

Моделирование систем управления с управляющими микро ЭВМ

Проф. Григорьев В.А.

Содержание

1. Моделирование цифровых САУ.
Основные положения.
2. Импульсные системы. Система
импульсная линейная.
3. Алгоритм моделирования цифровых
САУ с учетом квантования по времени.
4. Математические модели объектов и
систем с дискретным управлением

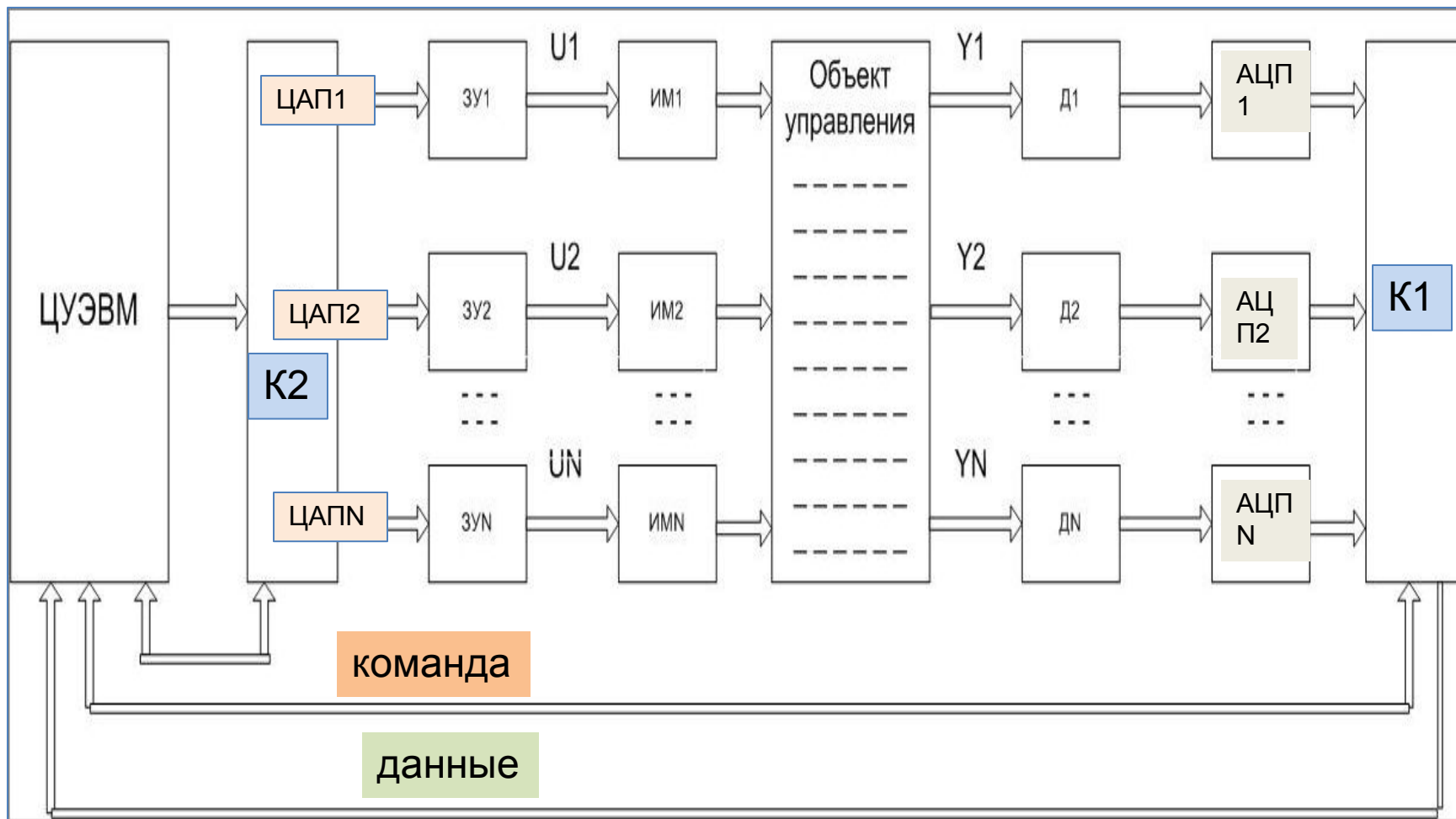
Дополнительные пояснения для самостоятельного изучения

Введение

В настоящее время при создании цифровых автоматизированных систем возможна реализация двух подходов к созданию АСУ:

1. Использование **централизованного управления** на базе, как правило, многомашинной или многопроцессорной ЭВМ.
2. Использование **распределенных децентрализованных микропроцессорных систем управления**, содержащих устройство управления в каждом канале одномерной или многомерной системы.

- В первом случае ЦУЭВМ используется для управления сложными объектами и реализует управление десятками динамических объектов или систем.
- Как правило, управляющий комплекс резервируется для повышения надежности САУ. Структура СУ в рассмотренном случае имеет вид:



К1, К2-коммутаторы, ЗУ1-ЗУN – запоминающие устройства, ИМ1-ИМN – исполнительные механизмы, Д1-ДN – датчики выходных параметров объектов управления, АЦП1-АЦПN –аналого- цифровые преобразователи. ЦАП1-ЦАПN цифро-аналоговые преобразователи.

Система содержит:

- Ряд входных АЦП преобразователей П1-ПН, преобразующих сигнал с аналоговых датчиков для поступления на коммутатор К1.
- Управление коммутаторами К1, К2 (мультиплексорами) осуществляется по команде ЦУЭВМ.
- Сформированное управляющее воздействие ЦУЭВМ для каждого канала запоминается на запоминающих устройствах ЗУ1-ЗУН на весь интервал квантования по времени для обслуживания контура управления.

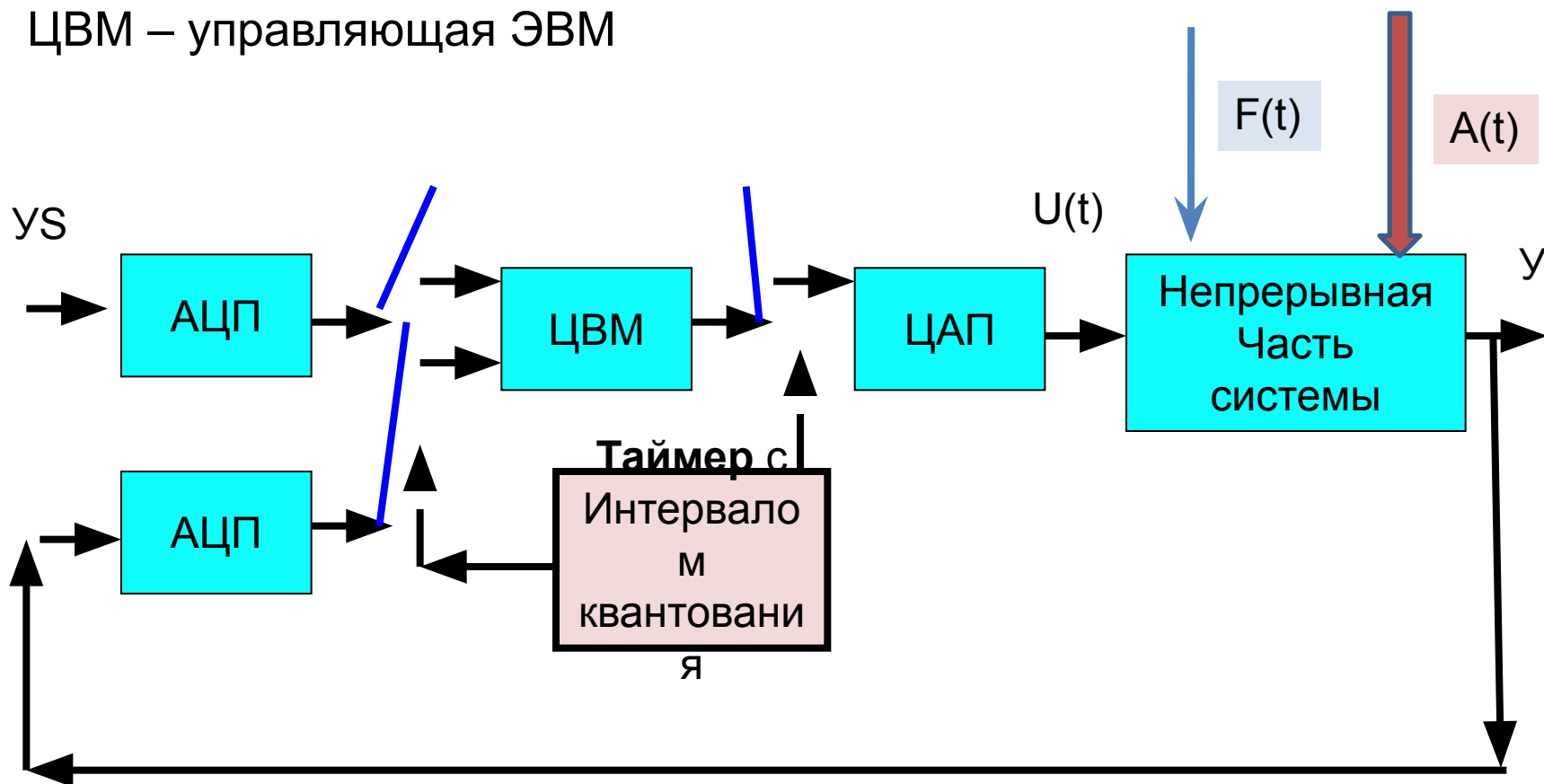
Управляющее воздействие U_1-U_n в течение интервала квантования поступают на исполнительные механизмы ИМ1-ИМn пропорционального или интегрирующего типов, что требует формирование управляющих воздействий U_1-U_n либо в полных переменных, либо в приращениях.

На рисунке показаны АЦП и ЦАП, которые с определенной точностью преобразуют аналоговый сигнал в цифровой и цифровой в аналоговый. Чем выше разрядность АЦП и ЦАП, тем более точно обрабатываются сигналы.

Такая система может быть связанной многомерной, если управление осуществляется связанным многомерным объектом, и не связанной многомерной, если управление по переменным осуществляется совокупностью одномерных систем.

В последнем случае каждая одномерная система может быть представлена следующей моделью:

АЦП – аналого-цифровой преобразователь
ЦАП – цифроаналоговый преобразователь
ЦВМ – управляющая ЭВМ



- Цифровые системы управления имеют квантование по времени, что относит их к классу импульсных систем и квантованию по уровню, что делает их нелинейными.
- Существующие аналитические методы исследования данного класса систем для синтеза и анализа указанных систем малопригодны, поэтому основным методом исследования цифровых СУ является их моделирование на цифровых и аналогово-цифровых комплексах.

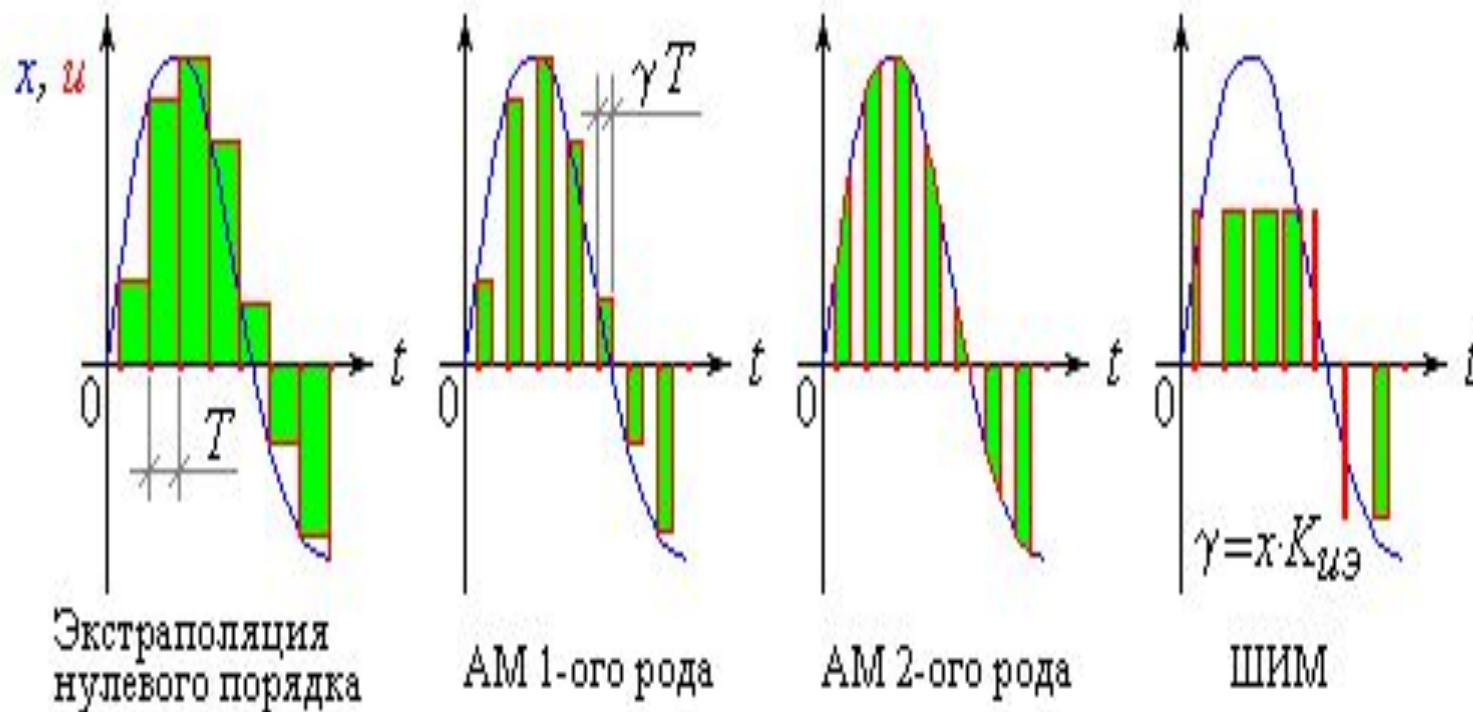
- При применении аналогово-цифровых комплексов, как правило, объект управления реализуется на аналоговой ЭВМ, а на ЦЭВМ реализуется управление ЭВМ с учетом квантования по времени.
- При управлении СС объект или группа объектов обслуживаются ЦЭВМ по некоторой наперед заданной очереди.
- Очередь обслуживания отдельных контуров может осуществляться по жесткой заранее заданной программе или по мере поступления заявок на обслуживание.
- При жесткой программе обслуживания интервал квантования обычно постоянен, хотя он может быть различен в разных каналах обслуживания.
- При обслуживании с приоритетом период дискретности является обычно некоторой случайной величиной с заданными математическим ожиданием.

2. Импульсные системы

Система импульсная линейная

Линейной системой импульсного регулирования называется такая САР, которая кроме звеньев описываемых обыкновенными линейными ДУ содержит импульсное звено, преобразующее непрерывное входное воздействие в равноотстоящие друг от друга по времени импульсы.

Варианты выходных последовательностей импульсных звеньев

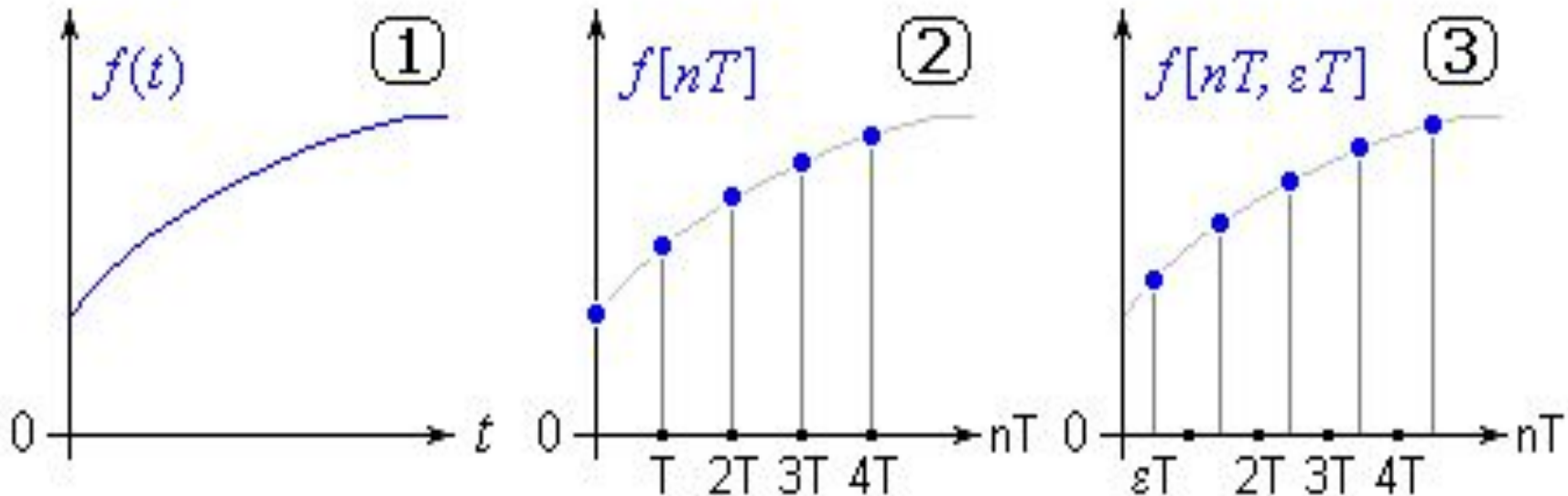


АМ – АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ

ШИМ – ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ

Математический аппарат описания импульсных систем

Решетчатые функции



1 – НЕПРЕРЫВНАЯ ФУНКЦИЯ

2 – РЕШЕТЧАТАЯ ФУНКЦИЯ

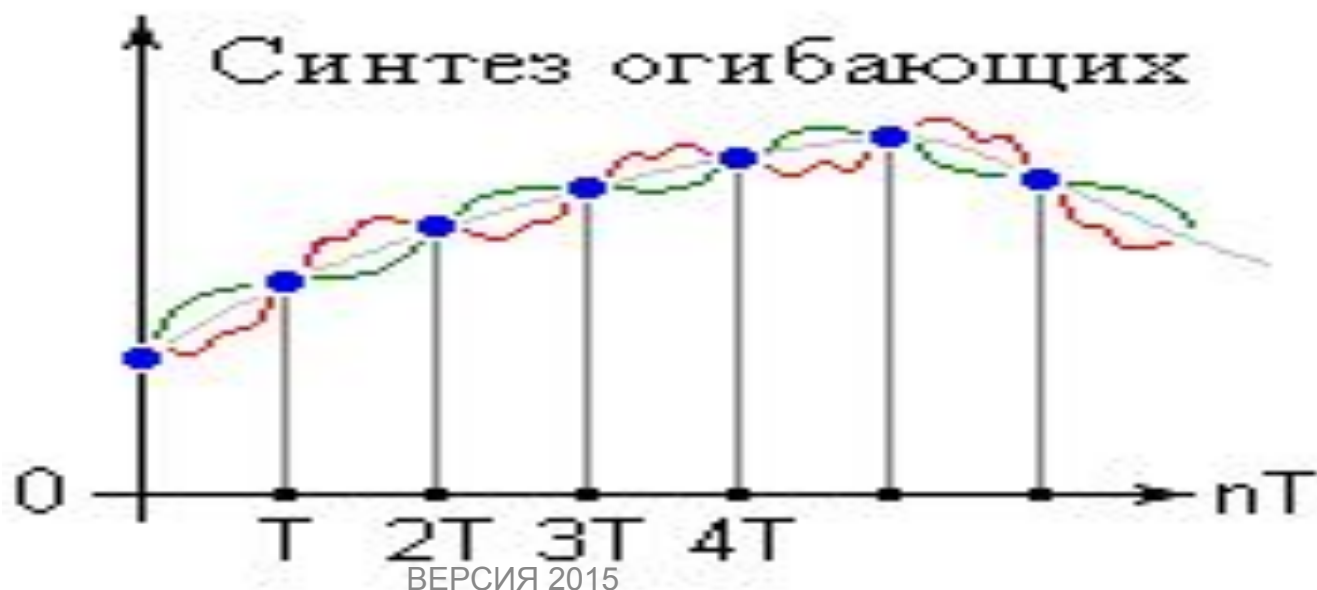
3 – СМЕЩЁННАЯ РЕШЕТЧАТАЯ ФУНКЦИЯ

- Решетчатые функции 2 определены только в дискретные моменты времени $[nT]$ (сокращенно $[n]$), и формируются из непрерывных функций

$$f[nT] = f(t) \text{ при } t=nT.$$

- Рассматривают так же смещенные решетчатые функции (последовательность 3): $f[n, e] = f(t)$ при $t=(n+e)T$,
- где e - относительное смещение, e принадлежит $[0..1)$.

- Непрерывные функции, проходящие через дискреты заданной решетчатой функции, называют огибающими. Их бесконечно много



Дифференцирование и интегрирование решетчатых функций

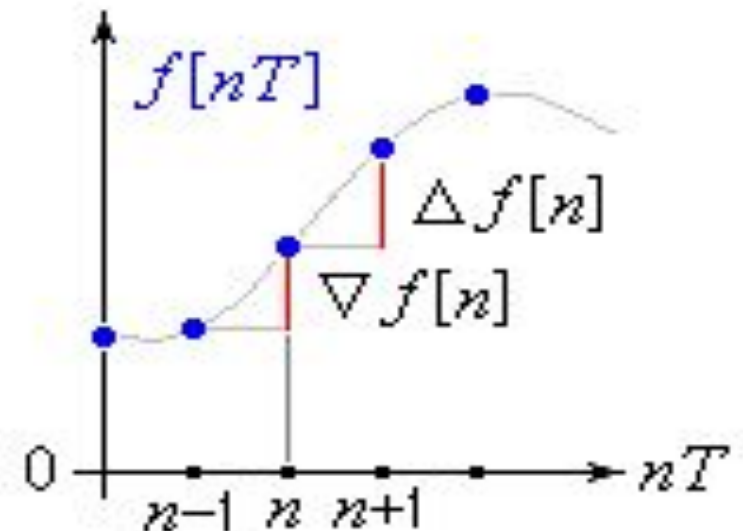
Аналогом первой производной для решетчатой функции является

- либо первая прямая разность:

$$\Delta f[n] = f[n+1] - f[n],$$

либо первая обратная разность:

$$\nabla f[n] = f[n] - f[n-1].$$



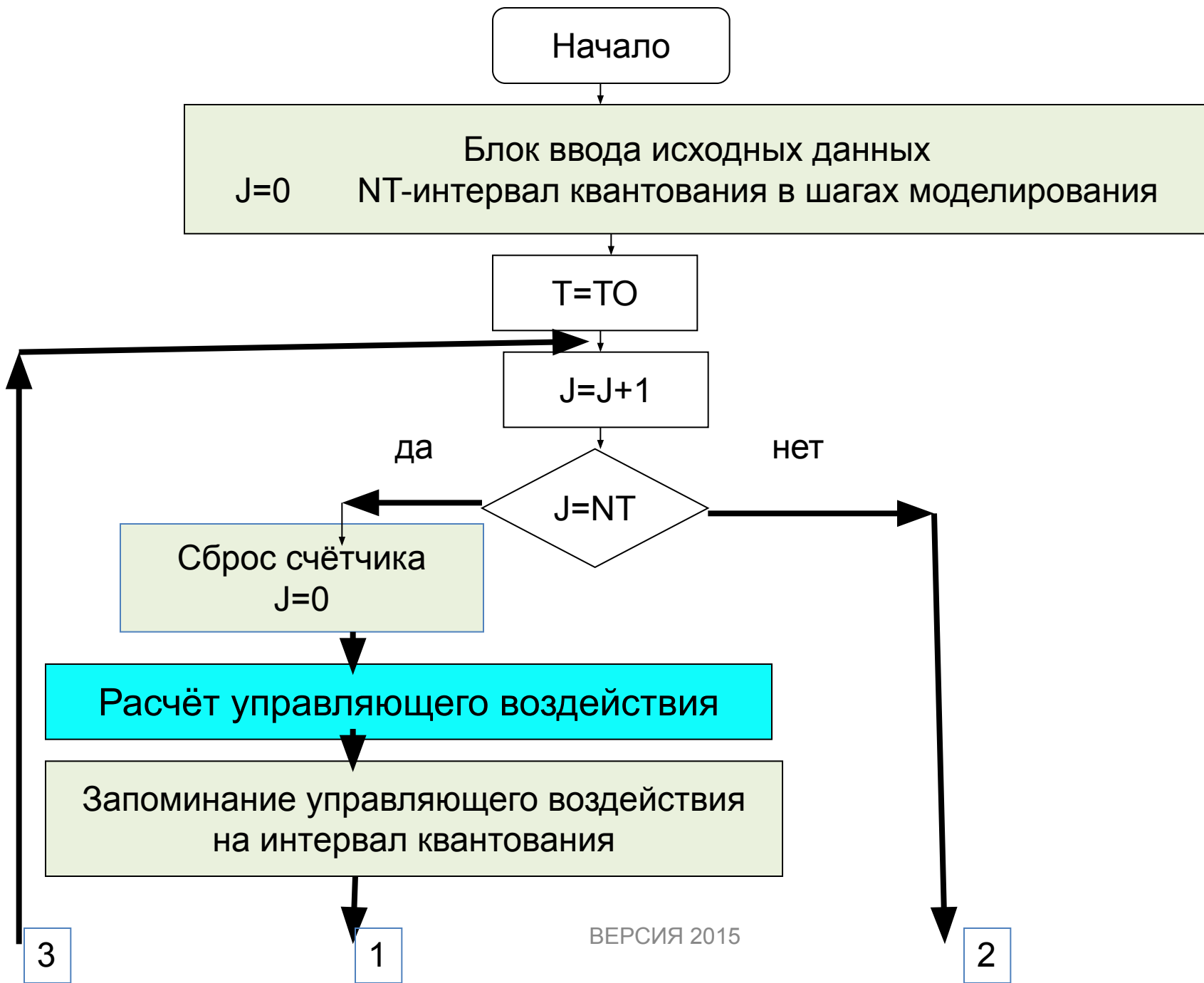
3. Алгоритм моделирования цифровых САУ с учетом квантования времени.

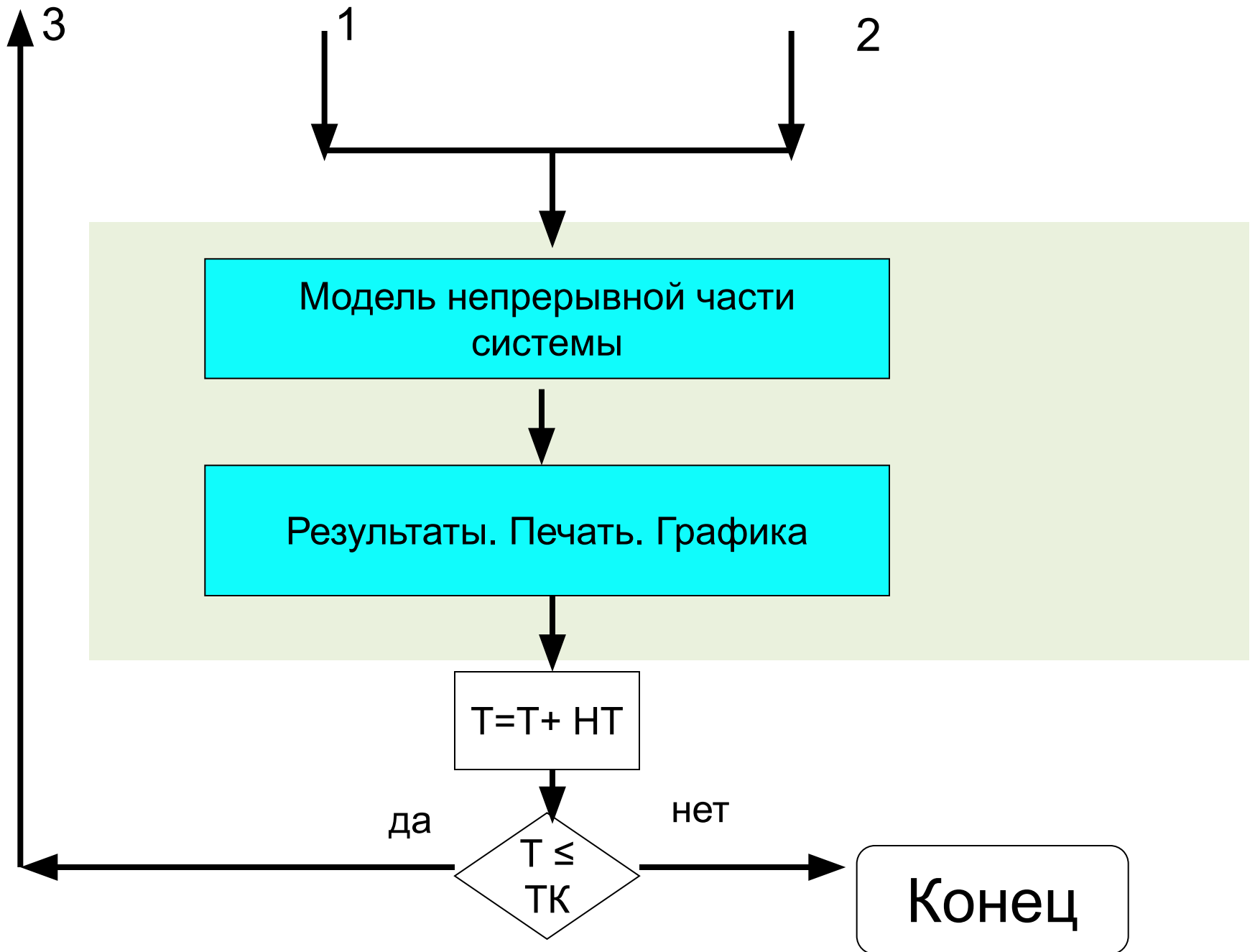
Рассмотрим методику моделирования цифровых систем управления с учетом формирования управления.

- В простейшем случае за один шаг модельного времени примем:
- параметр NT – интервал времени в шагах моделирования для расчета интервала квантования T_k ,
- j – счетчик для оценки временного интервала квантования.

Модель состоит из двух частей:

1. Модели формирования расчета управляющего воздействия с учетом квантования по времени.
2. Модели моделирования квазинепрерывной части системы.





4. Математические модели объектов и систем с дискретным управлением

**Дополнительные пояснения для
самостоятельного изучения**

Особенности квантования непрерывных сигналов

- В дискретных системах управляющий сигнал подвергается квантованию, которое может быть по времени, по уровню или по уровню и времени. К системам с квантованием по времени относятся импульсные системы, в которых импульсный элемент срабатывает периодически и вначале каждого такого периода выдает сигнал, равный по величине непрерывному сигналу на входе.
- Дискретные системы, в которых квантование сигналов происходит по времени и периодичность их не зависит от входного непрерывного сигнала, принято называть импульсными системами.
- В зависимости от того, какой из параметров выходного импульса изменяется в зависимости от величины входного сигнала, говорят о типе модуляции входного сигнала.

- Особо выделяют амплитудно-импульсную модуляцию (АИМ) и широтно-импульсную (ШИМ).
- В первом случае управляемым параметром импульса является величина импульса, которая, как правило, равна значению входного сигнала в момент данной модуляции, а втором – ширина импульса при постоянной, как правило, амплитуде.
- В случае АИМ длительность импульса может варьироваться теоретически от нуля до величины периода модуляции. Кроме типа модуляции выделяют ещё два рода модуляции: в случае первого рода управляемый параметр импульсов определяется величиной входного сигнала в момент переднего фронта импульса, а в случае второго рода он корректируется в течение всего времени существования каждого конкретного импульса.

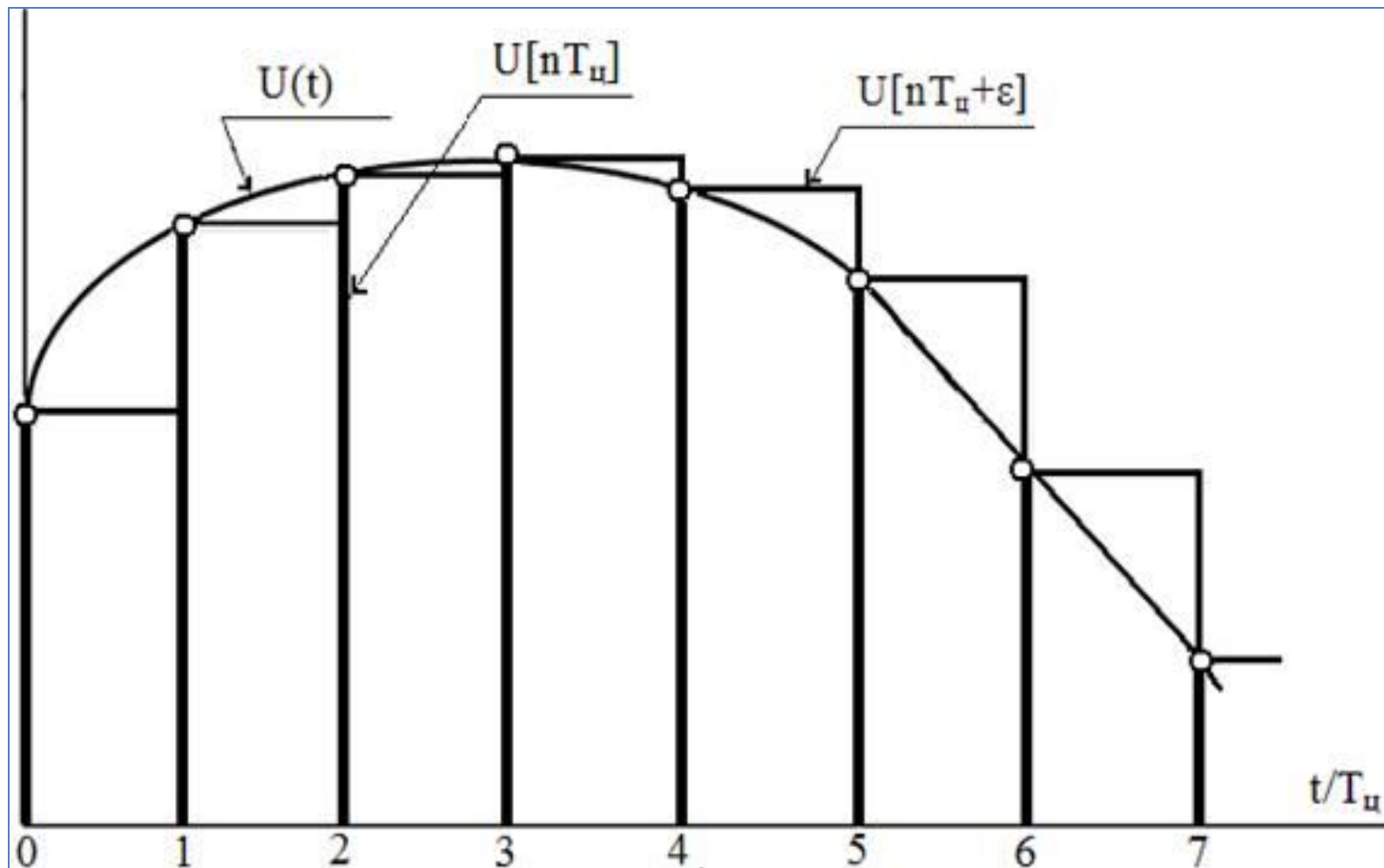
микропроцессорное управление

- В настоящее время широко используется микропроцессорное управление.
- Здесь изменение управляющего воздействия также происходит дискретно во времени, поскольку для **формирования нового управляющего воздействия** на объект необходимо время, связанное с преобразованием входного сигнала в цифровую форму (посредством аналого-цифрового преобразователя (АЦП)), его обработки в соответствии с заданным алгоритмом и последующим преобразованием цифрового кода в выходной сигнал (посредством цифро-аналогового преобразователя (ЦАП)).
- Если микропроцессор обслуживает еще и другие устройства, то период этого цифрового управления может резко увеличиться. В интервалах времени между непосредственно моментами выдачи микропроцессором управляющей информации реальный сигнал управления обеспечивается посредством экстраполятора.

На практике чаще всего используются экстраполяторы нулевого и первого порядков.

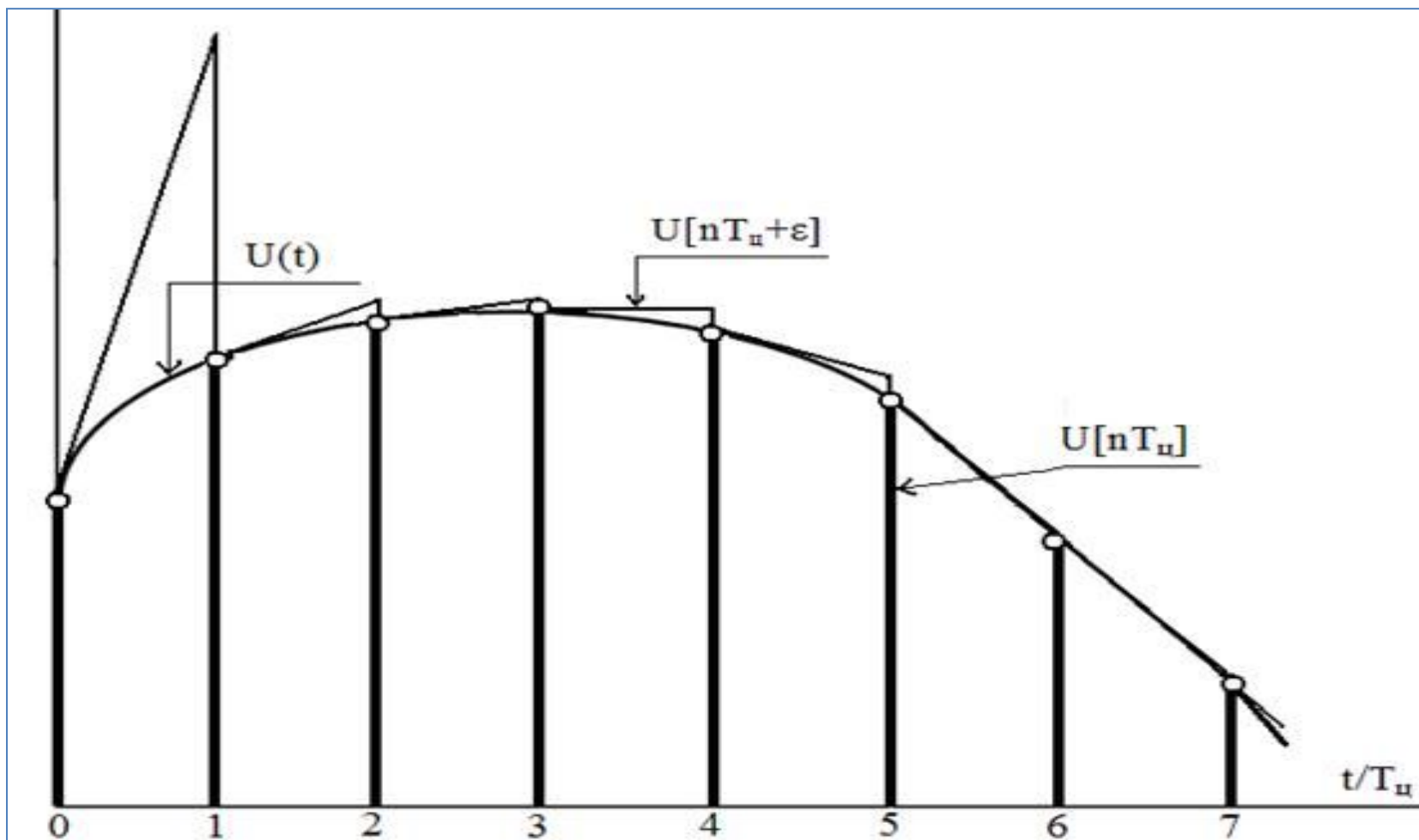
- В экстраполяторах нулевого порядка уровень сигнала управления, который был сформирован микропроцессором, запоминается на весь период цикла $T_{\text{ц}}$.
- Это можно проследить на рис., где обозначено:
- $U(t)$ – входной аналоговый сигнал;
- $U[nT_{\text{ц}}]$ – сигнал в виде кратковременного импульса, который формирует микропроцессор (решетчатая функция);
- $U[nT_{\text{ц}} + \varepsilon]$ – реальное дискретное управление на входе объекта управления; ε – временное смещение между решетками.

Особенность работы экстраполятора нулевого порядка



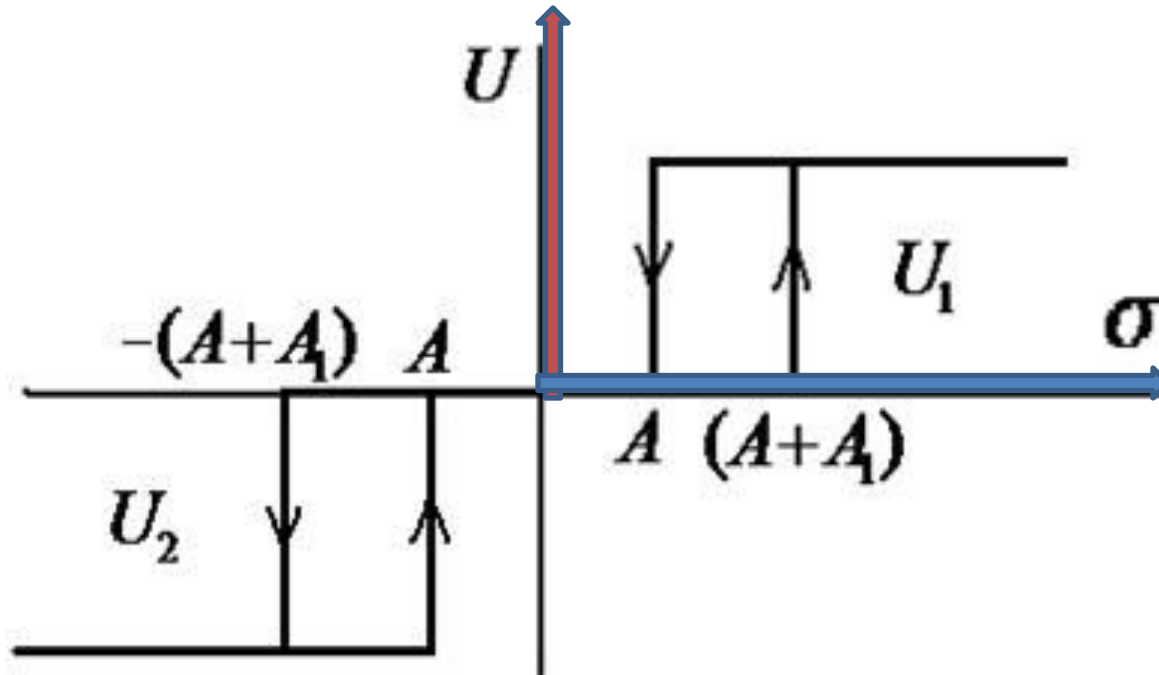
- В экстраполяторах первого порядка управляющий сигнал формируется с учетом первой производной входного сигнала $U(t)$ на момент его фиксации АЦП и началом обработки микропроцессором.
- Как видно из рис., графически сигнал $U[nT_{\text{ц}} + \varepsilon]$ представляет собой касательные к графику $U(t)$ в моменты фиксации решеток.
- Необходимо также иметь представление, что описанная модель упрощена, так как между моментом формирования решёток $U[nT_{\text{ц}}]$ и моментом реальной фиксации $U(t)$ может быть существенное различие, обусловленное запаздыванием в формировании решеток.

Особенность работы экстраполятора первого порядка



- Из рисунка также видно, что коррекция с помощью экстраполятора первого порядка не на всем временном интервале обеспечивает повышение адекватности цифровой модели аналоговой.
- На начальном этапе видно существенное различие, здесь оказывают существенное влияние высшие производные входного сигнала.
- Это значит необходимо либо повысить порядок экстраполятора, что может быть принципиально нереализуемо из-за отсутствия априорных сведений об $U(t)$, либо уменьшить период циклов, что может потребовать автономного микропроцессора.

- К дискретным следует также отнести системы, в которых управление изменяется скачкообразно не вследствие временной модуляции, в связи с изменением входного сигнала по уровню.
- Это, как известно, системы с релейным характером управления



Характеристика регулятора релейного типа

- Обобщенная характеристика регулятора релейного типа представлена на рис. 03, где обозначено U – управление, создаваемое регулятором, которое может принимать три значения: U_1 , U_2 и $U_3 = 0$; σ – сигнал на входе регулятора;
- A - зона нечувствительности регулятора;
- A_1 – гистерезис регулятора; стрелки на характеристике определяют порядок переключения регулятора.
- Изменяя A и A_1 , можно получить все известные характеристики типовых регуляторов релейного типа.
- При $A_1 = 0$ имеем характеристику идеального трехпозиционного регулятора.
- При $A = 0$ и $A_1 = 0$ имеем характеристику идеального двухпозиционного регулятора.
- При $A = -A_1 / 2$, $A_1 > 0$ имеем характеристику двухпозиционного гистерезисного регулятора.