



Автоматичне керування зварюванням

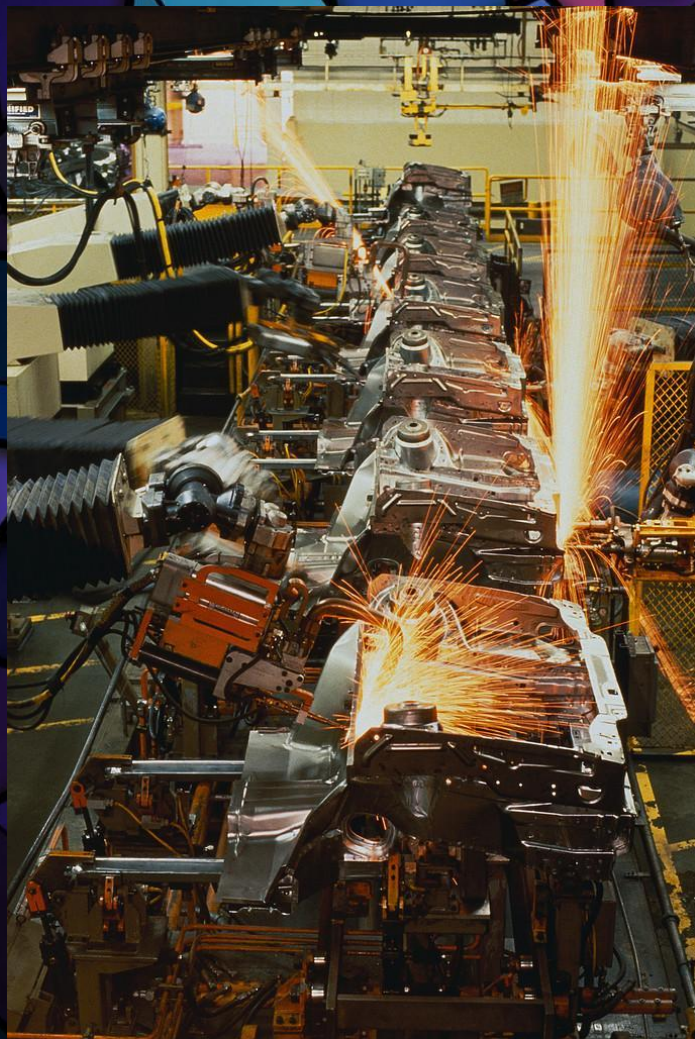
Презентація Бариги

Основні поняття




□ **МЕХАНІЗАЦІЯ** – напрямок технічного прогресу, спрямований на заміну фізичної роботи людини роботою механізмів і машин.

Основні поняття




- **АВТОМАТИЗАЦІЯ**
— напрямок технічного прогресу, спрямований на заміну розумової і фізичної праці людини роботою самоіючих систем (**автоматів**)



Часто під терміном ***АВТОМАТИЗАЦІЯ*** розуміють також сам процес впровадження у виробництво автоматів і автоматичних систем.

Часто під терміном ***АВТОМАТИЗАЦІЯ*** розуміють також сам процес впровадження у виробництво автоматів і автоматичних систем.



Часто під терміном ***МЕХАНІЗАЦІЯ*** розуміють також сам процес впровадження у виробництво машин і механізмів.

Основні поняття

□ **АВТОМАТ** — пристрій, що виконує деякий процес без безпосередньої участі людини.

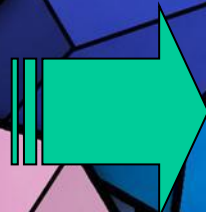
Основні поняття

□ *Теорія автоматичного керування*

розділ технічної кібернетики, що вивчає системи автоматичного керування різної природи та складності

Основні поняття

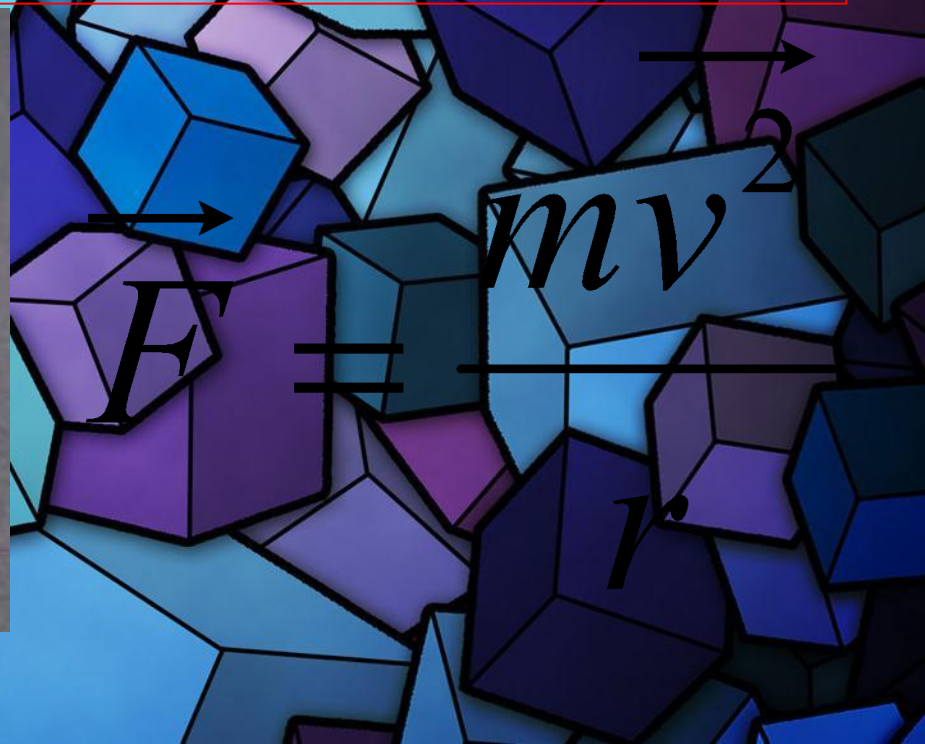
□ Теорія автоматичного керування замість реальних об'єктів розглядає адекватні їм математичні моделі



$$W(s) = \frac{G(s)}{H(s)} = \frac{b_0 \cdot s^m + b_1 \cdot s^{m-1} + \dots + b_{m-1} \cdot s + b_m}{a_0 \cdot s^n + a_1 \cdot s^{n-1} + \dots + a_{n-1} \cdot s + a_n}$$

Основні поняття

□ **Математична модель** — система математичних співвідношень, яка описує суттєві властивості системи або процесу, що вивчається.



Основні поняття

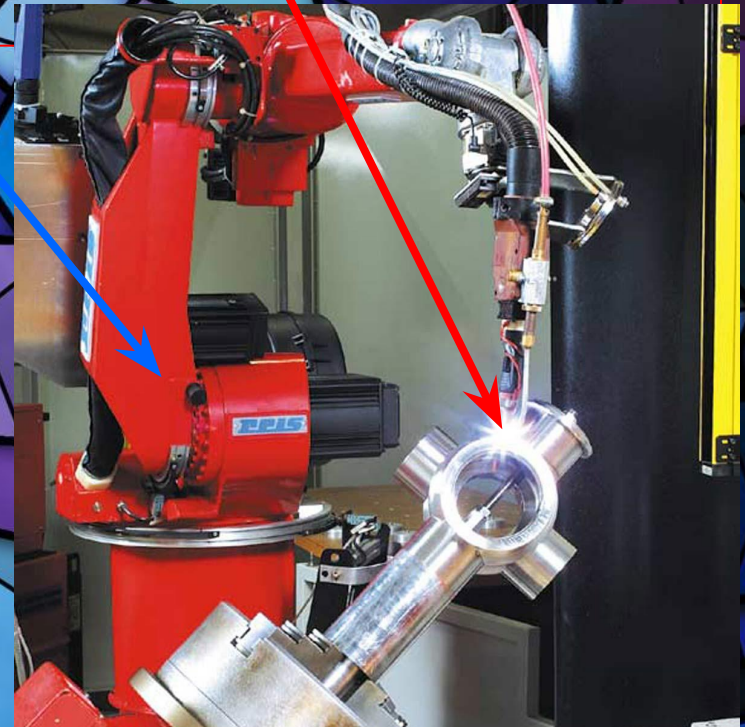
□ *Автоматичне керування* — сукупність дій, які спрямовані на здійснення технологічного процесу або операції за певним законом без/безпосередньої участі людини



Основні поняття

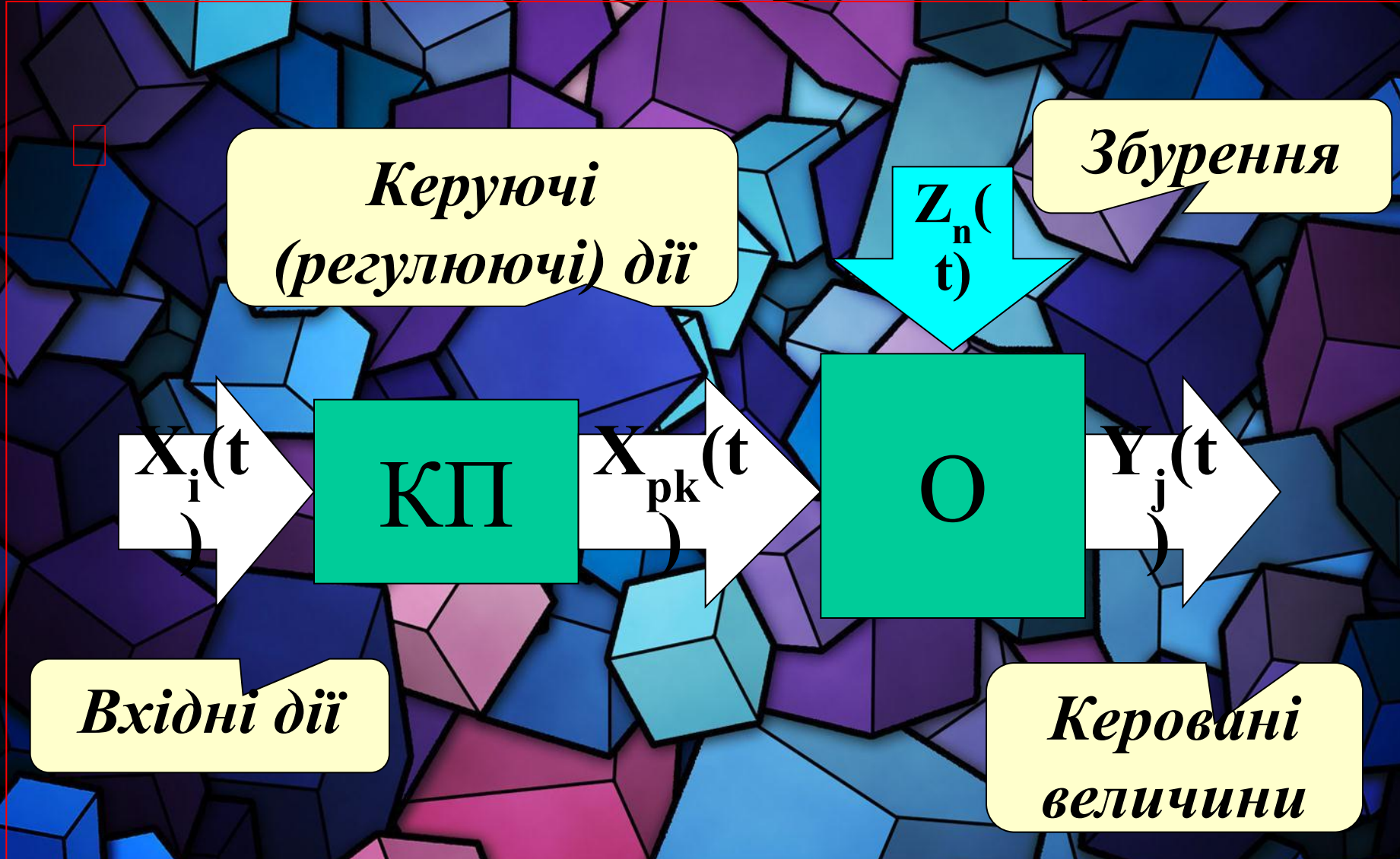
□ Система автоматичного керування

— сукупність об'єкта керування і технічних керуючих пристроїв, які взаємодіють з об'єктом відповідно до закону керування



ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Система автоматичного керування (регулювання)



Основні поняття

□ ***Керовані величини*** — сукупність вихідних фізичних величин які в наслідок керування мають набути заданих значень

Основні поняття

□ *Вхідні дії* — дії, що надають інформацію про задачі керування

Основні поняття

□ *Керуючі дії* — дії, що безпосередньо діють на об'єкт керування

Основні поняття

□ ***Збурення*** — зовнішні дії на систему АК, які порушують встановлений зв'язок між входними діями і керуваними величинами

Принципи автоматичного керування

Принцип автоматичного керування визначає, як і на основі якої інформації формуються керуючі дії в системі

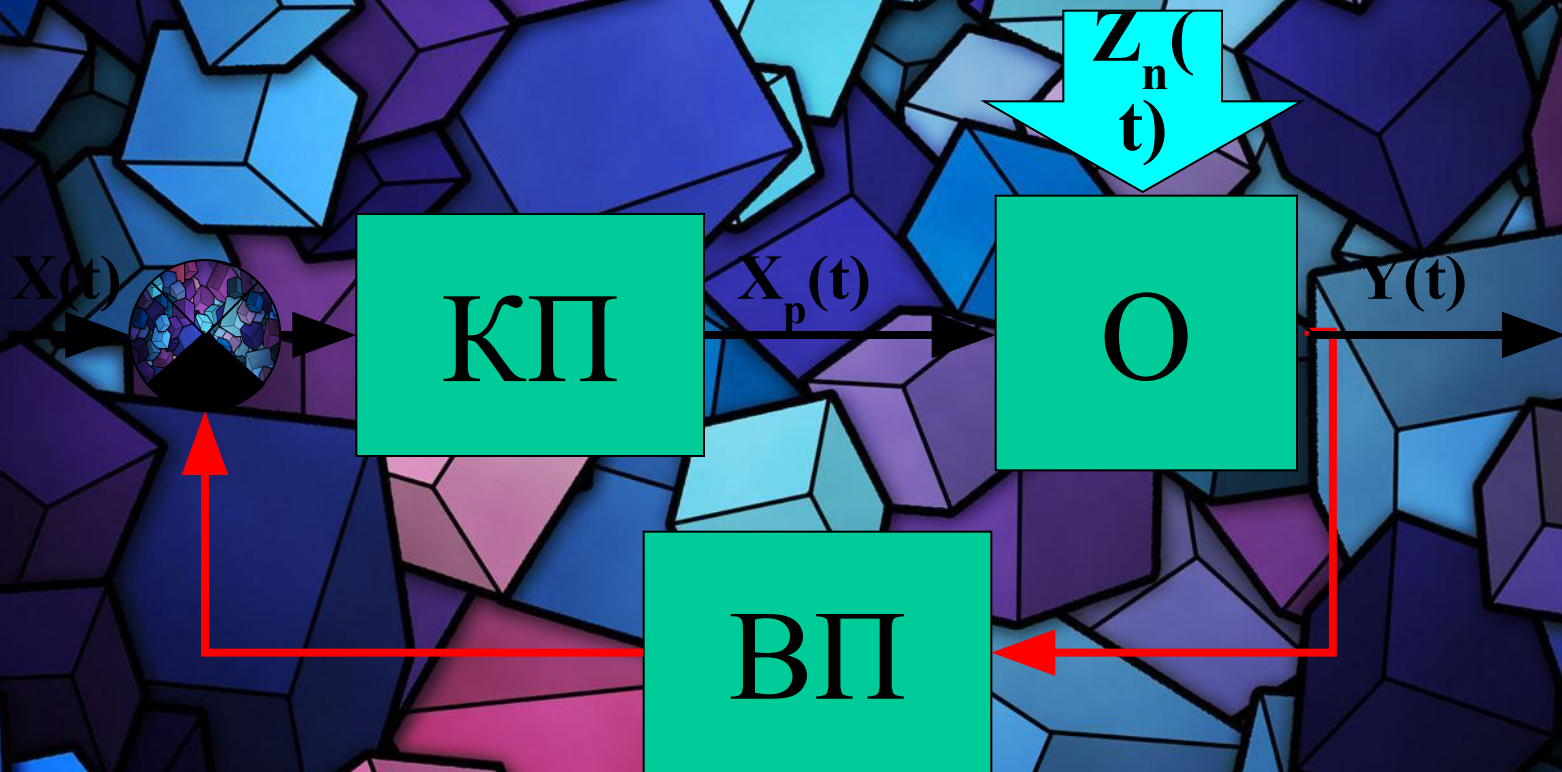
Принципи автоматичного керування

□ **Принцип розімкненого (планового) керування** полягає в тому, що вхідна дія перетворюється керуючим пристроєм на керуючу дію і безпосередньо впливає на об'єкт



Принципи автоматичного керування

Регулювання за відхиленням полягає в тому, що відхилення регульованого параметру від заданого значення викликає дію регулюючого органу, направлену на зменшення цього відхилення.



Принципи автоматичного керування



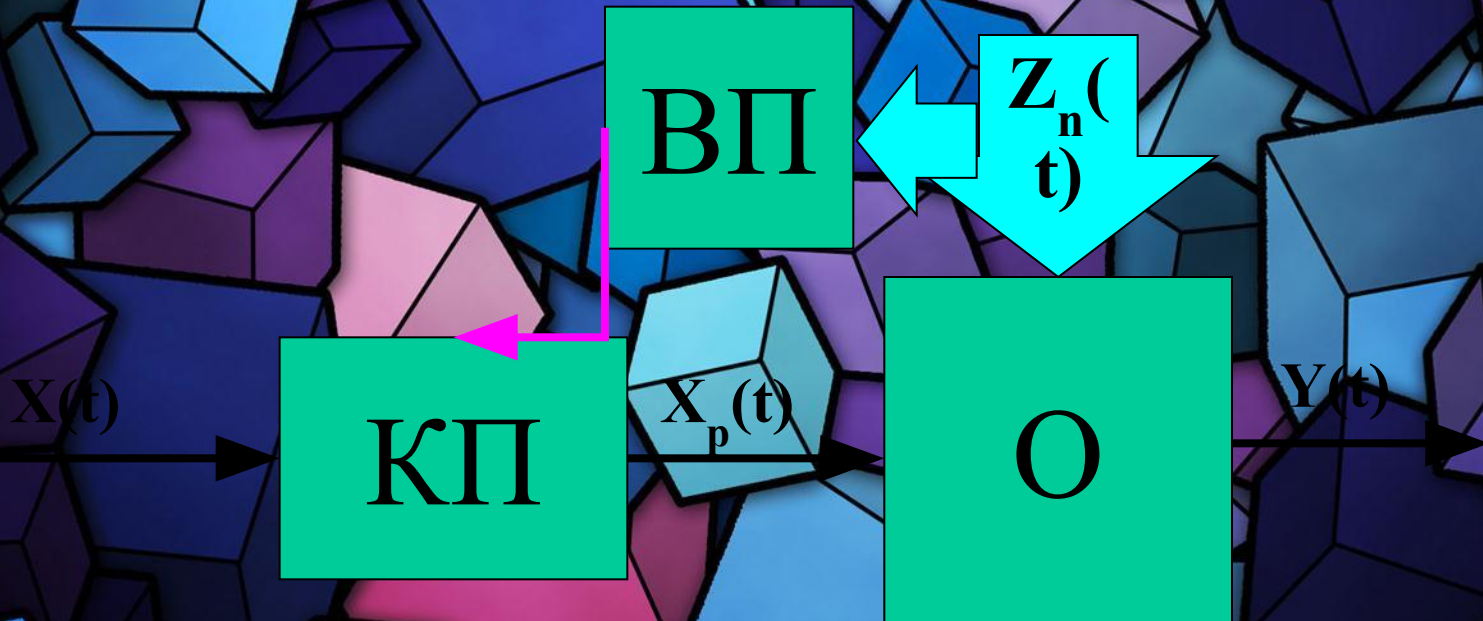
Зворотній зв'язок

Принципи автоматичного керування

- ***Від'ємний (негативний) зворотній зв'язок*** — зв'язок, при якому вихідний сигнал (або його частина) віднімається від вхідного сигналу
- ***Додатній (позитивний) зворотній зв'язок*** — зв'язок, при якому вихідний сигнал (або його частина) додається до вхідного сигналу.

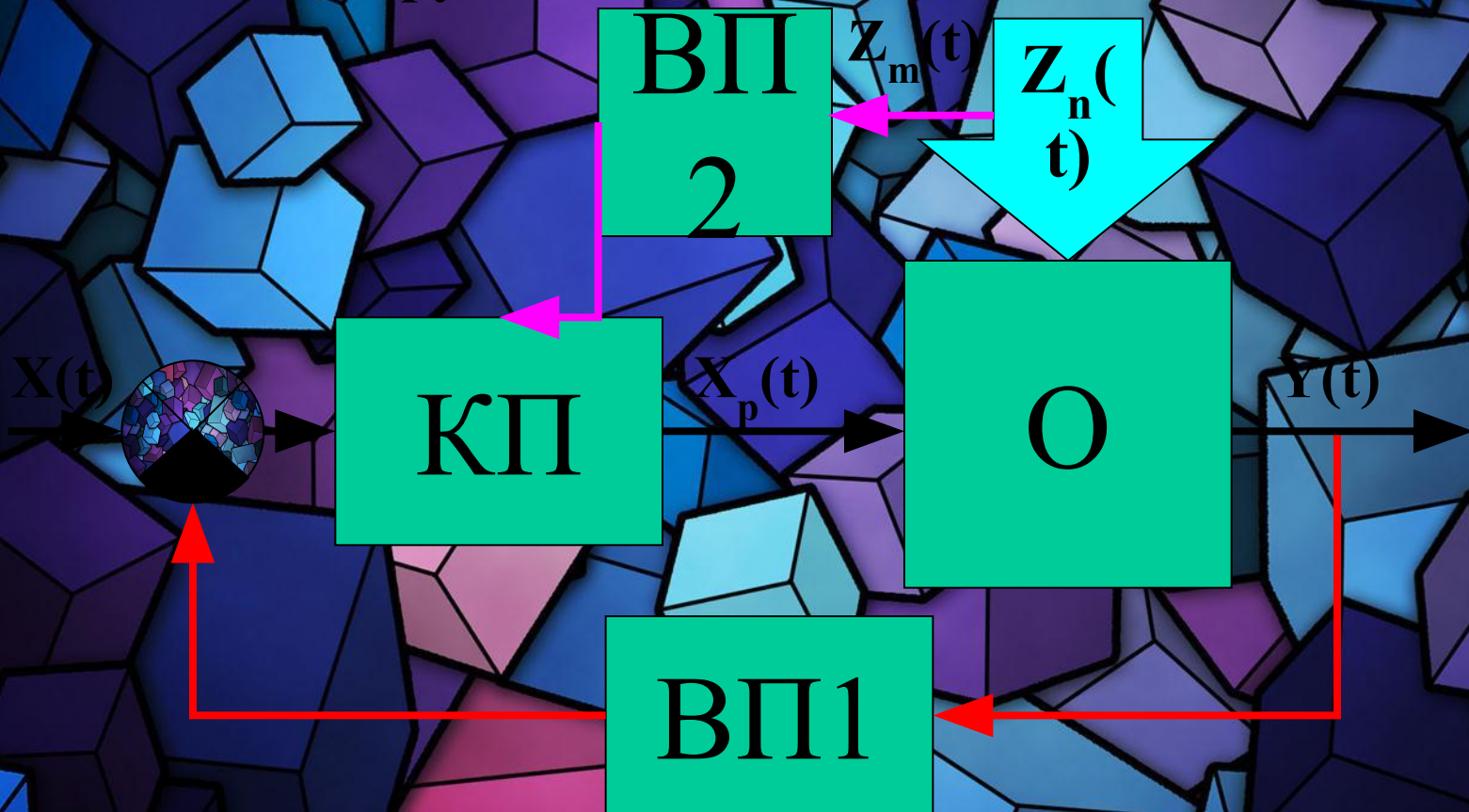
Принципи автоматичного керування

Регулювання за збуренням полягає в тому, що в результаті вимірювання одного або кількох збурень формується дія, яка коректує керуючу дію для компенсації впливу цих збурень на керовану величину



Принципи автоматичного керування

Комбіноване керування є поєднанням принципів керування за відхиленням і збуренням в одній системі автоматичного керування



Типова функціональна схема САР

Типова функціональна схема САР, що реалізує принцип регулювання за відхиленням відображає взаємодію об'єкту регулювання **ОР** і регулятора **Р**, поданого у розгорнутому вигляді.



Типова функціональна схема САР



□ **О** – об'єкт регулювання

Типова функціональна схема САР



□ **ЗП** - задавальний пристрій, служить для перетворення задавальної дії в сигнал, придатний для подальшої роботи системи

Типова функціональна схема САР



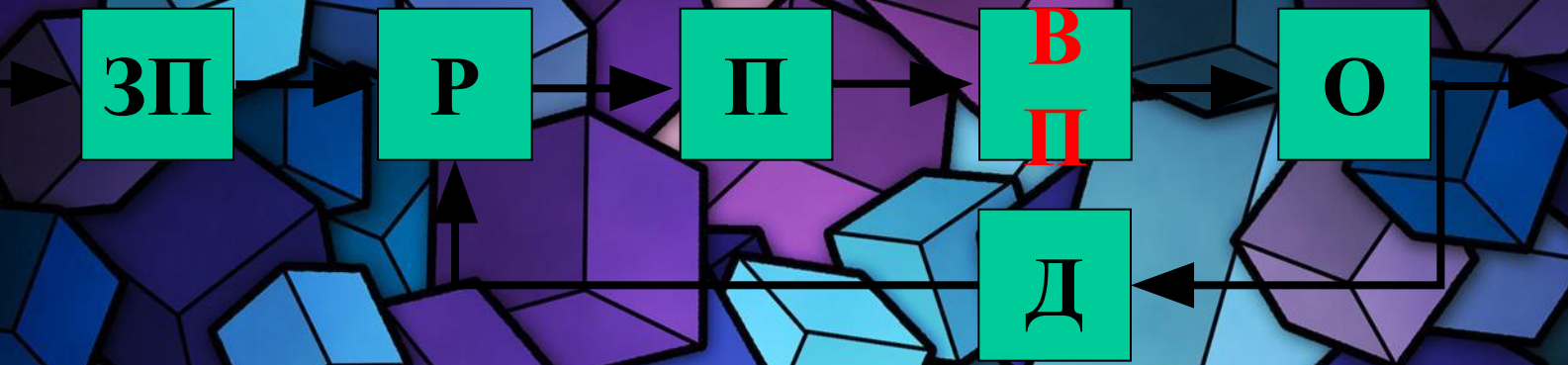
□ **Р** – регулятор, пристрій, який служить для реалізації необхідного закону керування

Типова функціональна схема САР



□ П — підсилювач, узгоджує за рівнем і потужністю вихідний сигнал з регулятора з вхідним сигналом виконавчого пристрою

Типова функціональна схема САР



□ **ВП** – виконавчий пристрій, що безпосередньо діє на об’єкт АР

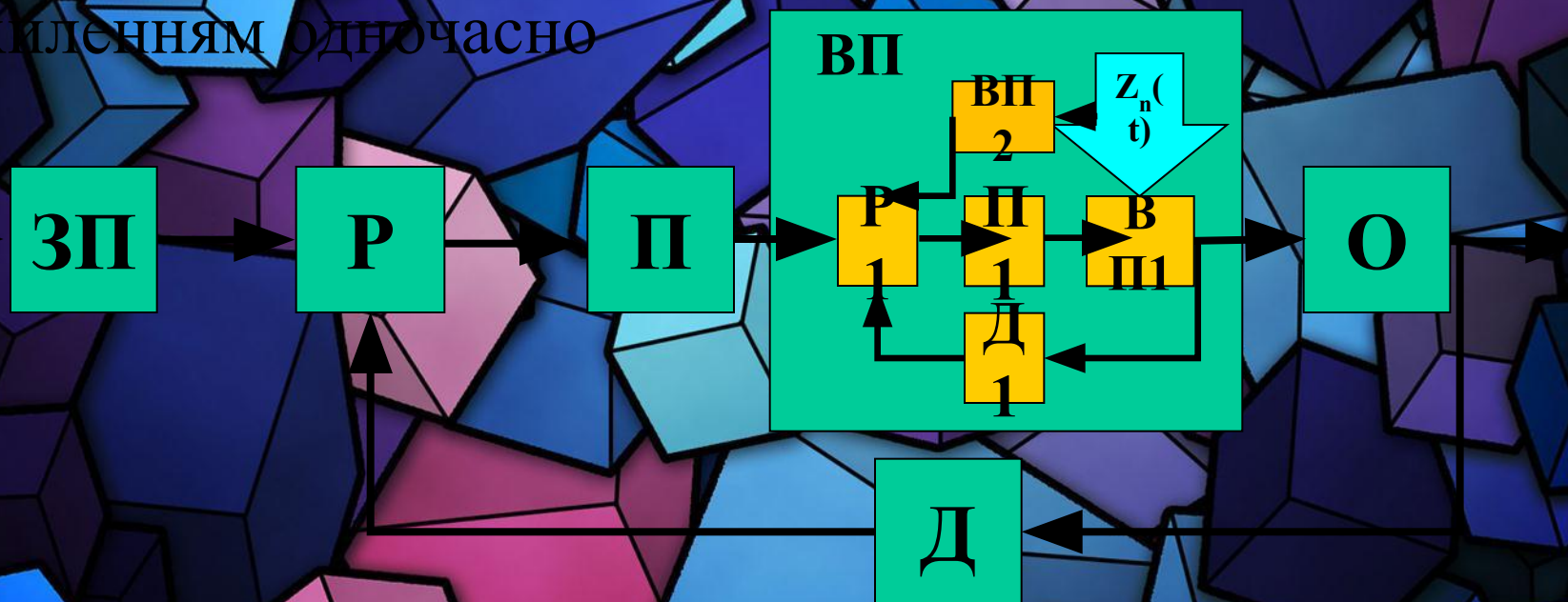
Типова функціональна схема САР



□ **Д** — датчик, елемент системи, що перетворює інформацію про фізичну величину в сигнал, зручний для використання в САР

Типова функціональна схема САР

Реальні системи автоматичного регулювання можуть містити складні елементи, які в свою чергу, можуть розглядатись як системи автоматичного керування. Наведена система керування за відхиленням містить виконавчий пристрій, який є окремою системою автоматичного регулювання і працює за збуренням і відхиленням одночасно



Класифікація систем АК

За складністю системи керування

одновимірні

багатовимірні



За метою керування

стабілізації

програмного
керування

слідкуючи

екстремальні



За властивостями системи

лінійні

нелінійні

стаціонарні

нестаціонарні



За характером протікання інформаційних процесів

неперервні

дискретні



За характером причинно-наслідкових зв'язків

замкнуті

розімкнуті

Класифікація систем автоматичного керування за ступенем складності

□ За складністю керованого об'єкту системи автоматичного керування поділяють на:

- одновимірні системи*
- багатовимірні системи:*
 - багатоконтурні*
 - незв'язні системи*
 - зв'язні системи*
 - складні системи*

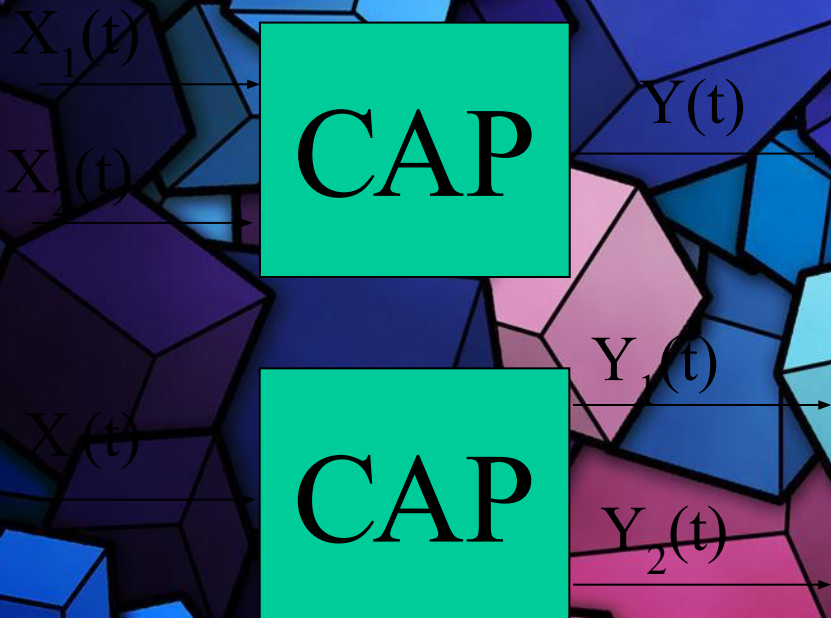
Класифікація систем автоматичного керування за ступінню складності

□ ***Одномірні системи*** — це системи, стан яких визначається одним вихідним параметром і однією вхідною дією



Класифікація систем автоматичного керування за ступенем складності

□ **Багатовимірні системи** — це системи, стан яких визначається багатьма вихідними параметрами і (або) багатьма вхідними діями



Класифікація систем автоматичного керування за ступенем складності

□ **Багатоконтурні системи** — це системи, які мають два і більше замкнених контурів передачі дії



Подавання електродного дроту (контур 1)

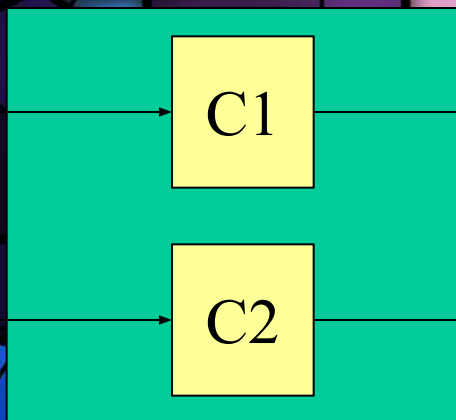
Подавання захисного газу (контур 2)

Джерело живлення (контур 3)

Обертання виробу (контур 4)

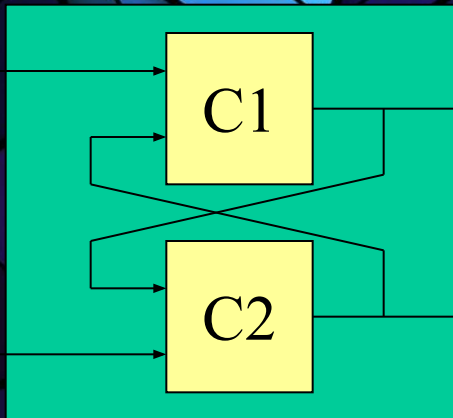
Класифікація систем автоматичного керування за ступінню складності

□ **Незв'язана система або система незв'язаного керування** — це система, яка містить кілька самостійних керуючих пристроїв, кожний з яких керує однією, незалежною від інших регульованих параметрів, величиною



Класифікація систем автоматичного керування за ступінню складності

□ **Зв'язна система або система зв'язаного керування** — система, яка містить внутрішні зв'язки між керованими величинами



Класифікація систем автоматичного керування за ступінню складності

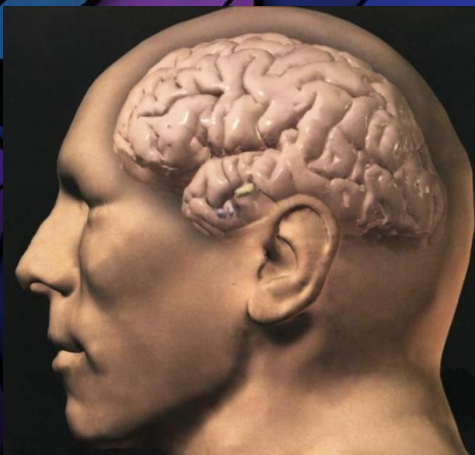
□ **Складні системи керування** — це

узагальнююча назва систем

□ які неможливо описати коректно математично

□ які містять велику кількість елементів, пов'язаних між собою невідомим чином

□ в яких невідома природа явищ, що відбуваються



Класифікація систем автоматичного керування за метою керування

За метою керування САР поділяють на такі групи:

- системи автоматичної стабілізації
- системи програмного керування
- слідкуючі системи
- екстремальні системи

Класифікація систем автоматичного керування за метою керування

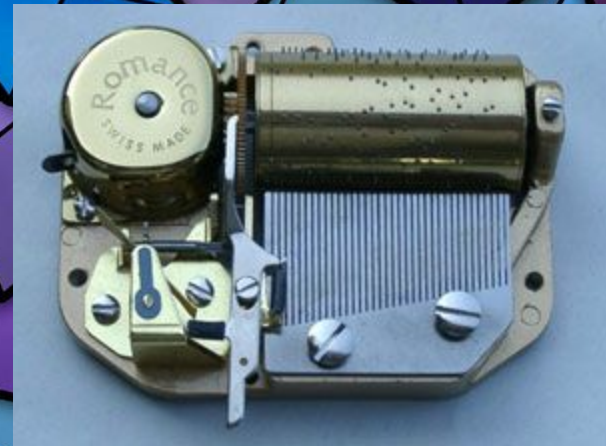
□ **Системи стабілізації** — підтримують з заданою точністю постійне значення керованої величини



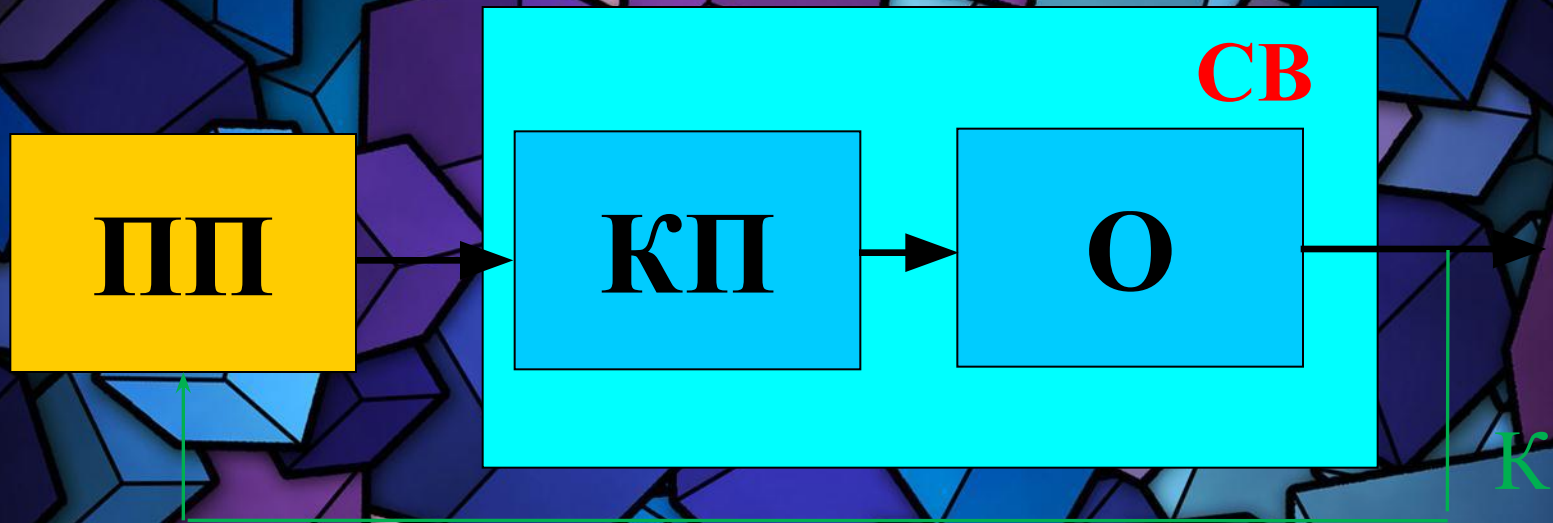
Класифікація систем автоматичного керування за метою керування

□ Системи програмного керування

автоматично змінюють з заданою точністю керовану величину за наперед заданим законом в функції часу або координат



Система программного керування



Класифікація систем автоматичного керування метою керування

□ **Слідкуючі системи** — автоматично змінюють з заданою точністю керовану величину у відповідності з наперед невідомою функцією часу, що визначається вхідною дією



Класифікація систем автоматичного керування за метою керування

□ **Екстремальні системи** — системи, в яких автоматично визначається і підтримується режим роботи, що характеризується екстремальним значенням показника якості



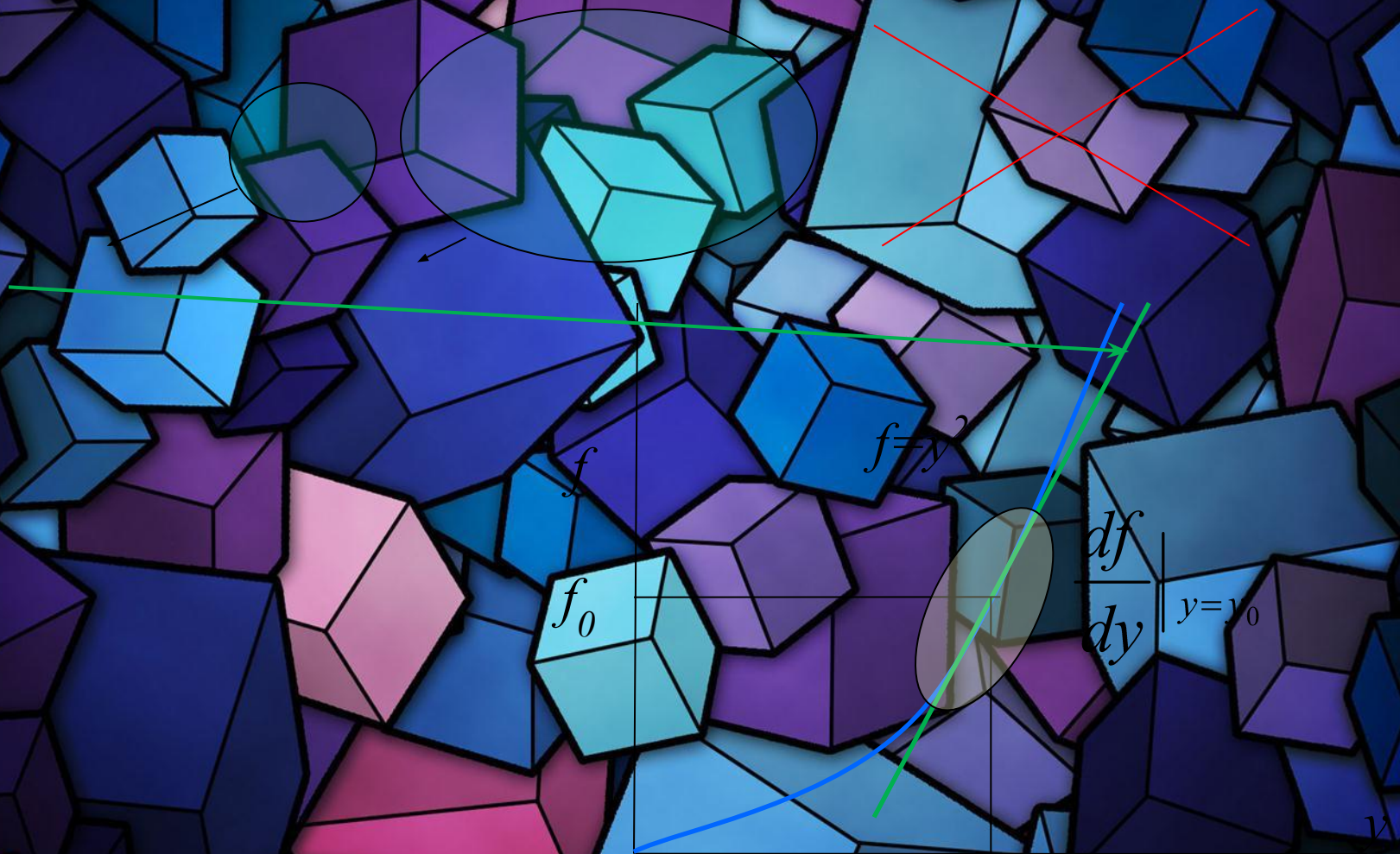
Класифікація систем САР за властивостями

□ ***Лінійні системи*** – системи, властивості яких не залежать від величини вхідної дії. Для лінійних систем справедливий принцип суперпозиції і гомогенності.

□ ***Нелінійні системи*** – системи, властивості яких залежать від величини вхідної дії. Для не лінійних систем принципи суперпозиції і гомогенності не виконуються.

Класифікація систем САР за властивостями

Лінеаризація системи автоматичного керування



Класифікація систем САР за властивостями

 **Стационарні системи** — це системи які не змінюють свої властивості з часом

 **Нестационарні системи (інша назва — зі змінними коефіцієнтами)** — це системи, що змінюють свої властивості з плином часу

Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

За характером протікання інформаційних процесів САР поділяють на

- системи неперервної дії
- дискретної дії:
 - релейні
 - імпульсні:
 - ✓ амплітудно-імпульсні
 - ✓ широтно-імпульсні
 - ✓ частотно-імпульсні
 - ✓ цифрові

Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

*↳ **Неперервні системи** — це системи, в яких зміна регульованої величини веде до неперервної передачі дії по всьому замкнутому колу. Неperервні системи мають також назву **аналогових систем**.*

Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

❖ Дискретні системи — це системи, в яких передається та перетворюється сигнал, квантований за рівнем або/і за часом.

Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

- ↳* Залежно від виду квантування розрізняють системи:
- релейні;
 - імпульсні;
 - цифрові.

Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

☞ Релейні системи - такі, до складу яких входить релейний елемент, завдяки якому регулююча дія на виході регулятора може приймати два або три постійних значення.

Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

➤ Імпульсні системи - системи, в яких сигнал квантується за часом (сигнал дискретний за часом) і керуюча дія видається у визначені моменти часу і відсутня в проміжках між ними.

Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

Амплітудно-імпульсні системи

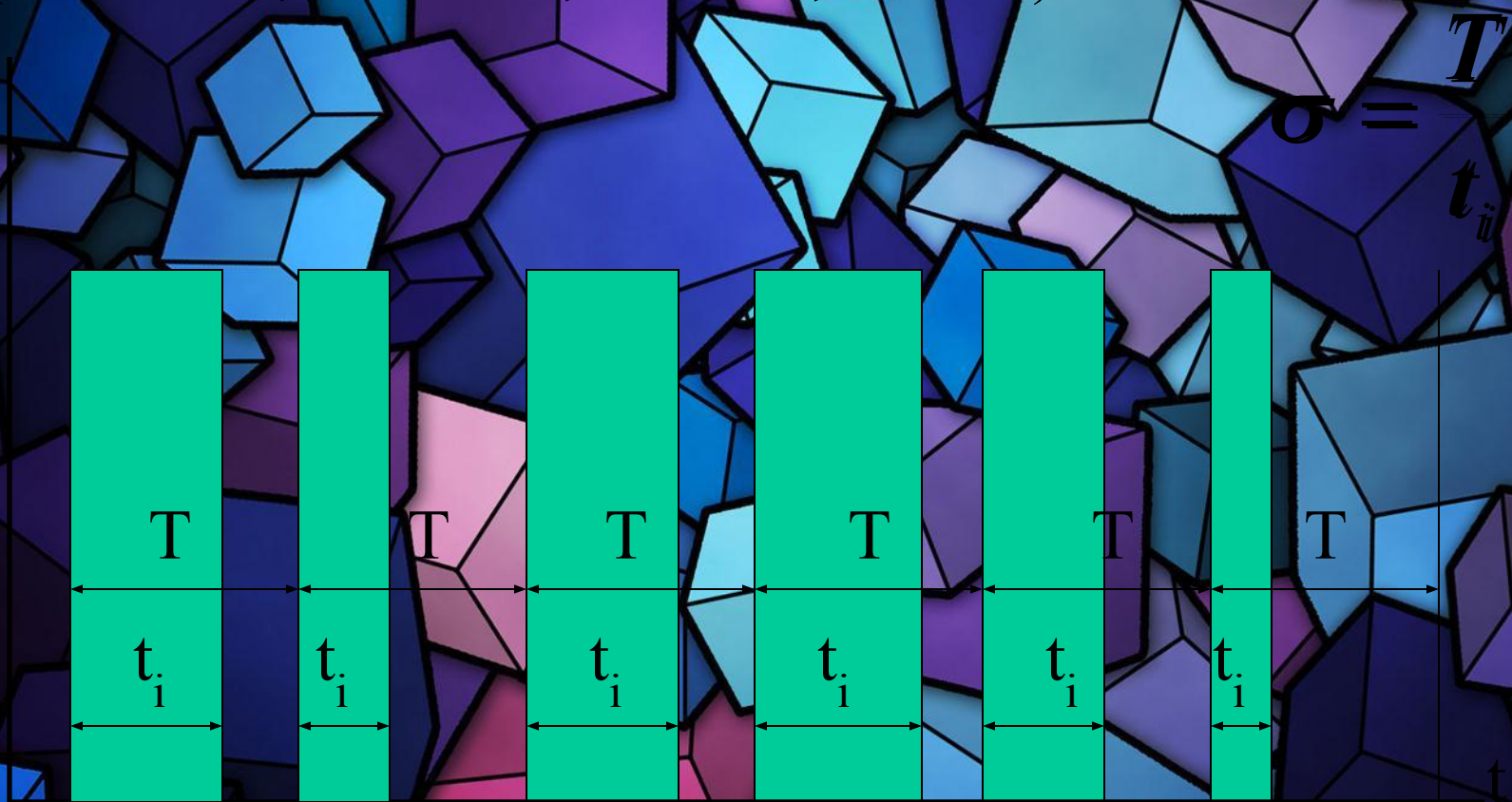
($A = \text{var}$, $T = \text{const}$, $f = \text{const}$, $\sigma = \text{const}$)



Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

Широкопоно-імпульсні системи

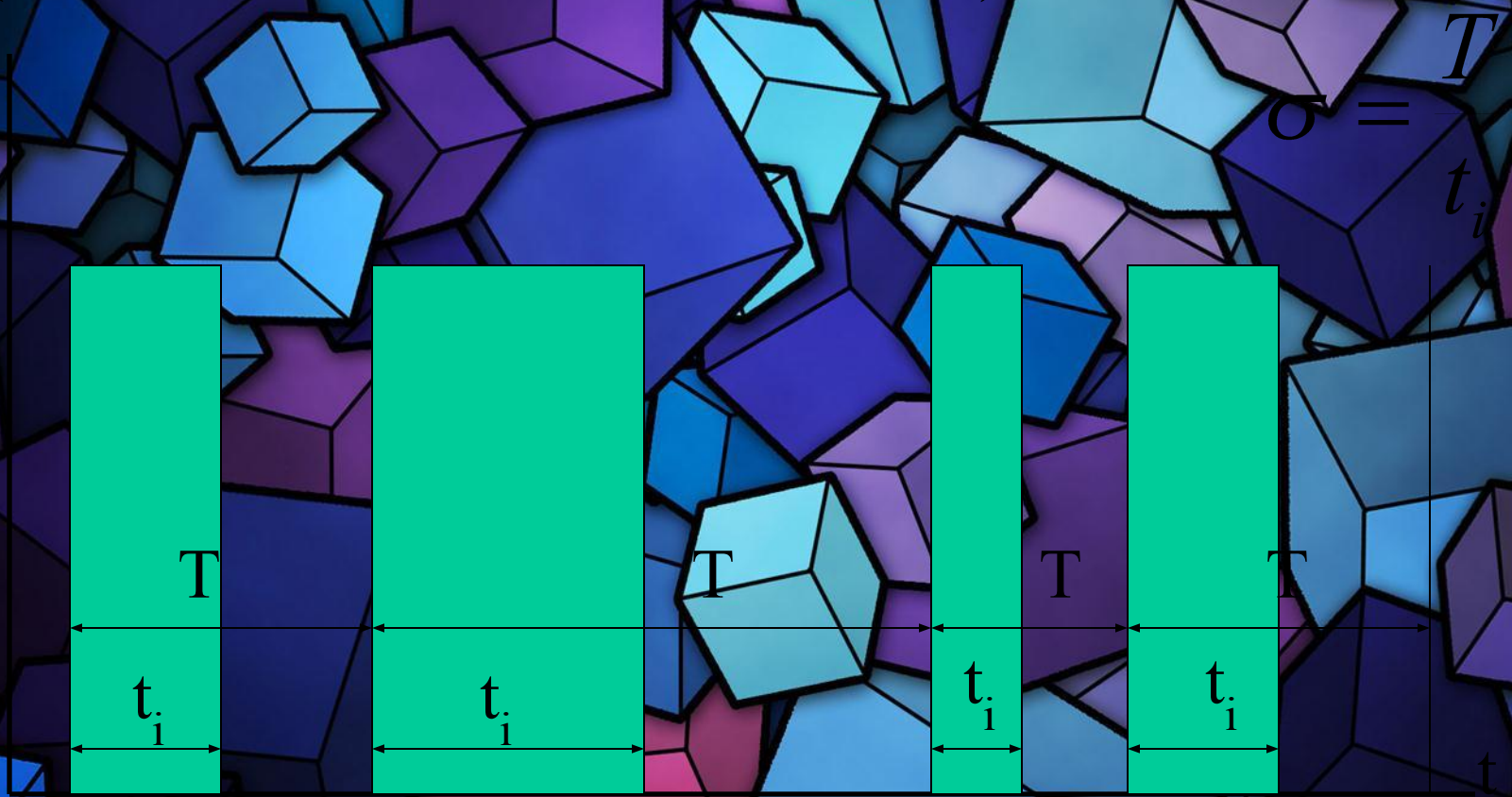
($A = \text{const}$, $T = \text{const}$, $f = \text{const}$, $\sigma = \text{var}$)



Класифікація систем САР за характером протікання інформаційних процесів

Амплітудно-імпульсні системи

($A = \text{const}$, $T = \text{var}$, $f = \text{var}$, $\sigma = \text{const}$)



Цифрова система керування

↳ Цифрові системи керування

системи в яких керуюча дія (сигнал) квантований за часом і за амплітудою, відображається у вигляді коду

Цифрова система керування

Вхідний сигнал
(цифровий)

Вихідний сигнал
(аналоговий)



T - період квантування

Цифрова система керування

Цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП, DAC) -

пристрій для перетворення цифрового коду в аналоговий сигнал.

Цифро-аналогові перетворювачі є інтерфейсом між дискретним цифровими і аналоговими сигналами

Цифрова система керування

➤ **Аналого-цифровий перетворювач (АЦП, ADC)** -

пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал у цифровий сигнал.

Аналогово-цифрові перетворювачі є інтерфейсом між аналоговими і дискретним цифровими сигналами.

Класифікація систем автоматичного керування за характером причинно-наслідкових зв'язків

Замкнуті системи — це системи автоматичного керування, в яких керування виробляється з урахуванням значення керованої величини, яке досягається в результаті керування



Класифікація систем автоматичного керування за характером причинно-наслідкових зв'язків

□ Розімкнуті системи — системи, в яких керуюча дія виробляється без урахування значення керованої величини, яке досягається в результаті керування



Аналіз систем автоматичного керування

Аналіз системи — дослідження САР з метою визначення ступеня їх відповідності вимогам, що висуваються



Аналіз систем автоматичного керування

□ ***Якість процесів регулювання*** — не узагальнена характеристика динамічних властивостей автоматичних систем, яка визначається поведінкою системи як в перехідних процесах, так і в усталеному режимі.

Аналіз систем автоматичного керування

□ **Статичний аналіз** — дослідження умов забезпечення рівноважних (усталених) станів, тобто статичної характеристики системи



Аналіз систем автоматичного керування

Динамічний аналіз — дослідження поведінки САР при порушенні рівноважного стану процесу.

U

t

Аналіз систем автоматичного керування

- **Задачі динамічного аналізу роботи САР:**
 - **оцінка стійкості системи;**
 - **визначення показників якості перехідного процесу;**
 - **визначення впливу параметрів елементів, які складають САР, на якісні показники перехідного процесу.**

Аналіз систем автоматичного керування

□ ***Типові дії*** — пробні входні дії, близькі до найбільш несприятливих зі всієї різноманітності можливих реальних дій для конкретної системи.

Аналіз систем автоматичного керування

□ **Ступінчаста дія** відсутня при $t < 0$ і зберігає постійні значення при $t \geq 0$, що відповідає математичному виразу:

$$x_{BX} = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0 \\ n & \text{при } t \geq 0 \end{cases}$$

x_{BX}
 n

$t=0$

t

Аналіз систем автоматичного керування

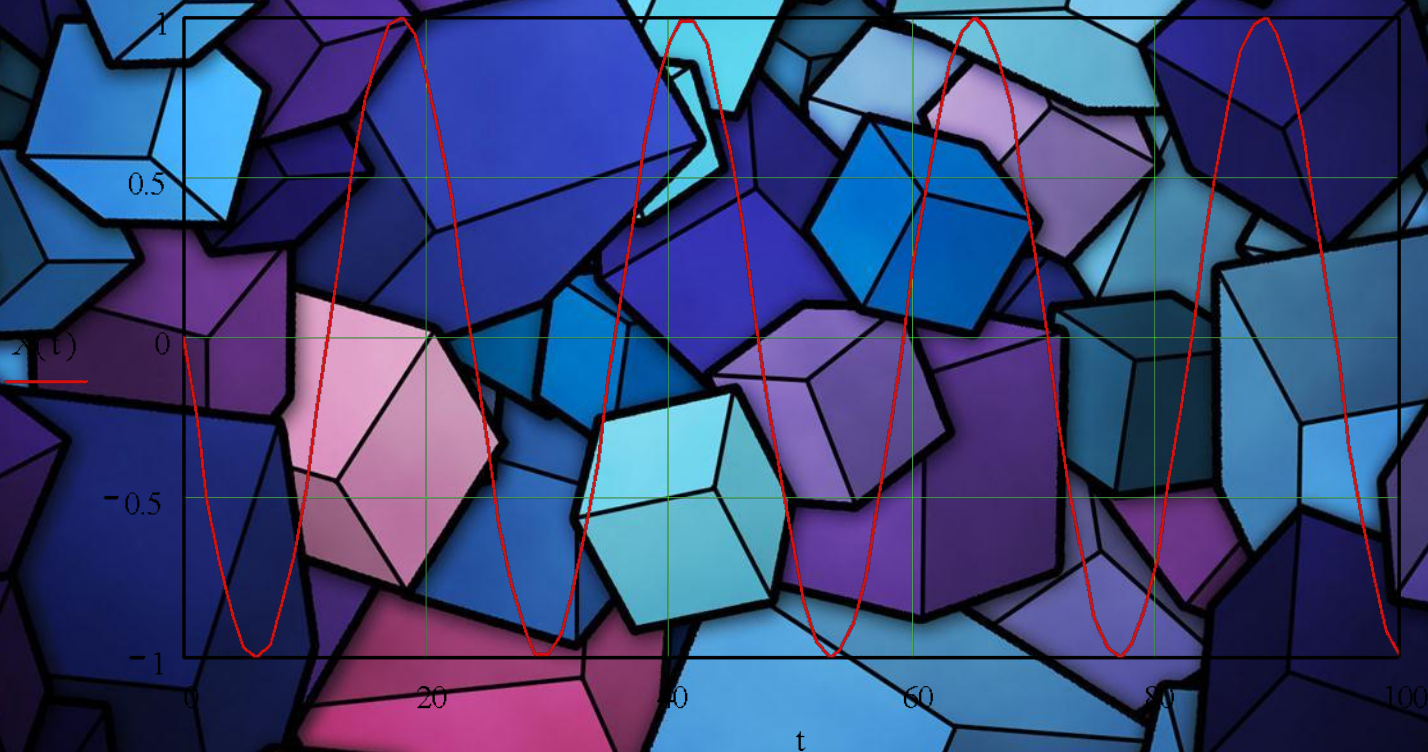
- ***δ -функція*** – імпульс нескінченно малої протяжності і нескінченно великої амплітуди

$$\int_{-a}^{+a} \delta(t) dt = 1$$

Аналіз систем автоматичного керування

□ **Гармонійна дія** – дія, що визначається виразом

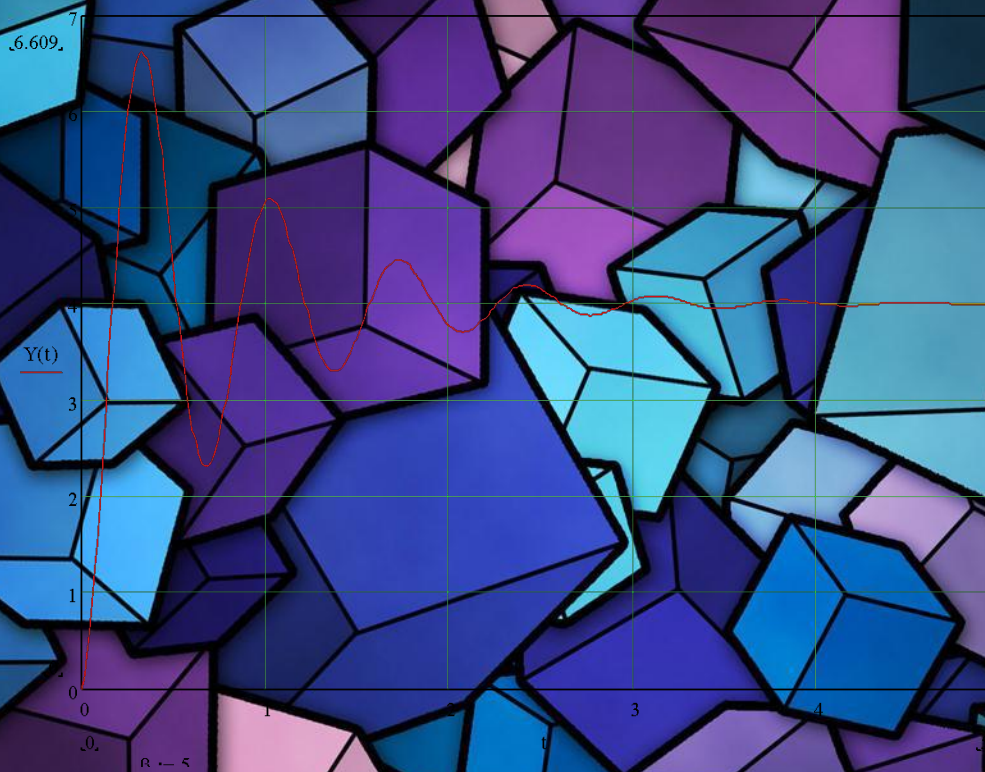
$$X_{вх} = a \cdot \sin \omega t$$



Показники якості статичних і динамічних властивостей систем

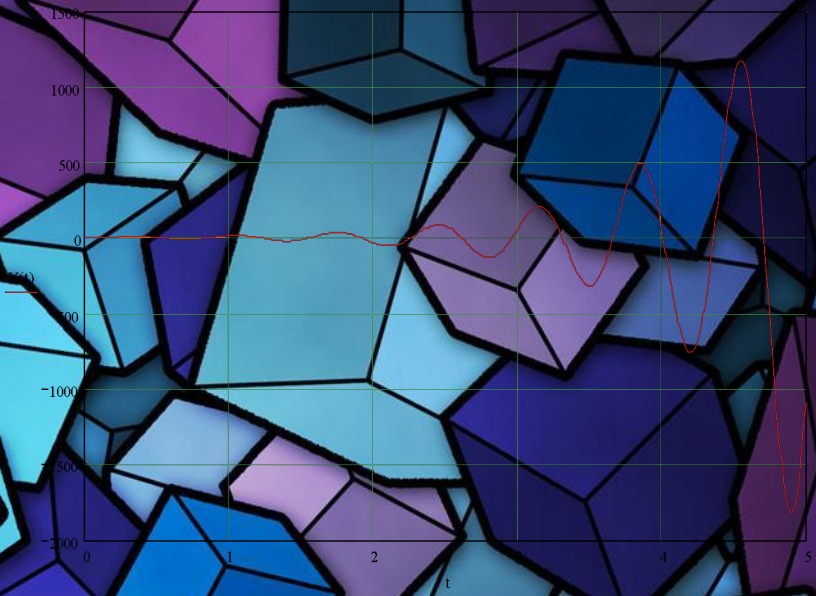
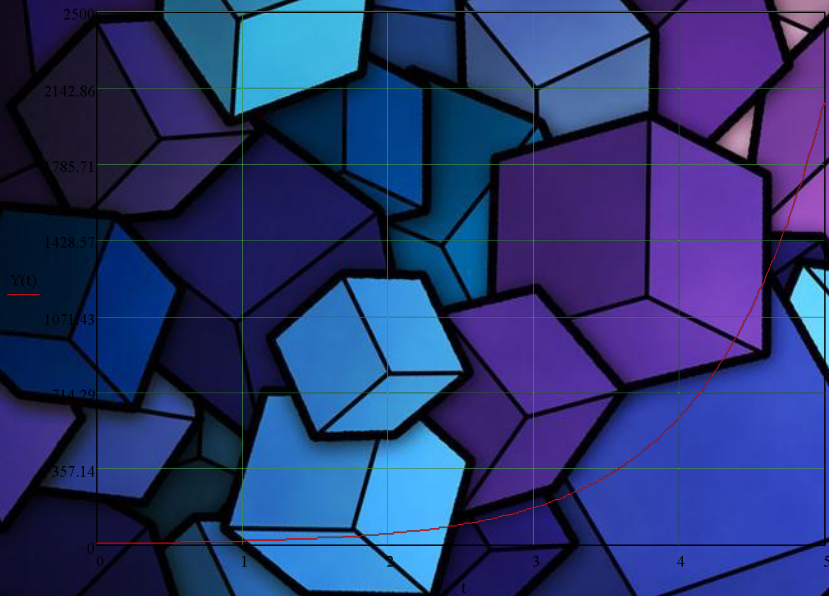
Стійкість системи керування — це обмежена реакція системи на обмежену вхідну дію

Показники якості статичних і динамічних властивостей систем



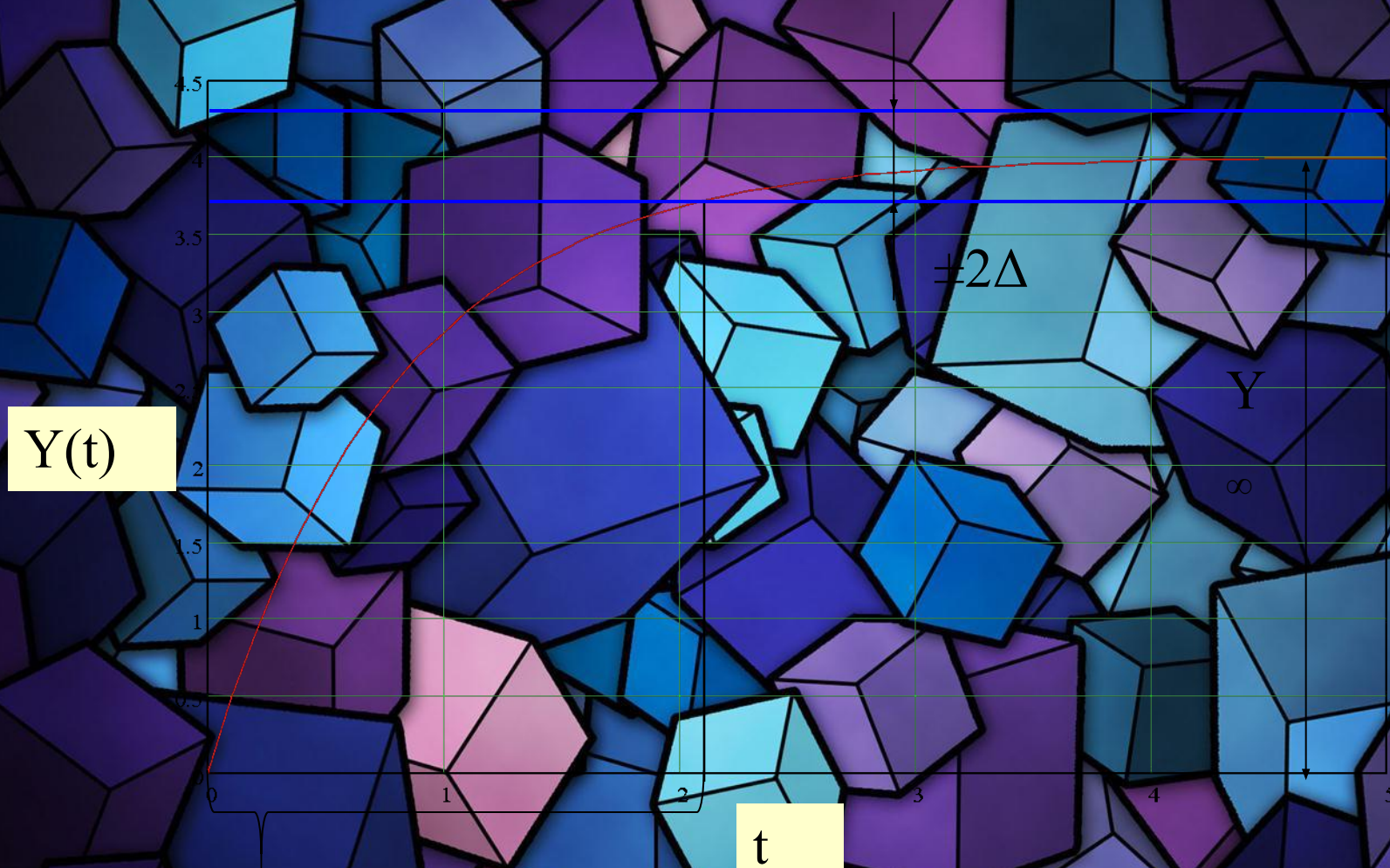
Наведено графік перехідного процесу стійкої системи.
З плином часу перехідний процес завершується.

Показники якості статичних і динамічних властивостей систем



Наведено графіки перехідних процесів не стійких систем. З плином часу перехідні процеси не завершуються. Зміна вихідної величини при цьому може відбуватись як аперіодично, так і коливально.

Показники якості статичних і динамічних властивостей систем



t_{Π} – час перехідного процесу

Показники якості статичних і динамічних властивостей систем

- Гармонійний коливальний процес характеризується
 - швидкістю
 - часом перехідного процесу
 - перерегулюванням
 - величиною періоду коливаний $T = 2\pi/\omega$,
 - логарифмічним декрементом затухання $D = \ln(A_n / A_{n+1})$

Показники якості статичних і динамічних властивостей систем

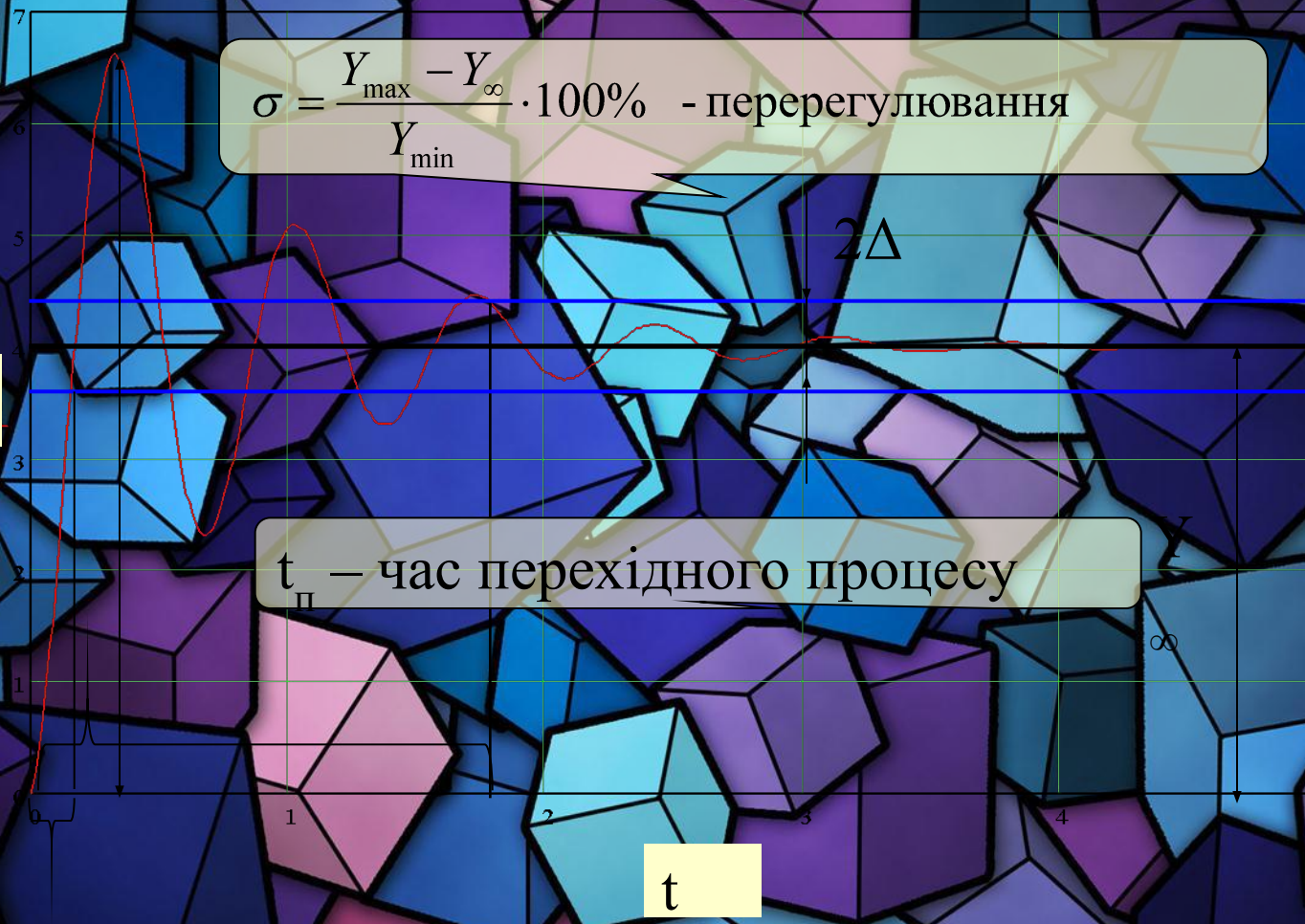
$$\sigma = \frac{Y_{\max} - Y_{\infty}}{Y_{\min}} \cdot 100\% \text{ - перерегулювання}$$

$Y(t)$

t_{II} – час перехідного процесу

t_{III} – швидкодія

t



Показники якості статичних і динамічних властивостей систем

□ **Точність відпрацювання задавальної дії**

визначається як різниця між заданим значенням регульованої величини і отриманим в процесі регулювання.

$$\varepsilon(t) = Y(t) - X(t)$$

Показники якості статичних і динамічних властивостей систем

□ Точність роботи в умовах дії збурень

визначається як різниця між значенням регульованої величини при відсутності збурень і значенням регульованої величини при наявності збурень.

$$\varepsilon(t) = Y(t) - Y(0)$$

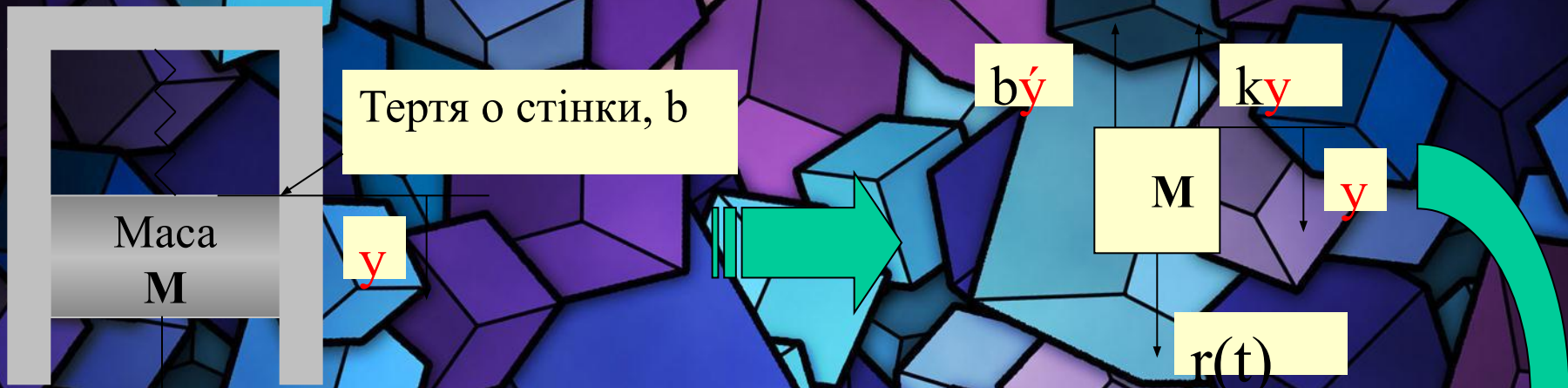
Показники якості статичних і динамічних властивостей систем

□ ***Статична похибка системи*** — відхилення керованої величини в сталому стані

□ ***Динамічна похибка*** — відхилення керованої величини в перехідному процесі від заданого (номінального) значення

Методи опису САК

Система пружина-маса з демпфуванням



$$M \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + b \frac{dy(t)}{dt} + ky(t) = r(t)$$

де y – зміщення
 r – зовнішня сила
 k – коефіцієнт пружності пружини;
 b – коефіцієнт тертя

$$y(t) = K_1 e^{-\alpha_1 \cdot t} \sin(\beta_1 \cdot t + \theta_1)$$

Методи опису САК

Система RLC - коло

Джере
ло

струм

$i(t)$

L

C

R



$$u(t) + C \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{L} \int u(t) dt = i(t)$$

де u – напруга
 i – струм
 R – активний опір
 C – ємність
 L – індуктивність

$$u(t) = K_2 e^{-\alpha_2 t} \sin(\beta_2 t + \theta_2)$$

Методи опису САК

Операційна форма рівнянь САК

Пряме перетворення Лапласа

Для функцій, що відповідають умові

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0 \\ \neq 0 & \text{при } t \geq 0 \end{cases}$$

можливо перетворення Лапласа

$$F(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-s \cdot t} dt, \quad s = \beta_0 + j\omega$$

або в символічному записі

$$F(s) \Rightarrow f(t).$$

Методи опису САК

Операційна форма рівнянь САК

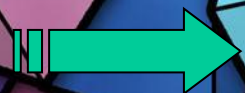
Зворотнє перетворення Лапласа

$$x(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\beta_0 - j\infty}^{\beta_0 + j\infty} F(s) e^{st} ds$$

$$F(s) = \frac{F_1(s)}{F_2(s)}$$



$$f(t) = \sum_{k=1}^n \frac{F_1(s_k)}{F_2'(s_k)} \cdot e^{s_k t}$$



$$F(s) = \frac{F_1(s)}{sF_2(s)}$$

$$f(t) = \frac{F_1(0)}{F_2'(0)} + \sum_{k=2}^n \frac{F_1(s_k)}{F_2'(s_k)} \cdot e^{s_k t}$$

Методи опису САК

Операційна форма рівнянь САК

□ **Передавальна функція системи автоматичного регулювання** – це відношення вихідної величини динамічної системи до вхідної, записаних у операційній формі при нульових початкових умовах:

$$W(s) = \frac{X_{\text{вих}}(s)}{X_{\text{вх}}(s)}$$

Методи опису САК

□ **Ланка САК** - елемент САК, що розглядається з точки зору його динамічних властивостей і відбиває фізичні властивості реальних органів перетворювати або передавати в прямому напрямку сигнал.

Методи опису САК

Пропорційна ланка

Пропорційною називають ланку, в якій в кожний момент часу існує пропорційність між вихідною та вхідною величинами:

$$x_{вих}(t) = kx_{вх}(t)$$

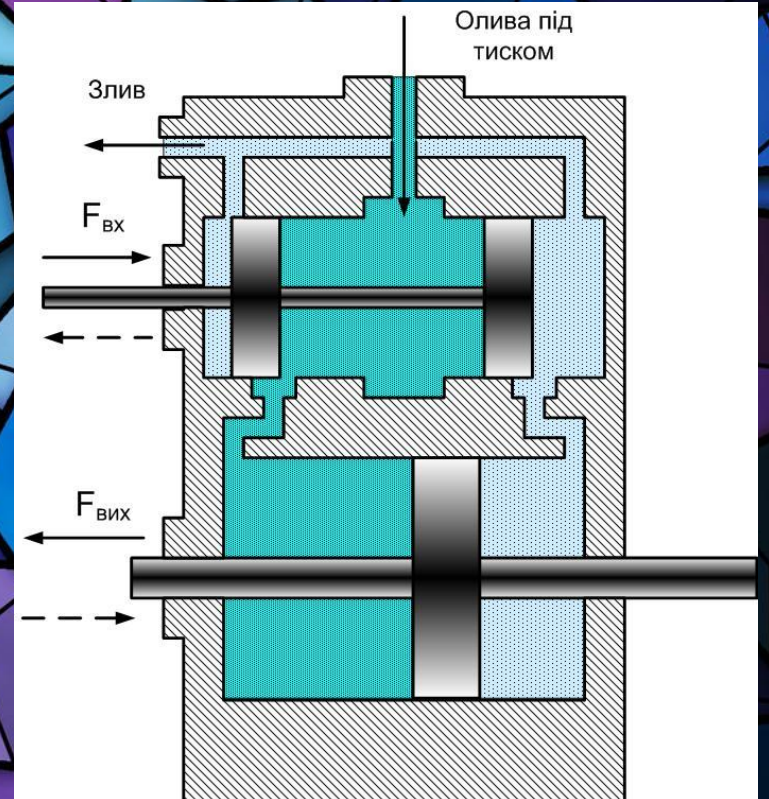
де k - коефіцієнт пропорційності (підсилення)

Передавальна функція пропорційної ланки:

$$W(s) = k$$

Методи опису САК

Пропорційна ланка



Методи опису САК

Аперіодична ланка

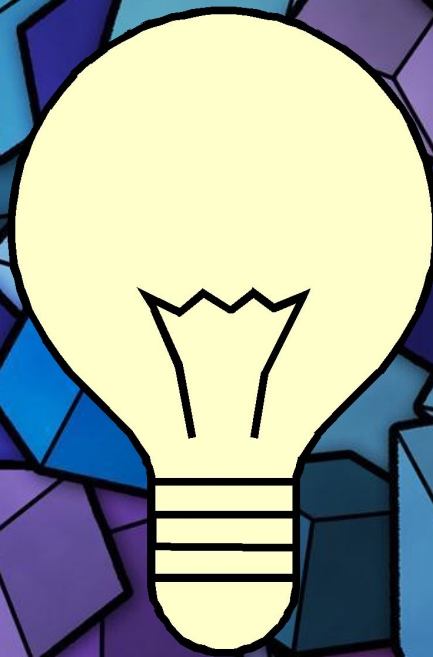
Аперіодичною (інерційною) називають ланку, в якій при подачі на вхід ступінчастої дії вихідна величина аперіодично прямує до нового усталеного значення. Передавальна функція аперіодичної ланки:

$$W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

де: T - постійна часу
 k - коефіцієнт передачі

Методи опису САК

Аперіодична ланка

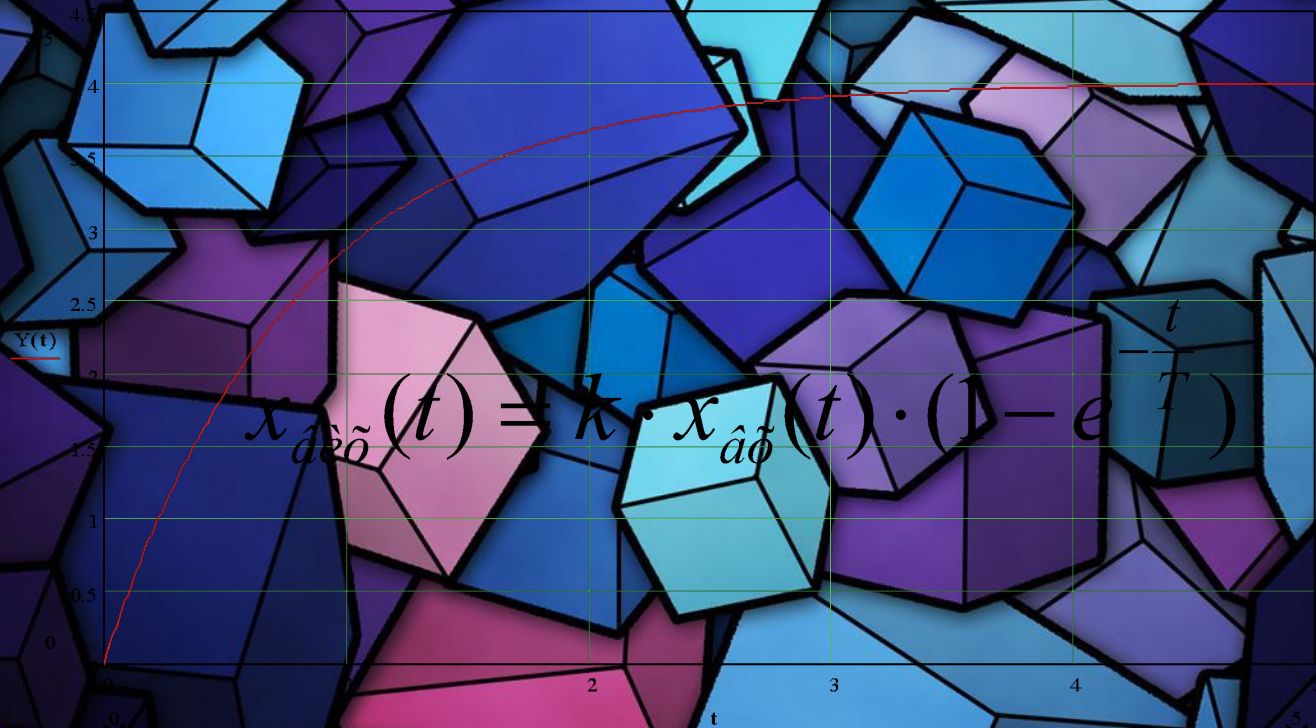


Методи опису САК

Аперіодична ланка

Диференціальне рівняння:

$$T \frac{dx_{\text{ао}}(t)}{dt} + x_{\text{ао}}(t) = kx_{\text{ао}}(t)$$



$$x_{\text{ао}}(t) = k \cdot x_{\text{ао}}(t) \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

Методи опису САК

Коливальна ланка

Коливальною називають ланку, в якій при одержанні на вході ступінчастої дії вихідна величина прямує до нового сталого значення, здійснюючі згасаючі коливання. Передавальна функція коливальної ланки:

$$W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}$$

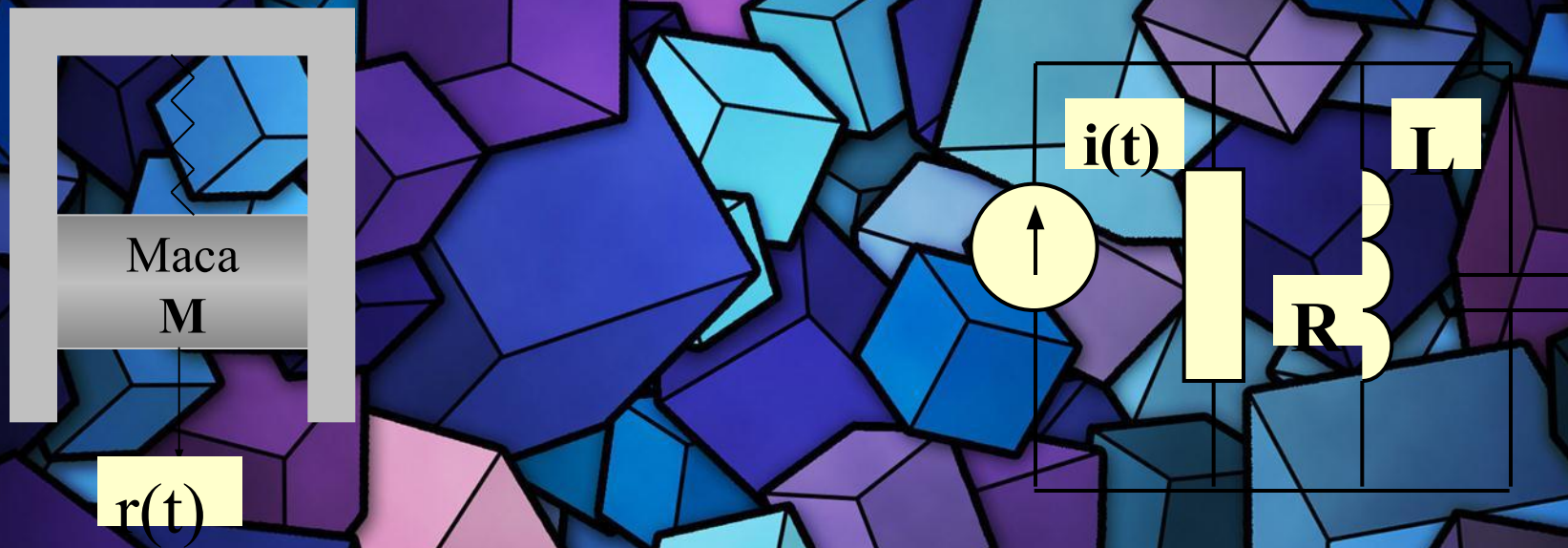
де: T - постійна часу

k - коефіцієнт передачі

ξ - коефіцієнт коливальності

Методи опису САК

Коливалъна ланка

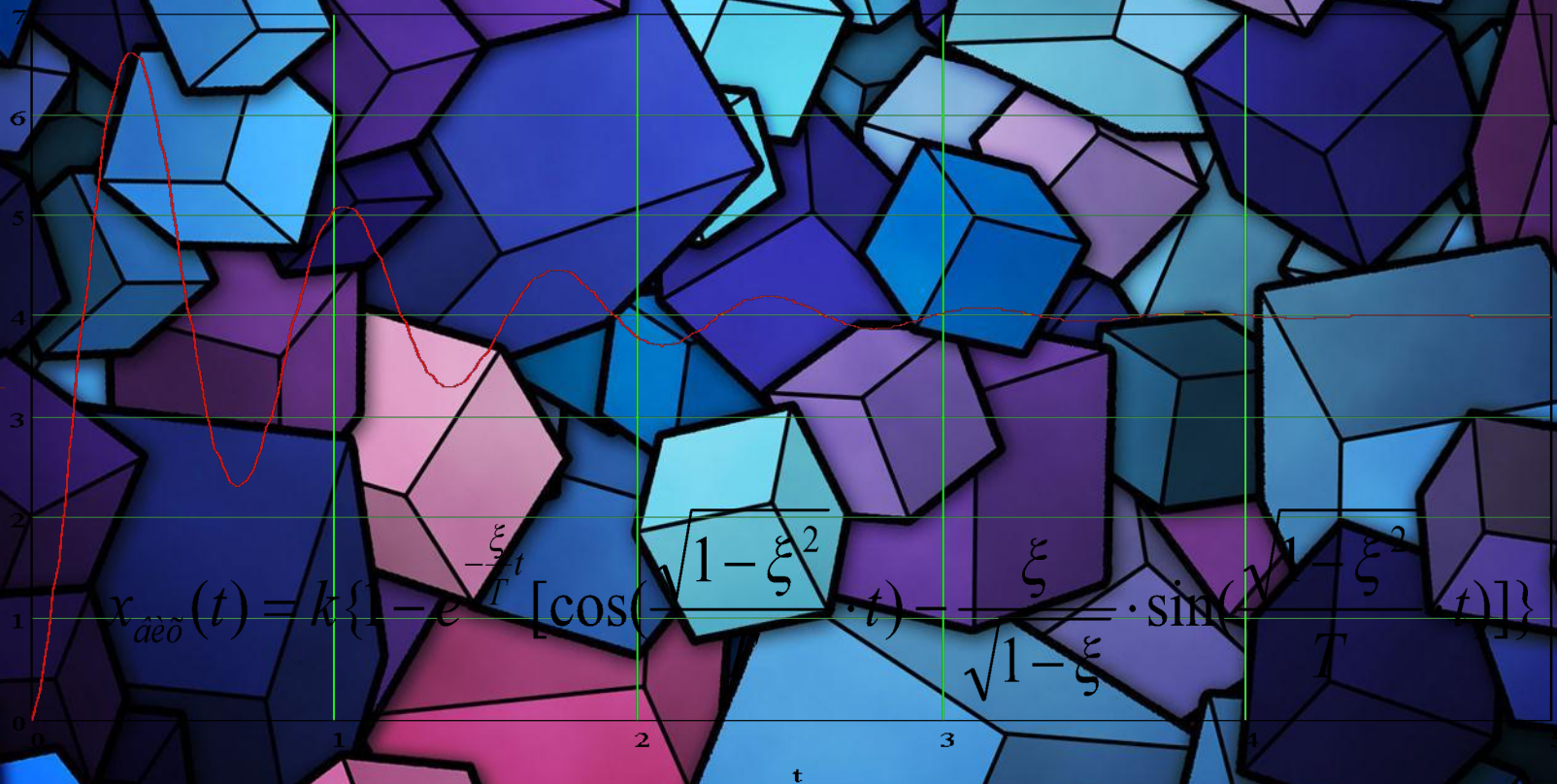


Методи опису САК

Коливальна ланка

Диференціальне рівняння:

$$T^2 \frac{d^2 x_{a\ddot{e}o}(t)}{dt^2} + 2\xi T \frac{dx_{a\ddot{e}o}(t)}{dt} + x_{a\ddot{e}o}(t) = kx_{io}(t)$$



Методи опису САК

Диференціююча ланка

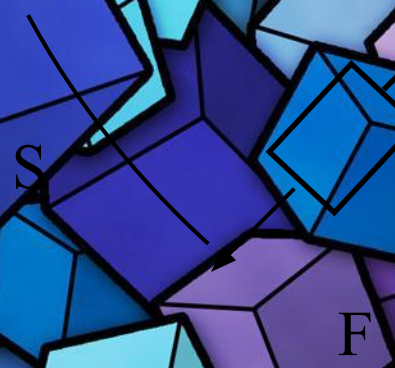
Диференціюючою називають ланку, в якій вихідна величина пропорційна швидкості зміни вхідної.

Передавальна функція диференціюючої ланки:

$$W(s) = k \cdot s$$

Методи опису САК

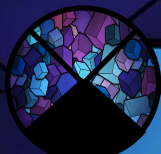
Диференцијуюча ланка



Передбачуваний функцій системи САР

Суматор

Вузел



$W_{\text{вв}}(s)$

$$W_1(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{b_0 \cdot s^m + b_1 \cdot s^{m-1} + \dots + b_{m-1} \cdot s + b_m}{a_0 \cdot s^n + a_1 \cdot s^{n-1} + \dots + a_{n-1} \cdot s + a_n}$$

$W_3(s)$

Зв'язок

Ланка

Основні задачі, що вирішуються при автоматизації зварювальних процесів

МЕТОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ Є ОДЕРЖАННЯ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ З НЕОБХІДНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ПРИ НАЙВИЩИХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКАХ БЕЗ БЕЗПОСЕРЕДНЬОЇ УЧАСТІ ЛЮДИНИ.

Мета і завдання автоматизації зварювальних процесів

□ **Забезпечення заданої якості
зварних з'єднань і її **стабілізація** в
межах усієї партії однотипних
виробів**



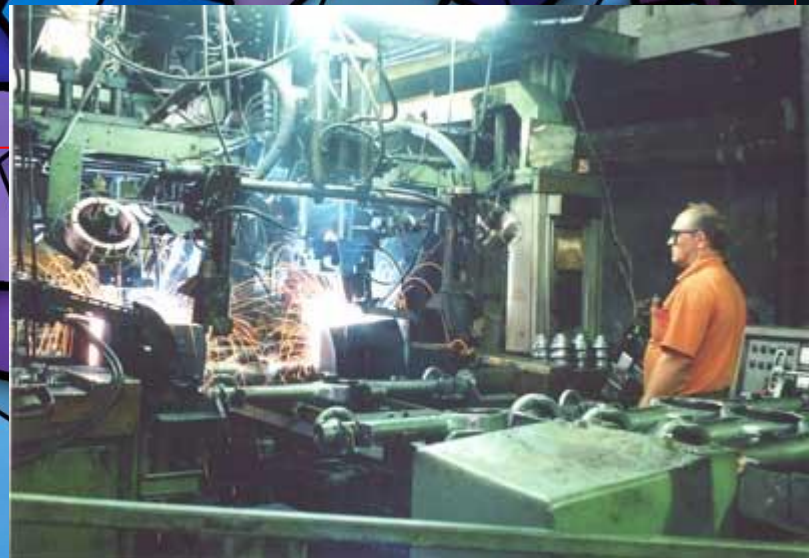
Мета і завдання автоматизації зварювальних процесів

□ Впровадження у виробництво високоефективних технологічних процесів зварювання, керувати якими людина неспроможна **фізіологічно**



Мета і завдання автоматизації зварювальних процесів

□ Підвищення продуктивності
зварювальних **робіт**, економія
робочого часу, трудових,
енергетичних і матеріальних
ресурсів

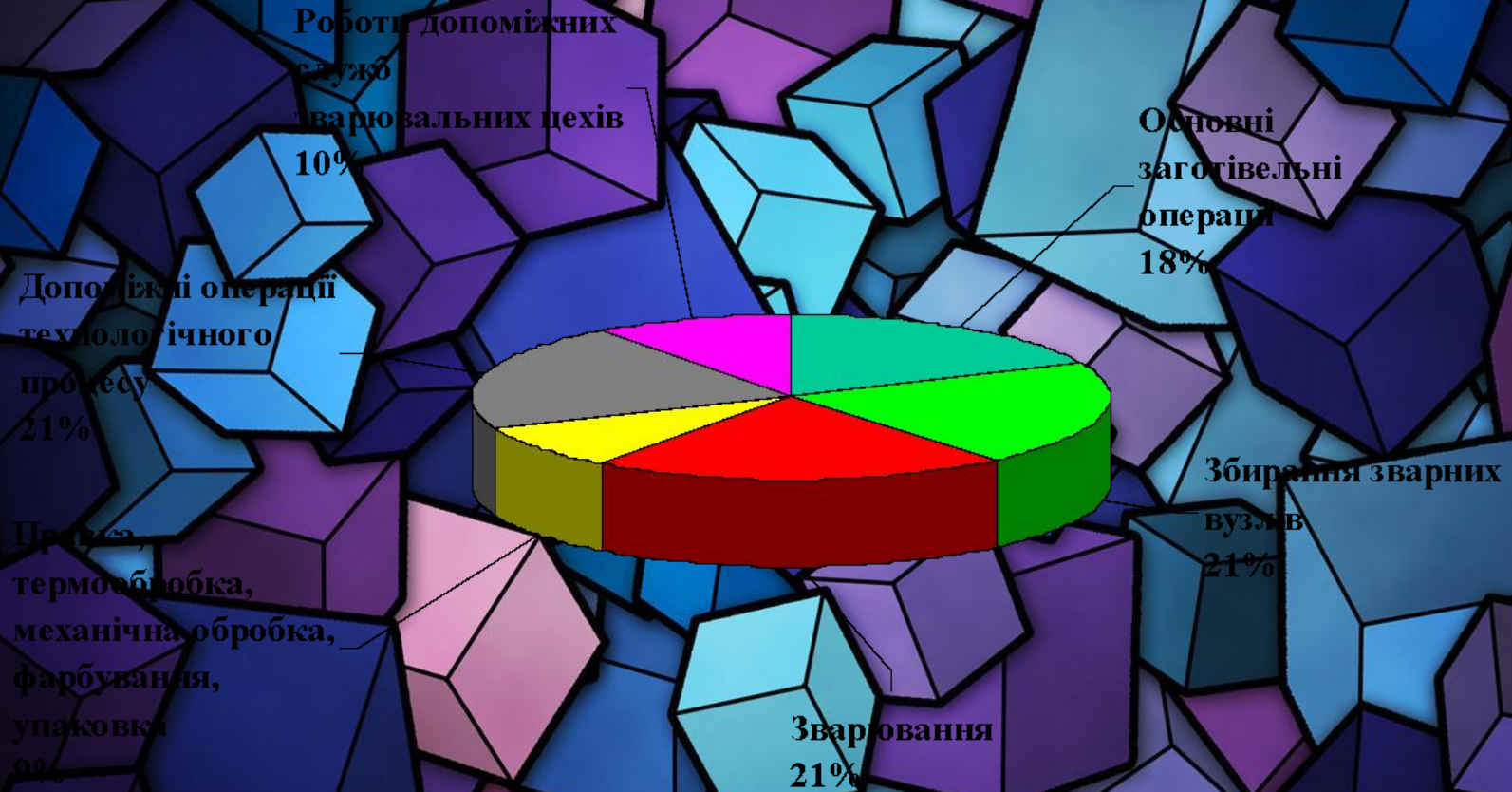


Мета і завдання автоматизації зварювальних процесів

□ Звільнення людини від **безпосереднього** виконання функцій керування зварювальними процесами



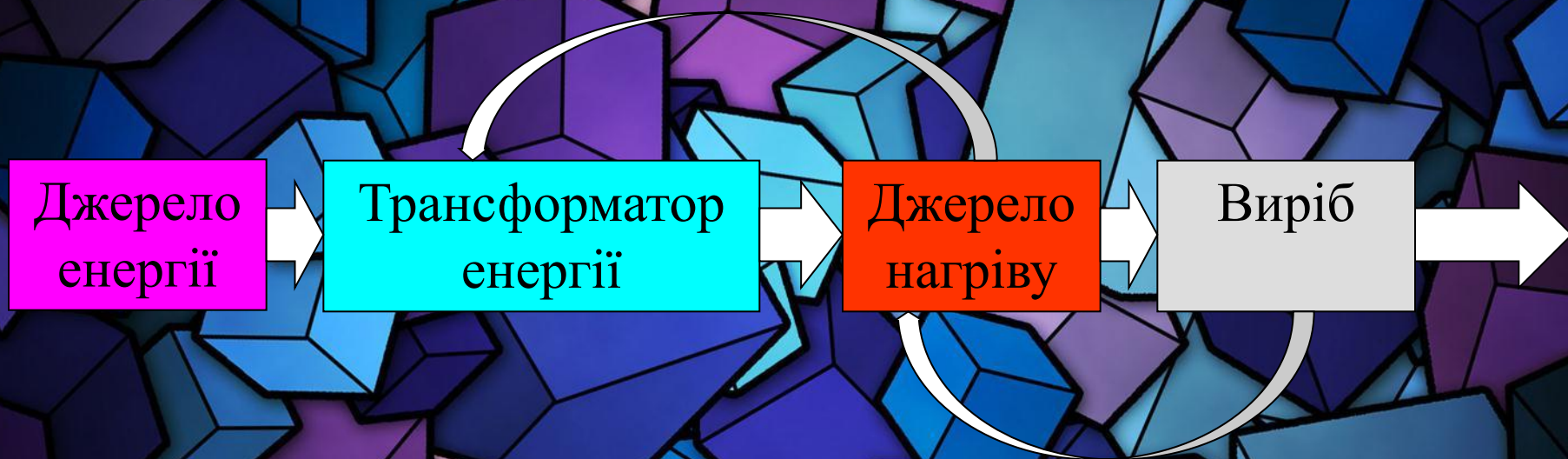
Структура трудомісткості зварювальних цехів



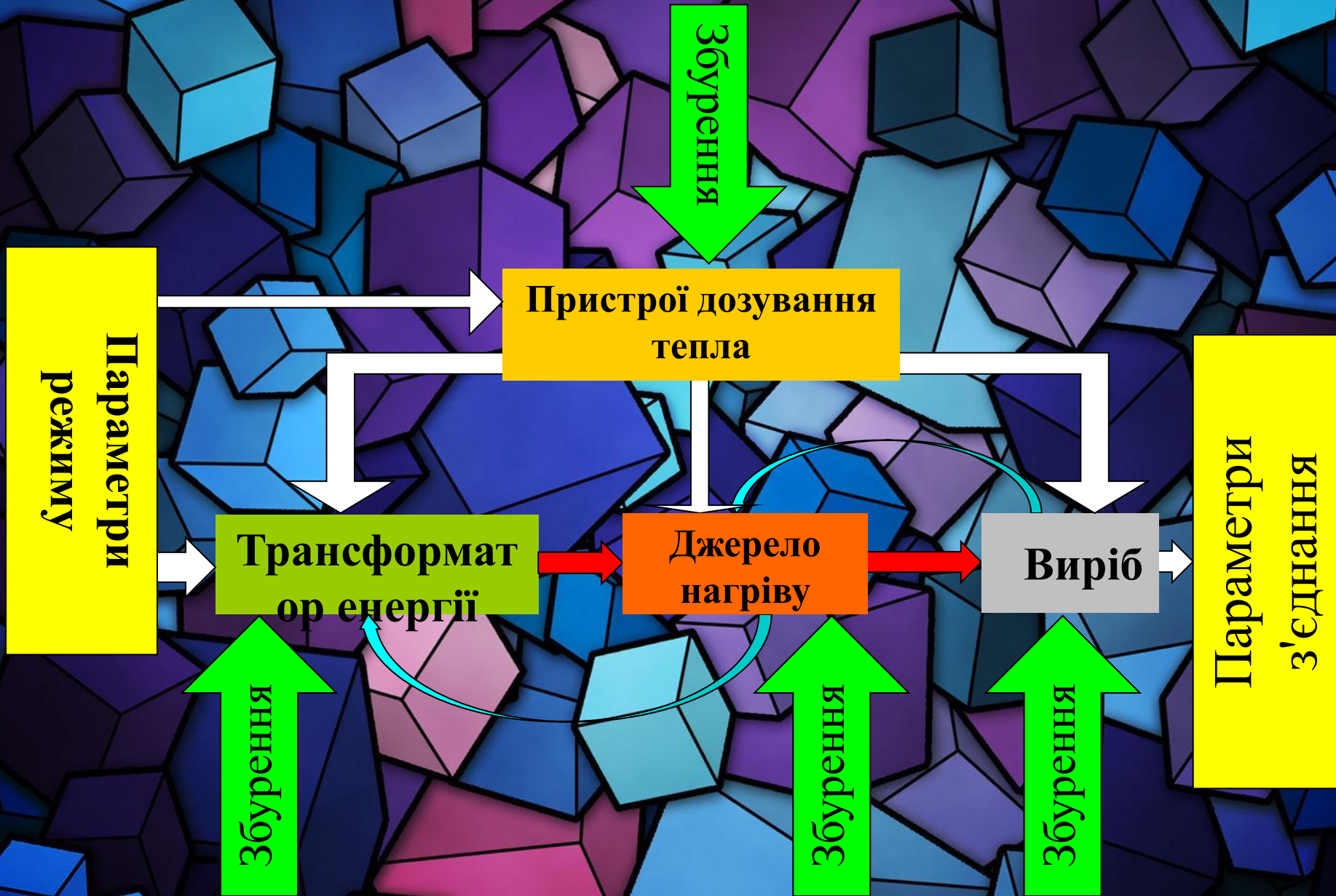
ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРИ ЗВАРЮВАННІ

□ *Об'єкт автоматичного керування при зварюванні* — процес формування зварного з'єднання

ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРИ ЗВАРЮВАННІ



Узагальнена функціональна схема ТПЗ



ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ



Енергетичні параметри

характеризують внесок енергії в процес утворення зварного з'єднання

ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

□ **Кінематичні і геометричні параметри** характеризують просторове переміщення або положення джерела нагрівання відносно виробу

ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

□ Технологічні параметри

характеризують умови формування і кристалізації зварних швів, перенесення електродного металу

ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

□ *Джерелами енергетичних і кінематичних збурень* є промислова мережа і власне зварювальне устаткування: джерела живлення, апаратура керування, приводи подавання електрода, переміщення та інше

ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

□ **Джерелами технологічних збурень** є недосконалість технології підготовки заготовок та їх складання, технологія зварювання, зовнішні впливи

ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

ВХІДНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ

Параметри режиму

Напруга, струм, питома потужність джерела нагрівання; температура виробу; зусилля осадки; тривалість окремих операцій процесу та ін.

Збурення

Коливання напруги в мережі; зусилля на електродах; зміни опору зварювального кола; умов підведення, відведення тепла; нестабільність тривалості окремих операцій зварювального процесу та ін.

ЕНЕРГЕТИЧНІ

КІНЕМАТИЧНІ та ГЕОМЕТРИЧНІ

Швидкість подавання електрода; швидкість оплавлення і осадки; амплітуда і частота поперечних коливань електрода; швидкість переміщення виробу відносно джерела нагрівання; виліт і кут нахилу електрода та ін.

Відхилення електрода від осі стику; "магнітне дуття", коливання довжини дуги; нестабільність швидкостей подавання електрода та зварювання; зміни вильоту електрода та ін.

ТЕХНОЛОГІЧНІ

Діаметр електрода; форма і розміри підготовки кромки; проміжок між зварюваними деталями; виліт і кут нахилу електрода; розташування шва у просторі; спосіб захисту розплавленого металу та ін.

Зміна проміжку в стику; перевищення кромки; шунтування зварювального струму за точкового зварювання; нестабільність контактних опорів та ін.



Кінець