



# Лекция 1. Введение

БЕЛОВ НИКИТА ВАДИМОВИЧ,  
АССИСТЕНТ КАФЕДРЫ ИСУИА



# Цель и задачи курса

2

Дисциплина обеспечивает базовую подготовку инженеров в изучении теории и принципов работы прикладных программ, используемых при проектировании, моделировании систем управления и автоматики. Она подготавливает слушателей к освоению профилирующих дисциплин специальности, рассматривающих теорию управления, элементы и устройства автоматики, оптимальные и адаптивные системы.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать принципы построения прикладных информационных систем;

Уметь использовать современные программные средства для обработки разнородной информации;

уметь автоматизировать процесс решения прикладных задач с помощью встроенных языков программирования;

иметь представление о современном состоянии и тенденциях развития рынка прикладного программного обеспечения.

# Классификация прикладных программ

3

- ▶ *Программное обеспечение (ПО)* – совокупность программ и данных, предназначенных для решения определенного круга задач и хранящиеся на носителях ЭВМ.
- ▶ *Программа* – последовательность формализованных инструкций, представляющих алгоритм решения некоторой задачи и предназначенная для исполнения устройством управления вычислительной машины.
- ▶ *Прикладное программное обеспечение* – программное обеспечение, ориентированное на конечного пользователя и предназначенное для решения пользовательских задач.

# Классификация программного обеспечения

- ▶ *Системное ПО* – решает задачи общего управления и поддержания работоспособности системы в целом. К этому классу относят операционные системы, менеджеры загрузки, драйверы устройств, программные кодеки, утилиты и программные средства защиты информации;
- ▶ *Инструментальное ПО* – включает средства разработки (трансляторы, отладчики, интегрированные среды, различные SDK и т.п.) и системы управления базами данных (СУБД);
- ▶ *Прикладное ПО* – предназначено для решения прикладных задач конечными пользователями. Прикладное ПО является самым обширным классом программ, в рамках которого возможна дальнейшая классификация, например по предметным областям. В этом случае группировочным признаком является класс задач, решаемых программой.

# Понятие пакета прикладных программ

- ▶ ППП – это комплекс взаимосвязанных программ для решения определенного класса задач из конкретной предметной области. На текущем этапе развития информационных технологий именно ППП являются наиболее востребованным видом прикладного ПО:
- ▶ ориентация на решение класса задач
- ▶ наличие языковых средств
- ▶ единообразии работы с компонентами пакета

# Обзор основных этапов развития

6

- ▶ *Первое поколение.* В качестве входных языков ППП первого поколения использовались универсальные языки программирования (Фортран, Алгол-60 и т.п.) или языки управления заданиями соответствующих операционных систем.
- ▶ *Второе поколение.* Разработка ППП второго поколения осуществлялась уже с применением специализированных входных языков на базе универсальных языков программирования
- ▶ *Третье поколение.* Третий этап развития ППП характеризуется появлением самостоятельных входных языков, ориентированных на пользователей-непрограммистов.
- ▶ *Четвертое поколение.* Четвертый этап характеризуется созданием ППП, эксплуатируемых в интерактивном режиме работы.

# Перспективы развития прикладного программного обеспечения.

- ▶ К отличительным чертам ПО нового поколения следующие:
- ▶ интеграция компонентов прикладного пакета не только с приложениями пакета, но и с окружением;
- ▶ широкое использование отраслевых стандартов;
- ▶ использование инфраструктуры Интернет;
- ▶ платформонезависимость.

# Обзор программ математических вычислений, их возможности и особенности

- ▶ В области инженерного проектирования выделяют три основных раздела:
- ▶ CAD – Computer Aided Design (Системы автоматизированного проектирования);
- ▶ CAM – Computer Aided Manufacturing (Автоматическое производство);
- ▶ CAE – Computer Aided Engineering (Компьютерная инженерия).



# Краткий обзор возможностей

## MatLab

9

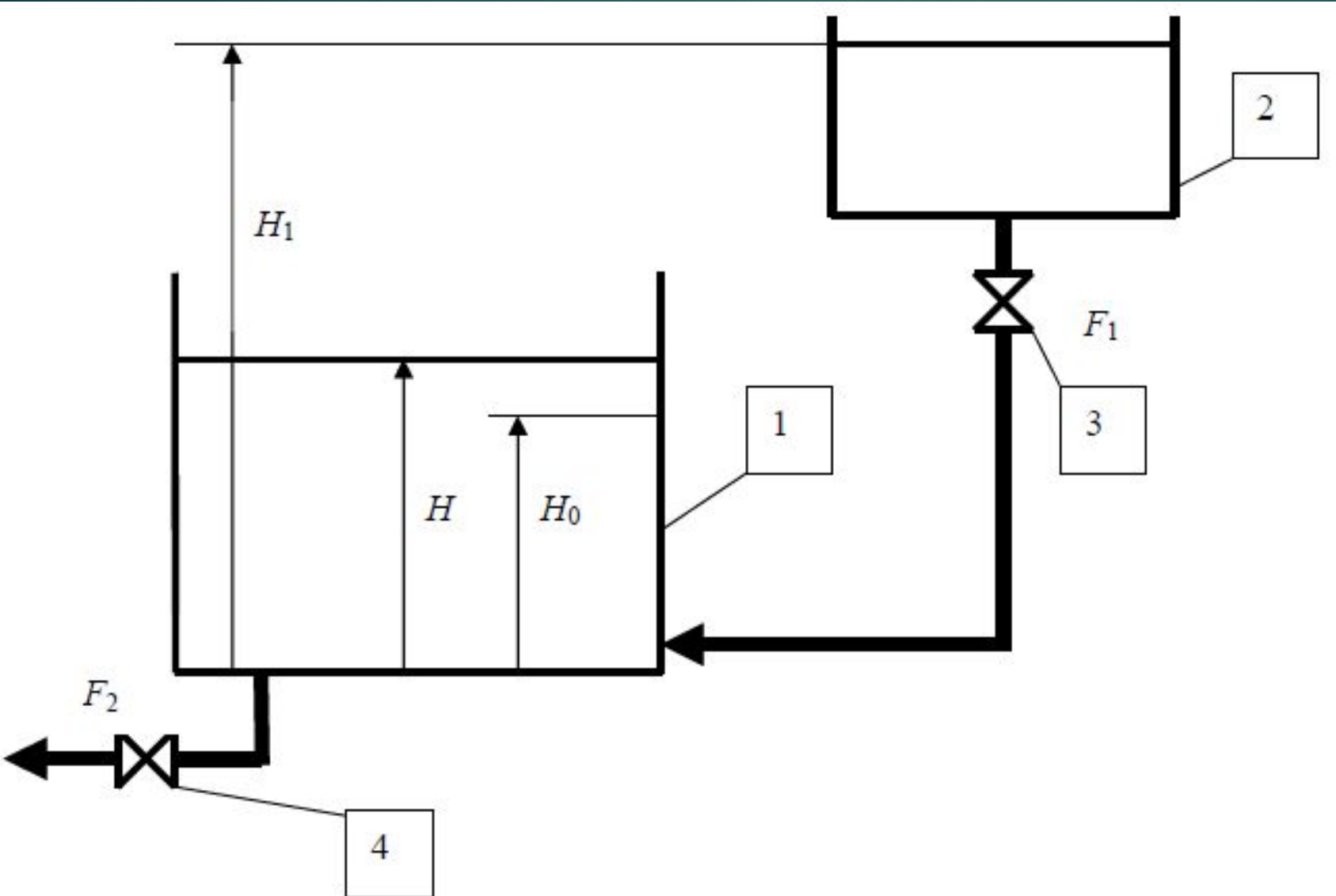
► MatLab – одна из старейших, тщательно проработанных и проверенных временем систем автоматизации математических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций. Это нашло отражение и в самом названии системы – MATrix LABoratory, то есть матричная лаборатория. Однако синтаксис языка программирования системы продуман настолько тщательно, что данная ориентация почти не ощущается теми пользователями, которых не интересуют непосредственно матричные вычисления.



# Лекция 2. Модель системы регулирования уровня

БЕЛОВ НИКИТА ВАДИМОВИЧ,  
АССИСТЕНТ КАФЕДРЫ ИСУИА





$$W\Delta H = F_1 \varepsilon \sqrt{2g(H_1 - H)} \Delta t - F_2 \varepsilon \sqrt{2gH} \Delta t,$$

$$\frac{dH}{dt} = \frac{1}{W} (S_1 \sqrt{2g(H_1 - H)} - S_2 \sqrt{2gH}),$$

$$S_1^0 \sqrt{H_1^0 - H_0} - S_2^0 \sqrt{H_0} = 0.$$

# Исполнительный механизм

12

$$T_1 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_1 U_a$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{T_1} (-\omega + k_1 U_a)$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega$$

$$\alpha = k_2 \varphi$$

Пусть имеется переменная  $R$ , принимающая значения  $(-1)$ ,  $0$  и  $1$  согласно правилу:

$R = -1$ , если  $\alpha = \alpha_{\min}$ ;

$R = 0$ , если  $\alpha_{\min} < \alpha < \alpha_{\max}$ ;

$R = 1$ , если  $\alpha = \alpha_{\max}$ .

$$Z = -UR.$$

Тогда напряжение на якорной обмотке должно подчиняться условиям

$U_a = U$ , если  $Z \geq 0$ ;

$U_a = 0$ , если  $Z < 0$ .

# Система регулирования в целом

13

Кроме объекта и исполнительного механизма система содержит датчик уровня, задающее устройство, элемент сравнения, регулятор и регулирующий орган – вентиль.

Датчик уровня может быть построен на базе сильфона, на основе емкостного преобразователя или других чувствительных к уровню элементов. Независимо от конструкции будем считать его безынерционным звеном с коэффициентом передачи  $k_3$

$$U_H(t) = k_3 H(t),$$

где  $U_H(t)$  – напряжение на выходе датчика, В. Примем  $k_3 = 10 \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$ .

Задающее устройство вырабатывает электрический сигнал с напряжением  $U_{H0}$ , равным напряжению сигнала датчика при номинальном уровне  $H_0$ . С учетом принятого раньше значения  $H_0 = 1 \text{ м}$  должно быть:

$$U_{H0} = 10 \text{ В}.$$

Элемент сравнения образует сигнал рассогласования  $U_E(t)$

$$U_E(t) = U_{H0} - U_H(t)$$

Угол  $\alpha$  поворота вала редуктора исполнительного механизма служит входным сигналом регулирующего органа, характеризуемого эффективным проходным сечением  $S_1$ , являющимся в свою очередь входным сигналом для объекта. Предполагая прямую пропорциональную зависимость между  $S_1$  и  $\alpha$

$$S_1 = k_5 \alpha$$

и учитывая, что максимальная величина сечения равна  $S_{1\max} = 0.01 \text{ м}^2$  (см. задание 3), а максимальный угол  $\alpha_{\max} = 62.8$  рад (см. п.2.2), найдем коэффициент передачи вентиля

$$k_5 = S_{1\max} / \alpha_{\max} = 0.01 / 62.8 = 1.592 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{рад}.$$



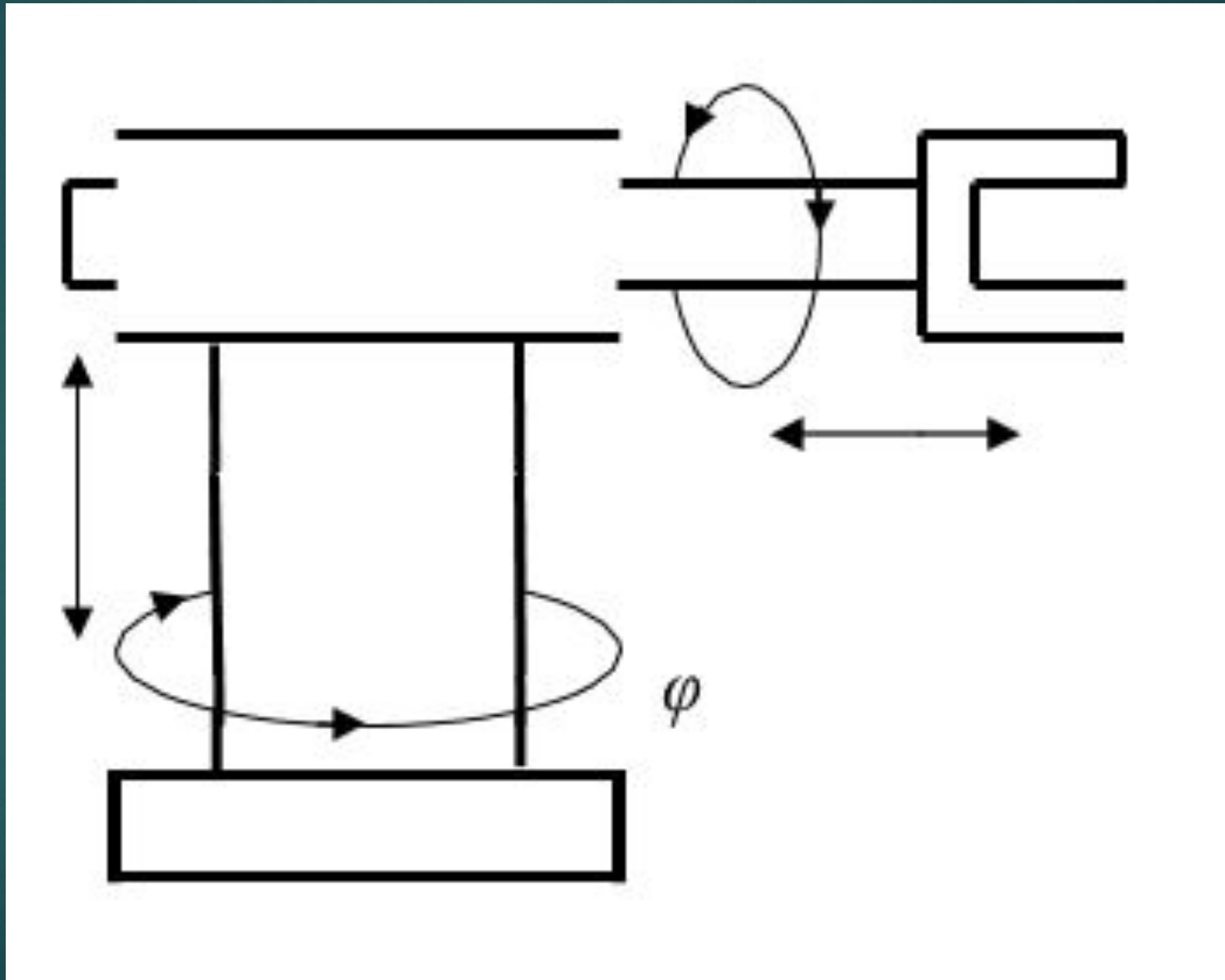
# Лекция 3. Модель следящей системы робота-манипулятора

БЕЛОВ НИКИТА ВАДИМОВИЧ,  
АССИСТЕНТ КАФЕДРЫ ИСУИА



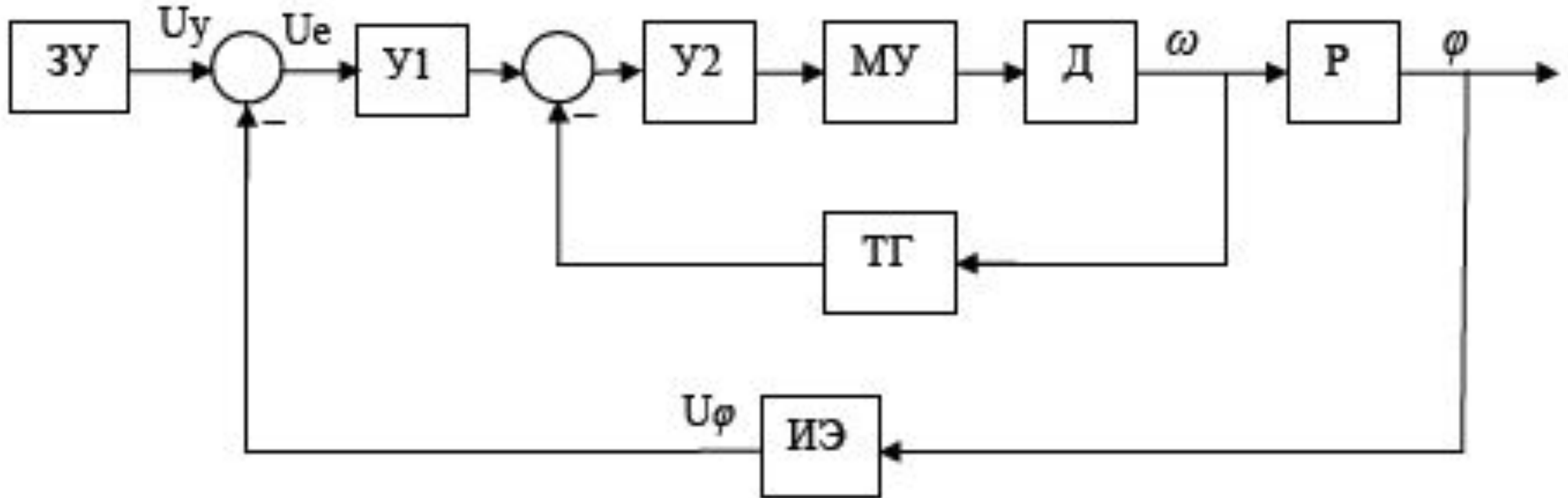
# Схема компоновки робота-манипулятора

15



# Структурная схема системы управления

16





# Описание элементов системы

17

▶ Функции задающего устройства может выполнять компьютер, формирующий сигнал  $U_y$  совместно с сигналами управления движением по другим координатам. Сигнал  $U_y$  заранее не известен, а значит, вся система относится к категории следящих систем. От нее требуется «следить» за сигналом  $U_y$ , т.е. поддерживать равенство

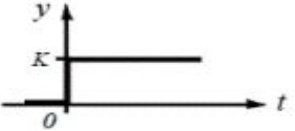
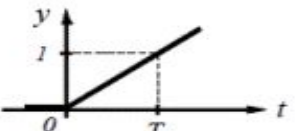
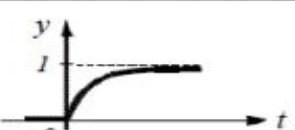
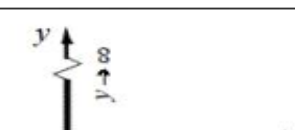

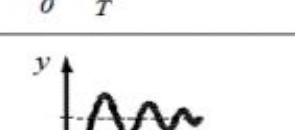
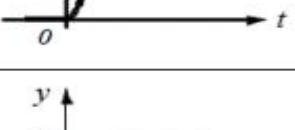
$$\varphi = k_y U_y$$

▶ Предполагается, что используется практически безынерционный датчик угла поворота, параметры которого выбираются так, чтобы его коэффициент передачи был равен  $1/k_y$ :

$$U_\varphi = \varphi / k_y$$

▶ Тогда при точной отработке системой заданного угла поворота сигнал рассогласования  $U_e = 0$ . В дальнейшем принято  $k_y = 1.0 \text{ рад} \cdot \text{В}^{-1}$ .

# Передаточные функции типовых звеньев

| № п/п | Тип и уравнение звена                                                           | Передаточная функция      | Переходная характеристика                                                             |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Усилительное (безинерционное)<br>$y(t) = Kx(t)$                                 | $K$                       |    |
| 2     | Интегрирующее<br>$y(t) = \frac{1}{T} \int_0^t x(t) dx$                          | $\frac{1}{Tp}$            |    |
| 3     | Инерционное (апериодическое)<br>$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = x(t)$              | $\frac{1}{Tp + 1}$        |    |
| 4.1   | Идеальное дифференцирующее<br>$y(t) = \frac{dx(t)}{dx}$                         | $Tp$                      |    |
| 4.2   | Реальное дифференцирующее<br>$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = x(t)$                 | $\frac{p}{Tp + 1}$        |   |
| 5     | Колебательное<br>$a \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + b \frac{dy(t)}{dt} + c y(t) = x(t)$ | $\frac{1}{ap^2 + bp + c}$ |  |
| 6     | Запаздывающее<br>$y(t) = Kx(t - \tau), \quad t > \tau$                          | $K e^{-\tau p}$           |  |

# Описание элементов системы

19

- ▶ Электронный усилитель У1 считается безынерционным звеном с коэффициентом усиления 10. Передаточное отношение редуктора обозначим  $1/k_p$ . Передаточная функция редуктора запишется в виде

$$W_p(p) = \frac{k_p}{p}$$

- ▶ Основным элементом привода является электродвигатель постоянного тока Д, вращающийся с переменной угловой скоростью  $\omega$ . Его передаточная функция имеет вид

$$W_d(p) = \frac{k_d}{T_M T_d p^2 + T_M p + 1}$$

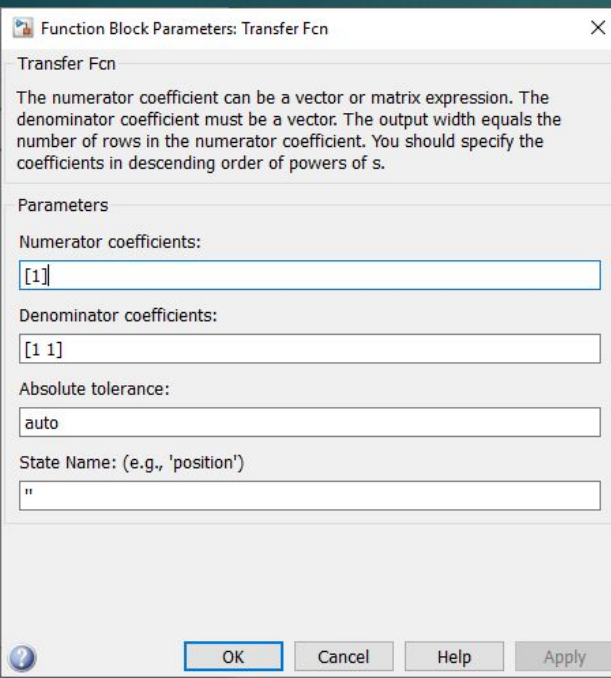
- ▶ Магнитный усилитель служит для создания управляющего напряжения на якорной обмотке двигателя. Его передаточная функция описывается выражением

$$W_{my}(p) = \frac{k_{my}}{T_{my} p + 1}$$

# Описание элементов системы

20

- ▶ На вход У2 поступает разность усиленного сигнала рассогласования и сигнала цепи обратной связи, создаваемого тахогенератором. Будем считать, что тахогенератор вырабатывает напряжение, в точности пропорциональное угловой скорости внутри фактического диапазона ее изменения, и что он снабжен масштабирующим устройством (потенциометрической схемой, усилителем и т. п.), обеспечивающим коэффициент передачи по цепи обратной связи  $k_{\text{ТГ}} = 0.084 \text{ В}\cdot\text{с}$ . Это значение согласовано с коэффициентом усиления в прямой цепи привода так, чтобы обеспечить коэффициент передачи привода  $10.0 \text{ В}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$ .



$$\frac{1}{s+1}$$

Например, для консервативного звена с передаточной функцией

$$\frac{15}{0.01s^2 + 1}$$

В окне **Numerator coefficient** следует ввести «[15]», а в окне **Denominator coefficient** – «[0.01 0 1]».