

Теория управления (заочники)

Ризванов Константин Анварович
доцент каф. Прикладная информатика

Структура курса

Лекции – 1 шт. (2 часа).

Лабораторные работы – 1 шт. (4 ч.).

Зачет.

Теория управления

Современная теория управления занимает одно из ведущих мест в технических науках и в то же время относится к одной из отраслей прикладной математики, тесно связанной с вычислительной техникой. Теория управления на базе математических моделей позволяет изучать динамические процессы в автоматических системах, устанавливать структуру и параметры составных частей системы для придания реальному процессу управления желаемых свойств и заданного качества.

Теория управления

Она является фундаментом для специальных дисциплин, решающих проблемы автоматизации управления и контроля технологических процессов, проектирования следящих систем и регуляторов, автоматического мониторинга производства и окружающей среды, создания автоматов и робототехнических систем.

Теория управления

Основными задачами теории управления являются задачи анализа динамических свойств автоматических систем на модельном или физическом уровне, и задачи синтеза алгоритма управления, функциональной структуры автоматической системы, реализующей этот алгоритм, ее параметров и характеристик, удовлетворяющих требованиям качества и точности, а также задачи автоматического проектирования систем управления, создания и испытания автоматических систем.

Процессы и сигналы

Динамическим процессом, или движением, называют развитие во времени некоторого процесса или явления - движение механизма, тепловое явление, экономические процессы.

Процессы сопровождаются информационными сигналами – вторичными процессами, несущими информацию о рассматриваемом явлении. Сигналы, как и порождающие их процессы, существуют вне зависимости от наличия измерителей или присутствия наблюдателя.

Процессы и сигналы

При рассмотрении сигнала принято различать его информационное содержание о первичном процессе и физическую природу вторичного процесса - носителя информации. В зависимости от физической природы носителя выделяют акустические, оптические, электрические, электромагнитные, и пр. сигналы. Природа физического носителя может не совпадать с природой первичного процесса. Так, слиток металла может разогреваться электромагнитным излучением, а температура слитка регистрироваться по инфракрасному излучению.

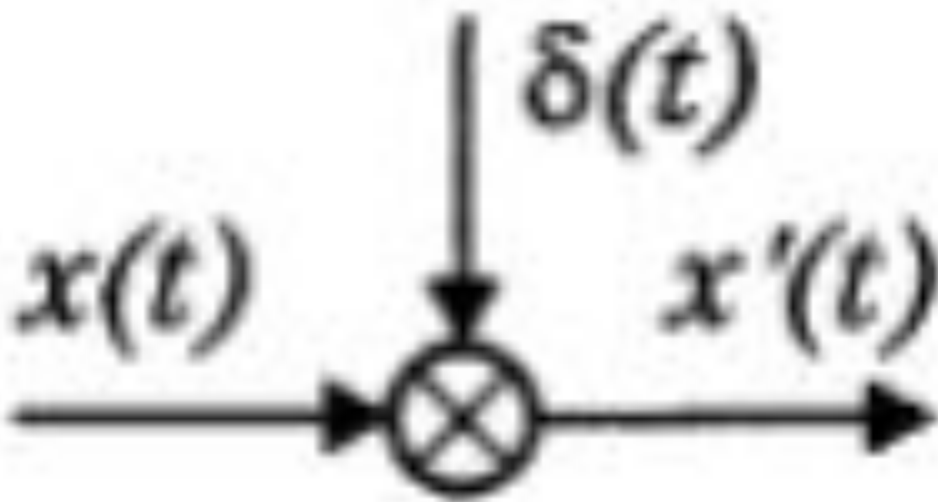
Процессы и сигналы

В теории управления сигнал рассматривается с кибернетических позиций и отождествляется с количественной информацией об изменении физических переменных изучаемого процесса безотносительно к природе, как первичного процесса, так и носителя сигнала. При этом учитывается, что реальный сигнал может не содержать всей информации о развитии физического явления, равно как и содержать постороннюю информацию. На информационное содержание сигналов оказывают влияние способы их кодирования, шумы и эффекты квантования

Процессы и сигналы

В зависимости от способа кодирования различают аналоговые и цифровые сигналы. Для аналоговых сигналов их значение (интенсивность какого-либо параметра физического носителя) пропорционально значениям изучаемой физической переменной. В цифровых сигналах информация представлена в виде чисел в определенной кодовой форме, например, в форме двоичных кодов. Вопрос адекватности сигнальной информации рассматриваемой физической переменной связан с понятиями идеального и реального сигнала.

Процессы и сигналы



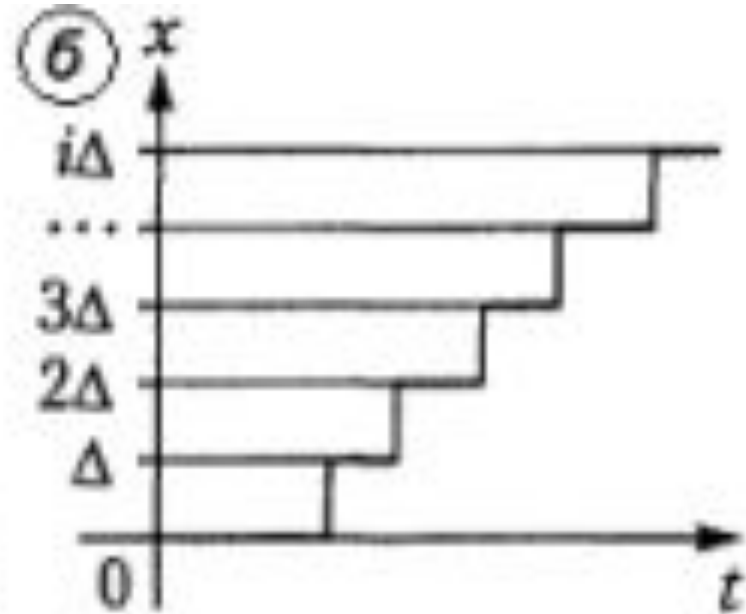
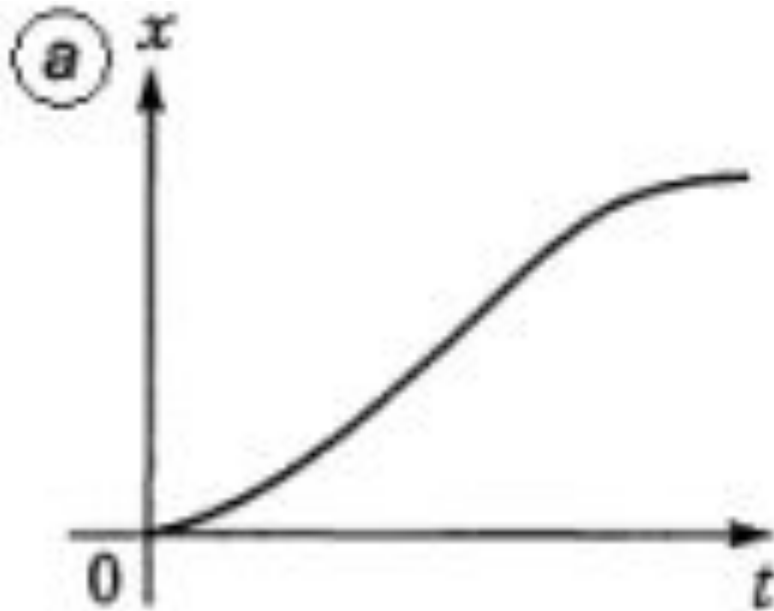
Идеальный сигнал
тождественен некоторой физической переменной $x(t)$, в то время как *реальный сигнал* $x'(t)$ содержит шумы измерения

или помехи $\delta(t)$ и отображается в виде: $x'(t) = x(t) + \delta(t)$. С реальным сигналом связаны задачи идентификации (оценивания) динамических процессов $x(t)$ по текущим измерениям $x'(t)$, вопросы фильтрации, сглаживания и прогнозирования.

Типы сигналов

Информационное содержание сигнала зависит и от эффектов квантования. По характеру изменения во времени, процессы и сигналы подразделяются на непрерывные и дискретные. К последним, в свою очередь, относятся процессы, квантованные по уровню, и процессы, квантованные по времени.

Типы сигналов

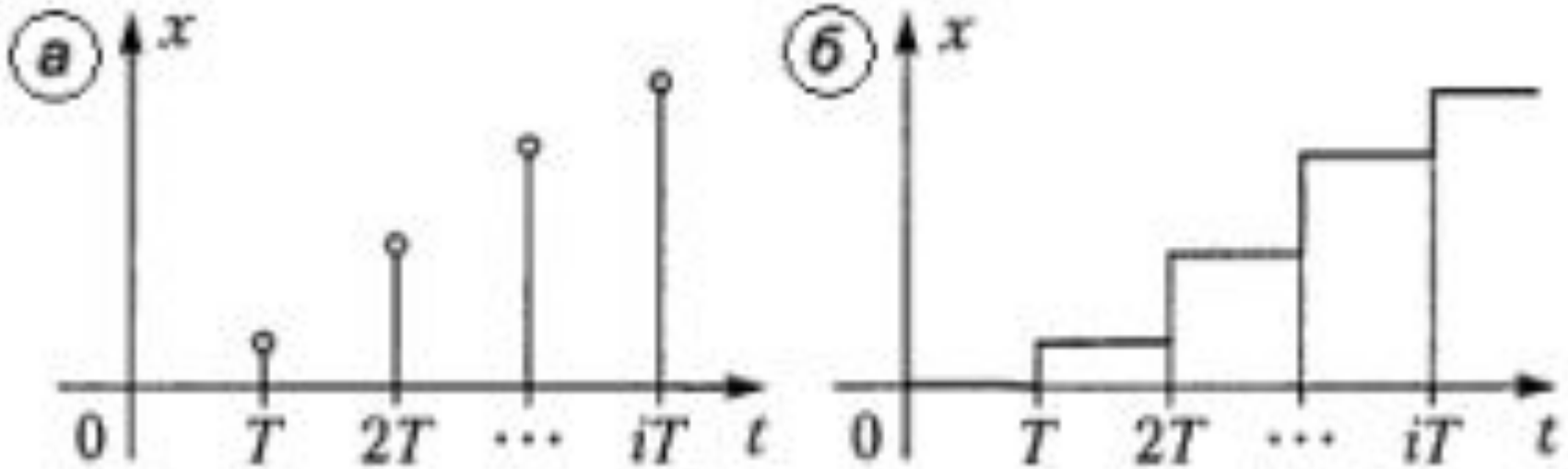


Развитие процесса непрерывного времени характеризуется переменной $x(t)$, принимающей произвольные значения из числовой области X и определенной в любые моменты времени $t > t_0$ (рис. а). К непрерывным процессам относятся непрерывное механическое движение, электрические и тепловые процессы, и т.п.

Типы сигналов

Развитие дискретного квантованного по уровню процесса характеризуется переменной $x(t)$, принимающей строго фиксированные значения и определенной в любые моменты времени (рис. б). В практических случаях можно полагать $x_i = i\Delta$, $i = 0, 1, 2, \dots$, где Δ — приращение, или дискрета. В тех случаях, когда число состояний i достаточно велико или приращение Δ мало, квантованием по уровню пренебрегают.

Типы сигналов



Развитие дискретного квантованного по времени процесса (процесса дискретного времени) характеризуется переменной $x(t)$, принимающей произвольные значения и определенной в фиксированные моменты времени t_i , где $i = 0, 1, 2, \dots$ (рис. а). Как правило, квантование осуществляется с постоянным интервалом квантования T , т. е. $t = iT$, $i = 0, 1, 2, \dots$

Типы сигналов

К дискретным процессам такого рода относятся процессы в цифровых вычислительных устройствах с тактовой частотой процессора $f=1/T$, процессы в цифровых системах управления, где дискретность по времени обусловлена циклическим характером обработки информации (T - время обновления информации на выходе управляющей ЭВМ). При достаточно малых интервалах T дискретностью по времени пренебрегают, и квантованный по времени процесс относят к процессам непрерывного времени. К дискретным относят также кусочно-постоянные процессы и сигналы, которые характеризуются переменной $x(t)$, изменяющейся в фиксированные моменты времени t_i (рис. б).

Кибернетический блок

Кибернетический блок - это блок, для которого установлены причинно-следственные связи между входными и выходными сигналами. Выходной сигнал блока $x_1(t)$ несет информацию о внутреннем процессе, причиной которого является входной сигнал $x_2(t)$. Использование блока не требует знания его устройства и физической природы происходящих в нем процессов ("черный ящик").

В зависимости от числа входных и выходных сигналов различают одноканальные блоки (один вход, один выход), и многоканальные с несколькими входными и выходными сигналами. Блоки, у которых отсутствуют входные сигналы, называются автономными.

Кибернетический блок

Для описания кибернетического блока используется одна из форм аналитического описания связи входных и выходных сигналов - дифференциальные и разностные уравнения, автоматные алгоритмы и проч., т. е. выражения вида

$$x_1(t) = F(x_2(t)),$$

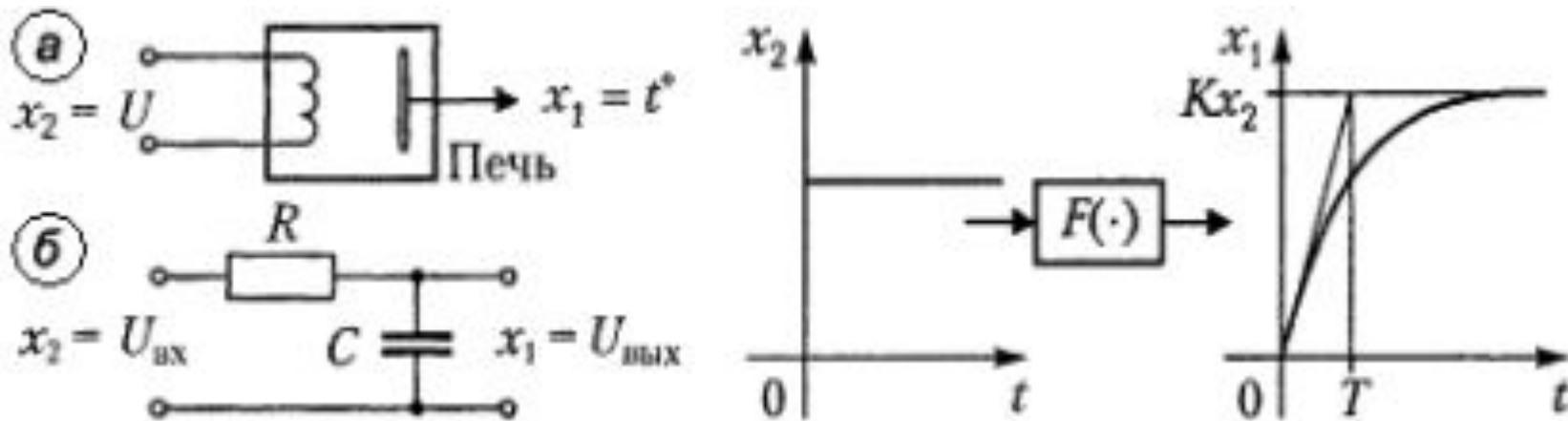
где $F(*)$ - функциональный оператор.

Для простейших блоков такое описание может быть получено в виде алгебраического или трансцендентного уравнения:

$$x_1 = f(x_2),$$

где $f(*)$ - функция.

Пример



Имеем электронагревательную печь, температура в которой t_0 регулируется нагревателем (рис. а). Входным сигналом этого блока является напряжение нагревателя $x_2(t) = U(t)$, а выходным - температура $x_1(t) = t_0(t)$. Связь выхода и входа описывается функциональным оператором (дифференциальным уравнением):

$$T \frac{dx_1(t)}{dt} + x_1(t) = x_2(t),$$

где T - постоянная времени.

Пример

Если напряжение нагревателя постоянно, т. е.

$$x_2 = U = \text{const, и } x_1(0) = 0,$$

то выходная переменная находится как

$$x_1(t) = K(1 - \exp(-t/T))x_2(t).$$

В установившемся режиме, после окончания переходных процессов в печи (при $t \rightarrow \infty$), связь выходного и входного сигналов описывается простейшим алгебраическим уравнением вида: $x_1 = Kx_2$, где K - коэффициент передачи на выходной результат входного воздействия (в данном случае – температура/вольт). Аналогичные выражения для описания связей входных и выходных переменных получаются для электрической RC-цепи (рис. б). Здесь $x_1(t) = U_{\text{вых}}(t)$ - выходное напряжение схемы, $x_2(t) = U_{\text{вх}}(t)$ - входное напряжение, $T = RC$ и $K = 1$.

Кибернетический блок

С понятием кибернетического блока связаны следующие задачи:

- идентификация - нахождение выражения $x_1(t) = F(x_2(t))$, связывающего сигналы $x_2(t)$ и $x_1(t)$;
- управление - определение входного сигнала $x_2(t)$, обеспечивающего получение заданного выходного сигнала $x_1(t)$ в предположении, что описание блока задано.

Кибернетическая система

Кибернетическая система - это совокупность кибернетических блоков, связанных между собой информационными каналами. Связи между блоками носят сигнальный характер. Для описания системы необходимо получить аналитические зависимости, описывающие каждый из блоков в отдельности, и связи между ними. После преобразований может быть получено общее (эквивалентное) описание системы как составного кибернетического блока с входным и выходным сигналом. В зависимости от числа входных и выходных сигналов различают одноканальные и многоканальные системы.

Кибернетическая система

По типу сигналов и блоков в системе различают непрерывные, дискретные и дискретно-непрерывные системы, причем последние содержат как непрерывные, так и дискретные блоки. Для кибернетической системы можно определить следующие задачи:

- анализ системы, т. е. определение связи между ее входом и выходом в виде алгебраического или дифференциального уравнения, а также нахождение показателей качества системы (быстродействия, точности и пр.);
- управление, или синтез системы, т. е. нахождение блоков и связей между ними, обеспечивающих получение заданной связи входных и выходных сигналов и показателей качества.

Кибернетическая система

Наиболее распространенным типом дискретно-непрерывных систем являются цифровые системы, в состав которых входят цифровые вычислительные устройства - ЭВМ и цифровые контроллеры.