1922 - 1949 гг.), Михайлова (1938 г.), Боде (1946 г.) и других ученых.

Одно из важных направлений исследования устойчивости в нелинейных системах автоматического регулирования (САР) развивалось в работах Ляпунова (1896 г.), Лурье (1944 - 1951 гг.), Летова (1955 г.), Постникова (1944 г.), Айзермана (1949 г.), Попова (1959 г.).

Переходные процессы в САР с использованием фазовых пространств исследовались в работах Андронова (1930 - 1940 гг.), Емельянова (1960 г.).

Импульсные и релейные САР глубоко и всесторонне исследованы в работах Цыпкина. Цикл этих работ был удостоен Ленинской премии в 1960 г.

В последние годы область науки о теории управления внедрилась в биологические объекты, экономические и даже социальные системы. Широкое развитие получила отрасль науки об управлении, базирующаяся на применении в качестве регуляторов и решающих устройств современных ЭВМ и новейших программных продуктов. Благодаря ЭВМ появилась теория оптимального управления по различным критериям оптимальности (работы Понтрягина, Красовского, Винера, Калмана и др.).

Теория автоматического управления в области радиотехники сформировалась в науку под названием "Радиоавтоматика".

В сложных системах типа живых организмов, организационных человеко-машинных экономических и социальных системах законы динамики не являются основными и определяющими само управление, но их влияние