

Дисципліна

**Автоматика раннього виявлення
надзвичайних ситуацій**

- Дисципліни, що забезпечують:
вища математика, теоретична механіка, теорія механізмів і деталей машин, технічна термодинаміка і теплопередача, гідравліка, електротехніка, інформатика.
- Дисципліни, що забезпечуються:
сучасні системи пожежної автоматики, засоби автоматичного протипожежного захисту.

В результаті вивчення дисципліни необхідно:

- **ЗНАТИ:**
- основні поняття пожежної автоматики;
- принципи дії, характеристики та особливості конструктивного виконання елементів систем пожежної автоматики;
- структура, принципи керування типових пожежних автоматичних систем
- методи розрахунку характеристик лінійних моделей пожежних автоматичних систем.

В результаті вивчення дисципліни необхідно:

- **УМІТИ:**
- складати лінійні математичні моделі пожежних автоматичних систем, виконувати розрахунок їх параметрів;
- складати структурні, функціональні схеми пожежних автоматичних систем;
- виконувати математичний аналіз і синтез пожежних автоматичних систем по їхніх функціональних моделях, аналізувати їх роботу у різних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

Література основна:

1. Абрамов Ю.О. Основи пожежної автоматики
Харков АПБУ, 1993 р.

Література додаткова для самостійної роботи:

1. Автоматика для запобігання вибухам і пожежам.
Посібник./
Дерев'янку О.А. та інш. – Харків: АЦЗУ, 2006.–279с.

Тема 1. Принципи побудови автоматичних систем контролю та спостереження

Лекція 1

Загальні відомості про системи автоматичного контролю та спостереження.

Основні поняття, визначення, структурні схеми

1.1. ВСТУП

Пожежна та виробнича автоматика – сукупність технічних елементів та пристроїв, що виявляють і гасять пожежу без участі людини.

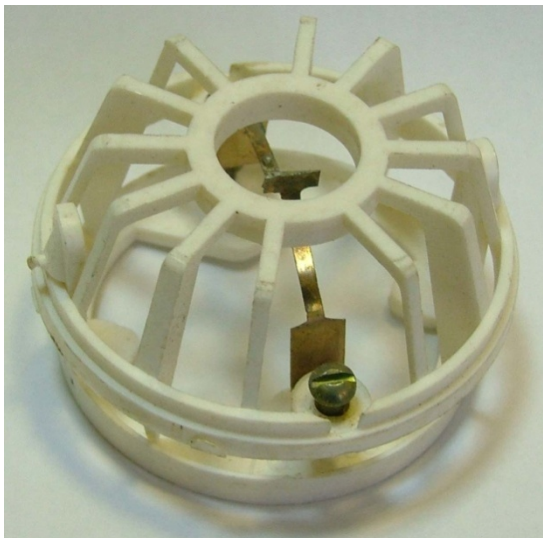
Робота пристроїв пожежної і виробничої автоматики буває часто пов'язана з контролем стану технологічних параметрів, або управлінням автоматичними протипожежними системами.

Склад установок та систем пожежної та виробничої автоматики:

- системи сповіщення про пожежу і управління евакуацією;
- системи димовиделення СДВ;
- автоматичні установки пожежогасіння АУПГ;
- системи пожежної сигналізації СПС.

Приклади пожежної автоматики

Приклади СП



ИП-104

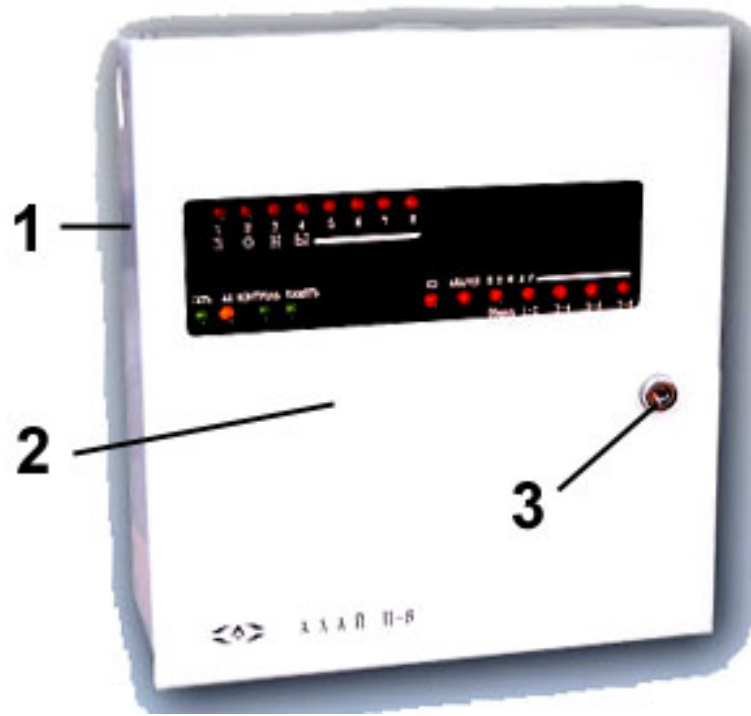


ИП-212

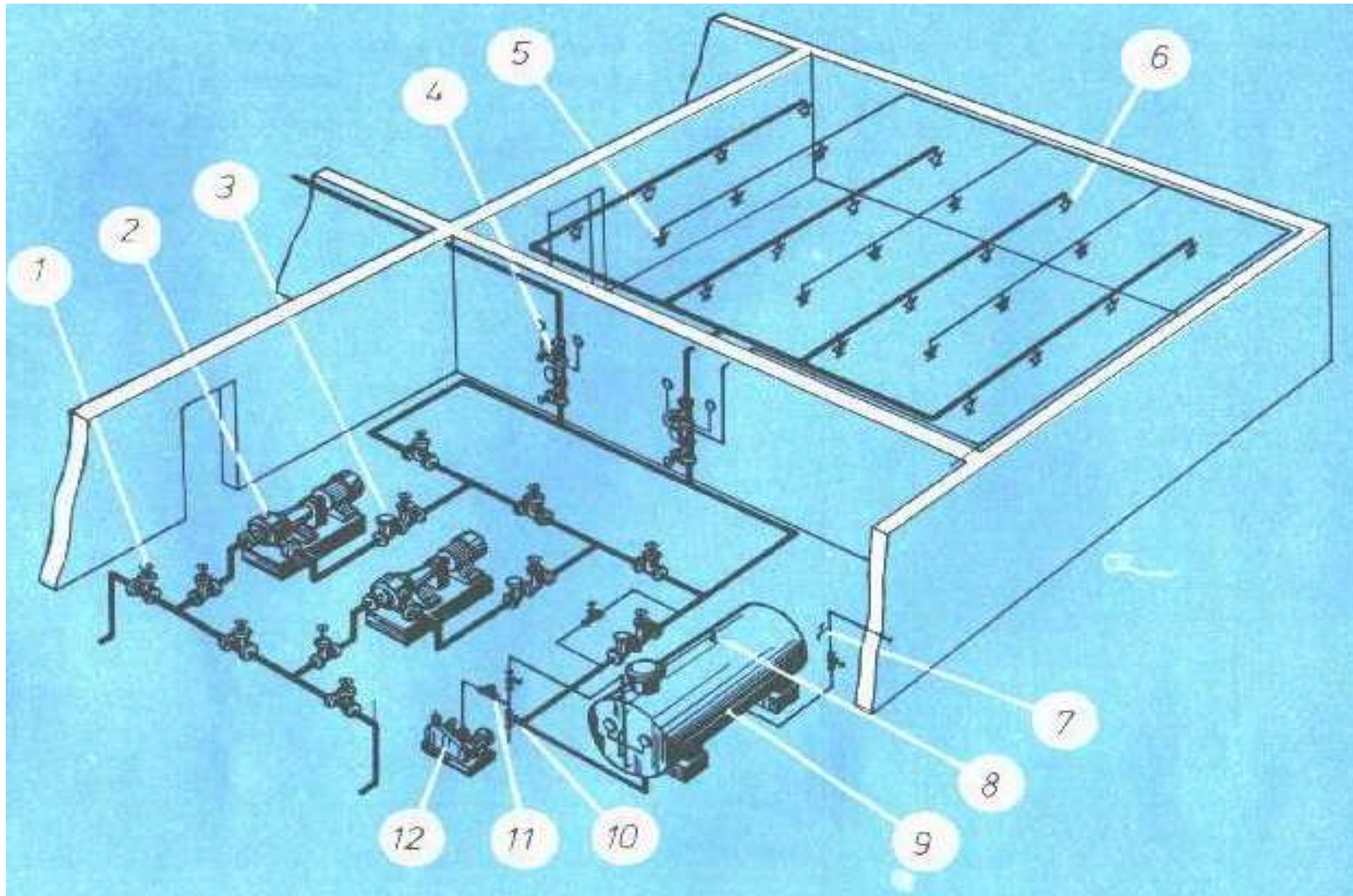


ИП-329

ППКП "Алай П-8"



Водяні системи гасіння пожежі



Основні елементи установок водяного гасіння



- зрошувачі;
- розподільча мережа;

- вузли керування;
- автоматичний ВОДОЖИВИЛЬНИК;
- насоси підвищувачі.

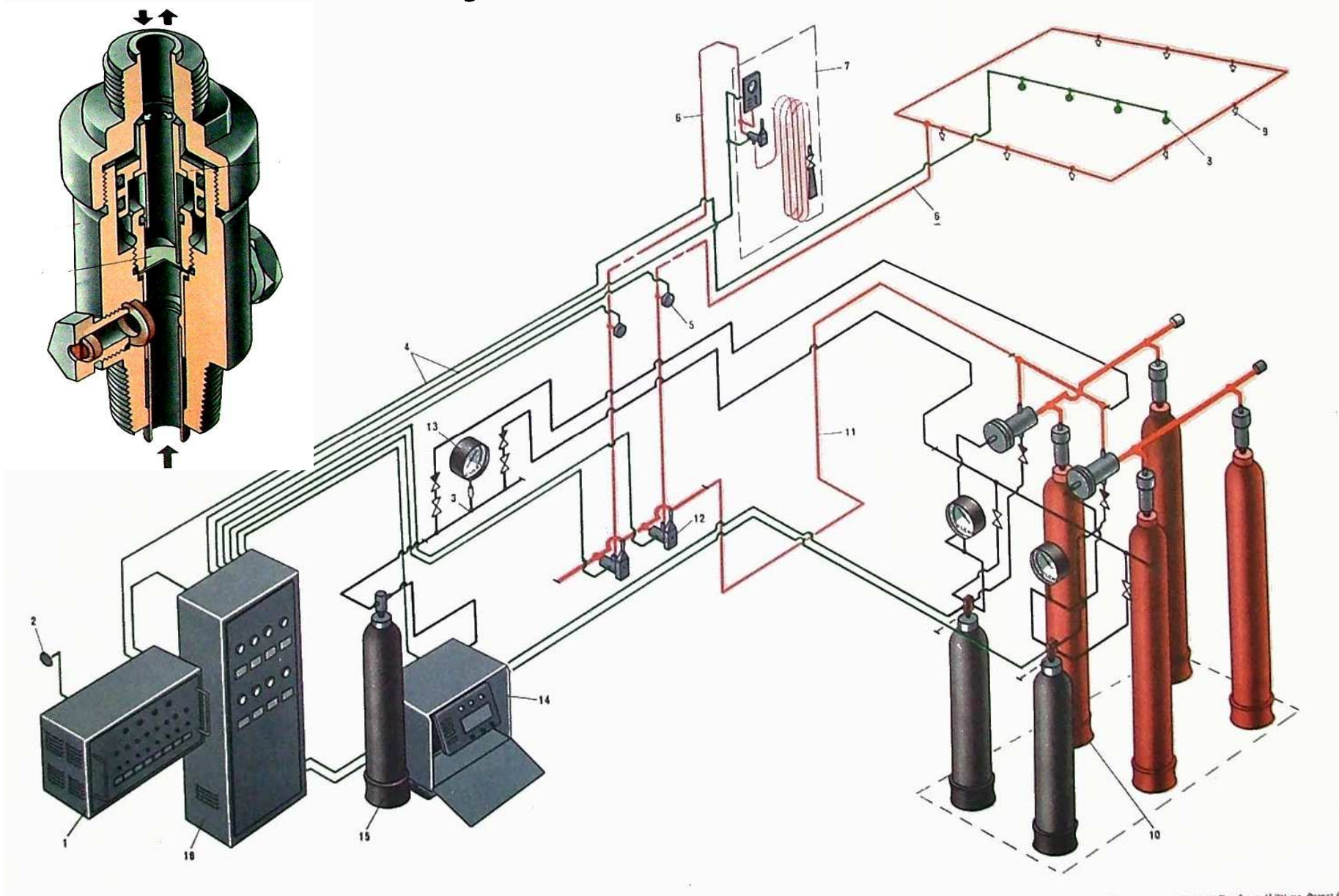




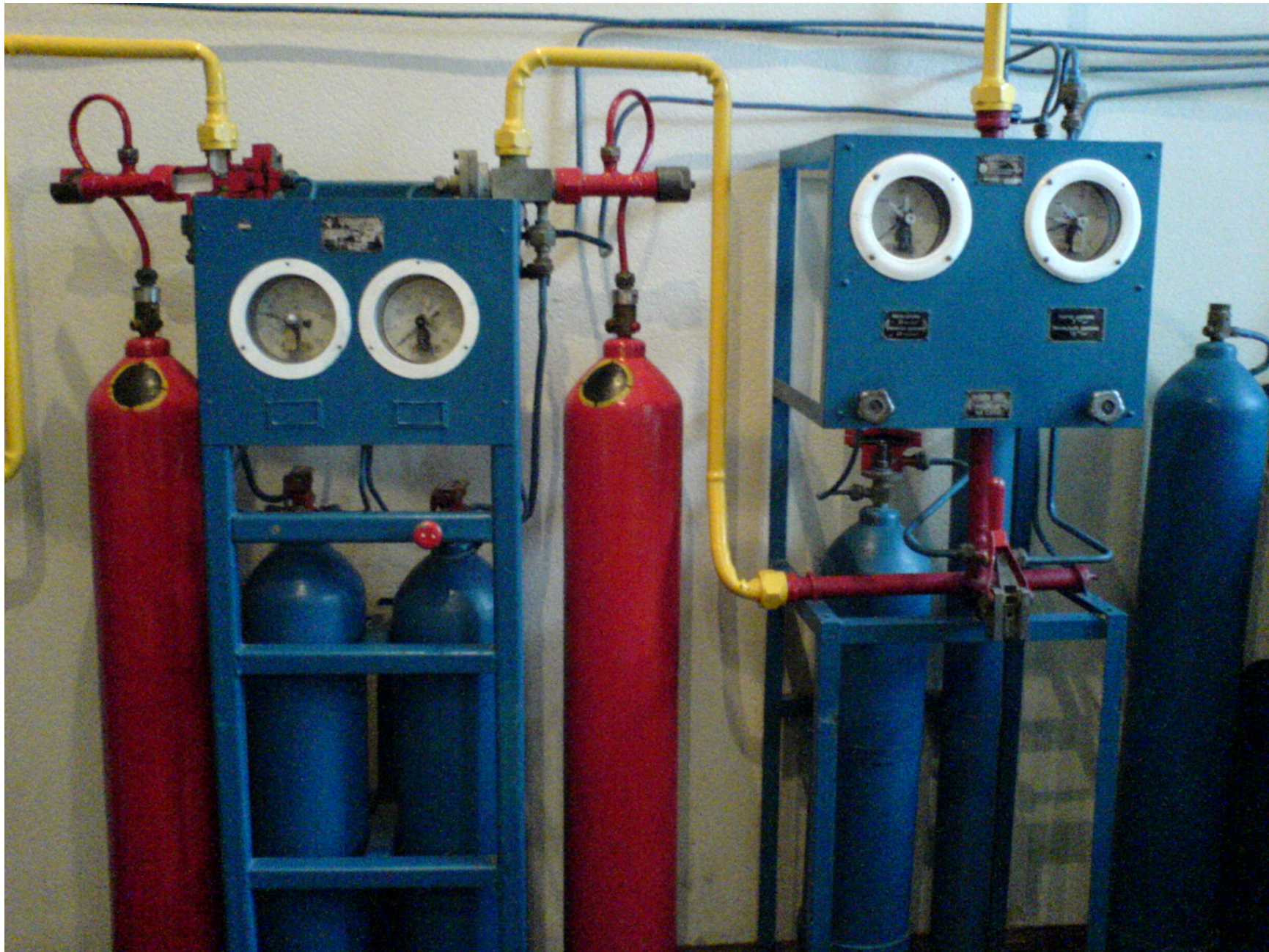




Газові установки

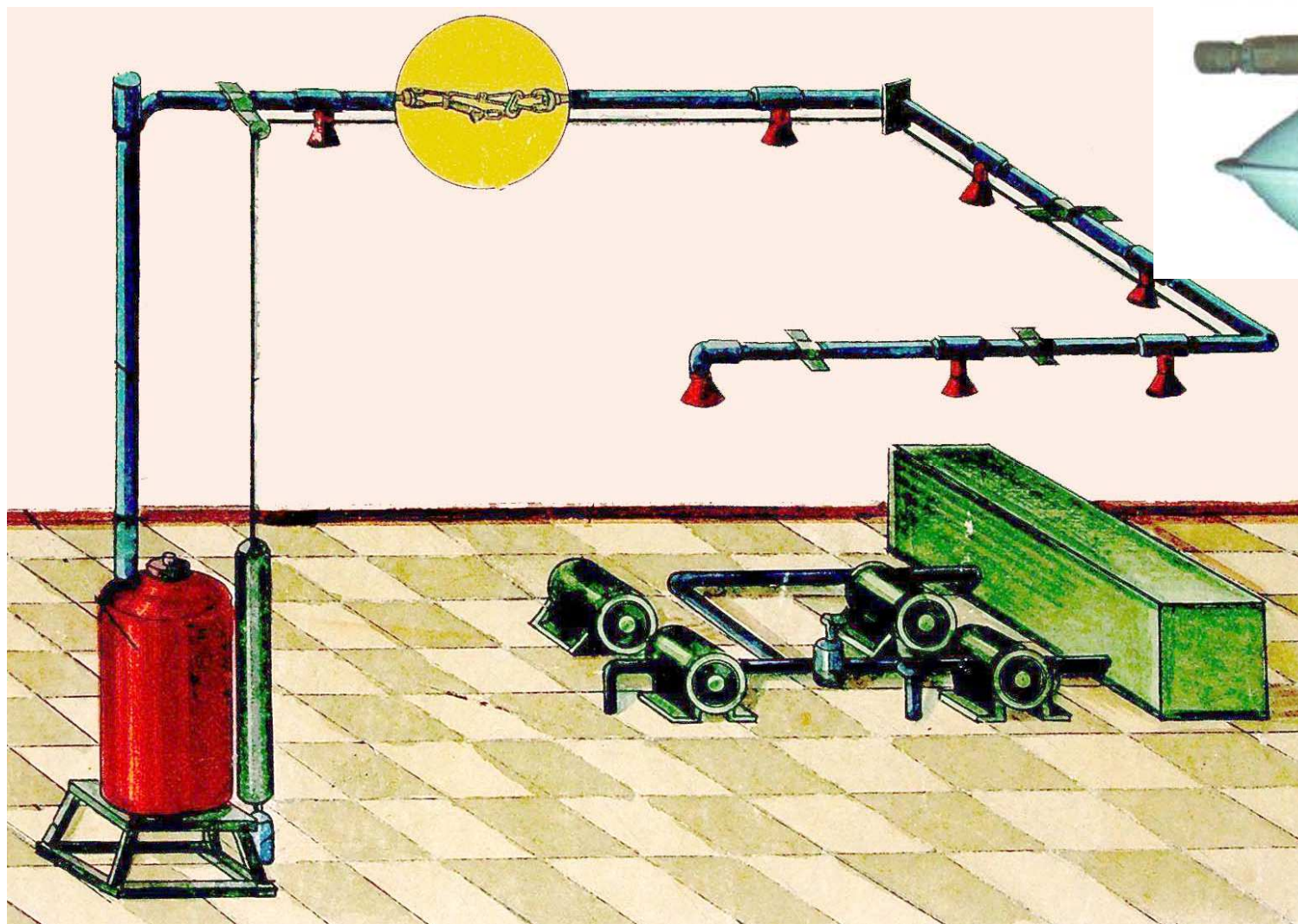








Установки порошкового пожежогасіння



Модульна установка «Импульс-20» (фірма «Брандмайстер»)



Установка
пожежогасіння
модульного типу --
установка, до складу
якої входять один або
декілька модулів
пожежогасіння (МП).
МП -- резервуар
установки
пожежогасіння,
обладнаний запірно-
пусковим пристроєм

Актуальність
застосування установок та
систем пожежної та
виробничої автоматики

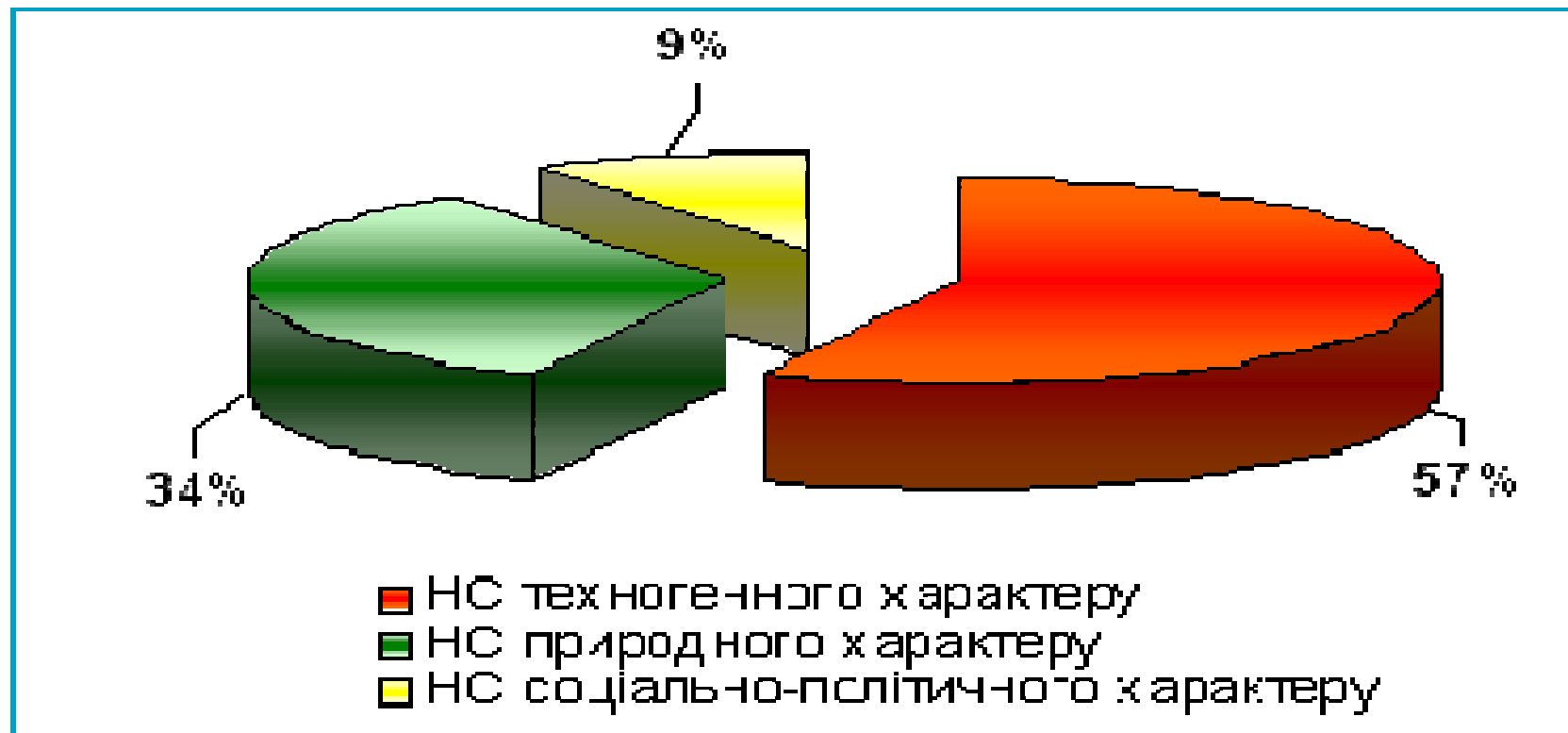
Протягом 2017 року в Україні

виникло 312 надзвичайних ситуації

де загинуло 587 громадян

збитки понад 4,7 млрд.гривень

Рис. 1. Розподіл надзвичайних ситуацій за класами



Щодня в Україні:

- виника близько 136 пожеж;
- в їх наслідок гине 11, травмується 5 осіб.

В Україні
установками пожежної
автоматики обладнано
304,4 тисячі об'єктів
або 86,3 %
від необхідної кількості
(з них сигналізацією 91,4%)

- **Успішно спрацювали близько 73,2% установок ПА**
- **Дніпропетровська обл. - 25,7%**
- **Полтавська обл. - 50%**
- **м. Київ - 49,5%**

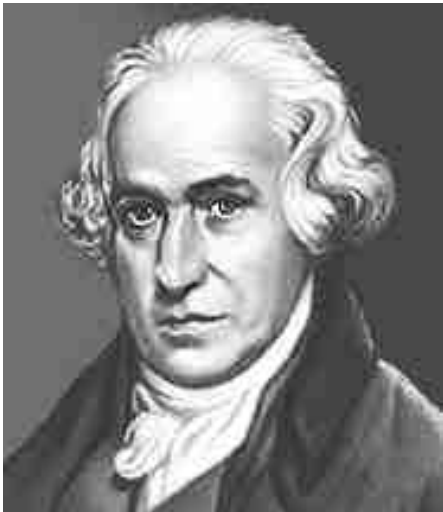
Таким чином

Основа основ підготовки фахівця з протипожежного захисту - вивчення принципів побудови та функціонування автоматичних систем пожежогасіння.

1.2. Історія становлення дисципліни як науки

1765 р. – Ползунов І.І. застосував перший промисловий регулятор для стабілізації рівня води в паровому казані на Барнаульському заводі.

1785 р. – Джеймс Уатт (англ.) винайшов відцентровий регулятор частоти обертання на паровій машині.



УАТТ (Watt) Джеймс (1736-1819 рр.), англійський винахідник, розробив універсальний тепловий двигун. Винайшов (1774-84 рр.) парову машину с циліндром подвійної дії, в якій застосував відцентровий регулятор, передачу від штоку циліндра до балансиру с паралелограмом та ін. (патент 1784 р.). Машина Уатта відіграла велику роль у переході до машинного виробництва.

1834р. – Якобі Б.С. і Ленц Э.Х. винайшли регулятор напруги.



Якобі Борис Семенович (дійсне ім'я та прізвище - Мориц Герман фон Якобі, von Jacobi) (21 вересня 1801 р., Потсдам — 11 березня 1874 р., Санкт-Петербург), російський фізик і винахідник в області електротехніки, академік Петербургської АН (1847 р.; член-корр. 1838 р.)



ЛЕНЦ Эмілій Христіанович (1804-65 рр.), російський фізик і електротехнік, академік Петербурзької АН (1830 р.), ректор Санкт-Петербурзького університету (з 1863 р.). Встановив (1833 р.) правило, назване його ім'ям, експериментально обґрунтував закон Джоуля — Ленца (1842 р.). Дав методи розрахунку електромагнітів (разом з Б. С. Якобі), відкрив оборотність електричних машин. Має праці по геофізиці.

- 1867 р. – Давідов О.П. – розробив електричну систему, що стежить, для корабельної артилерійської установки.

- Загальний недолік перших регуляторів --- **низька точність регулювання.**
- Спроби збільшити точність часто приводили до не поясненої погіршеності якості регулювання – тривалим коливанням чи взагалі до втрати стійкості.

Проблема створення регуляторів зацікавила вчених. Дослідженням відцентрових регуляторів зайнявся росіянин вчений Ясржембський Н.Ф. 1830-1840 р. Почалася формуватися ТАУ як наука.

1838 р. – з'явився перший курс теорії регуляторів, опублікований професором Петербурзького університету Чижовим Д.С.



- ЧИЖОВ Дмитро Семенович (1785-1852 рр), російський математик і механік, член-кореспондент (1826 р.) і почесний член (1841 р.) Петербурзької АН. Основні праці по прикладній механіці, теорії механізмів і машин. Вивчав динамічну силу людини і тварин..

1866 р. – Максвелл Д.К. досліджував взаємодію регулятора з об'єктом регулювання.



МАКСВЕЛЛ (Maxwell) Джеймс Клерк (Clerk) (1831-1879рр.), англійський фізик, творець класичної електродинаміки, один з основоположників статистичної фізики, організатор і перший директор (з 1871 р.) Кавендишської лабораторії. Розвиваючи ідеї М. Фарадея, створив теорію електромагнітного поля, (рівняння Максвелла), увів поняття про струм зсуву, пророчив існування електромагнітних хвиль, висунув ідею електромагнітної природи світла. Встановив статистичний розподіл, названий його ім'ям. Досліджував в'язкість, дифузію і теплопровідність газів. Показав, що кільця Сатурна складаються з окремих тіл. Праці по кольоровому зору і колориметрії (диск Максвелла), оптиці (ефект Максвелла), теорії пружності (теорема Максвелла, діаграма Максвелла — Кремони), термодинаміці, історії фізики й ін.

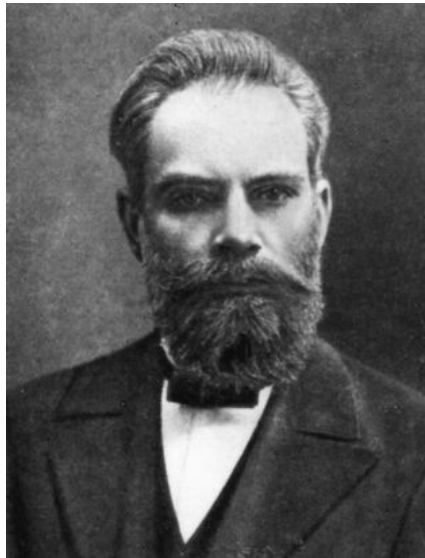
- В 1876 р. Вышнеградський І.О. досліджував проблеми стійкості і точності регулювання. Показав, що безглуздо досліджувати регулятор без об'єкта регулювання, безглуздо збільшувати точність регулювання шляхом зниження тертя в регуляторі. Без тертя регулятор не працездатний. Розробив критерій стійкості систем 3-го порядку.
- Вышнеградський І.О. вважається по праву основоположником ТАУ.



ВИШНЕГРАДСЬКИЙ Іван Олексійович (1831/32-95), російський державний діяч і підприємець. У 1886-94 рр. Почесний член Петербурзької АН (1888 р.). Один з основоположників теорії автоматичного регулювання, засновник наукової школи по конструюванню машин. У 1865-75 рр. професор прикладної математики в Михайлівській артилерійській академії, у 1875-78 рр. директор Петербурзького технологічного інституту.

Прагнув до зменшення витрат на озброєння і пропонував почати міжнародні переговори про обмеження нарощування озброєнь.

- 1877 р. Раус Е. – описав спосіб дослідження стійкості АС по співвідношенню коефіцієнтів їх лінійних диференціальних рівнянь.
- 1892 р. Ляпунов О.М. -розробив теорію стійкості нелінійних систем.



ЛЯПУНОВ Олександр Михайлович (1857-1918), російський математик і механік, академік РАН (1917; академік Петербурзької АН з 1901). Створив сучасну теорію стійкості рівноваги й рухи механічних систем з кінцевим числом параметрів. Праці по диференціальних рівняннях, гідродинаміці, теорії ймовірностей.

- 1934 р. Вознесенський І.М. - розробив теорію регулювання систем з декількома регульованими параметрами.
- 1938 р. Михайлов О.В. – розробив частотні методи дослідження САР.

1.3. ПРЕДМЕТ І ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛІНИ

Автоматична система (АС)–
взаємозалежна система автоматичного
управляючого пристрою (**АУП**) і об'єкта
управління (**ОУ**).

$$АС = АУП + ОУ.$$

АУП – сукупність всіх елементів що
виробляють, перетворюють і виконують
управляючі сигнали.

ОУ – це частина системи, у якій
відбувається процес, що підлягає
управлінню.

Предмет дисципліни - інформаційні АС, що дозволяють здійснити процес управління без особистої участі людини.

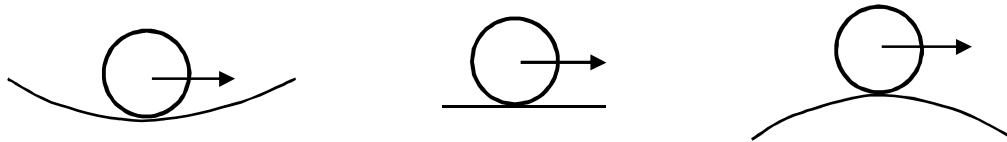
Задачі дисципліни:

А) Аналіз АС.

Б) Синтез АС.

A) Аналіз АС -- визначення параметрів, що характеризують роботу АС:

1. Стійкість АС.



АС: стійка, нейтральна і нестійка.

2. Статична точність АС – помилка управління на сталих режимах роботи.

3. Динамічна точність АС – забезпечення мінімального часу регулювання при дотриманні всіх обмежень, що накладаються на параметри ОУ.

Б) Синтез АС.

Визначення параметрів елементів АУП з вимог стійкості і заданої якості управління (статичної і динамічної точності).

1.4. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Інформаційні АС – системи, управління в яких здійснюється на підставі інформації про умови процесу і результати управління (запуск АСПГ).

Детерміновані АС – системи, в яких управління здійснюється по жорстким часовим програмам (запуск насосу).

Управління – це доцільна організація процесу з метою одержання заданої його ефективності.

Регулювання – це приватний вид управління, при якому параметри процесу підтримуються в заданих межах.

Регульований параметр (РП) – параметр процесу, що характеризує його стан і підлягає управлінню **(n)**.

Регулюючий фактор (РФ) – фізична величина, яка прямо чи побічно впливає на регульований параметр **(m)**.

Зовнішні сигнали — такі сигнали, які не залежать від функціонування системи. Такими сигналами є вхідні (ті що задають), та сигнали збурення

Внутрішні сигнали — визначаються реакцією системи на зовнішні сигнали. Прикладом є керуючі та вихідні сигнали.

Зовнішнє збурювання (ЗЗ) – фізична величина навколишнього середовища, що істотно впливає на процес (f).

1.5. СТРУКТУРНІ СХЕМИ САУ

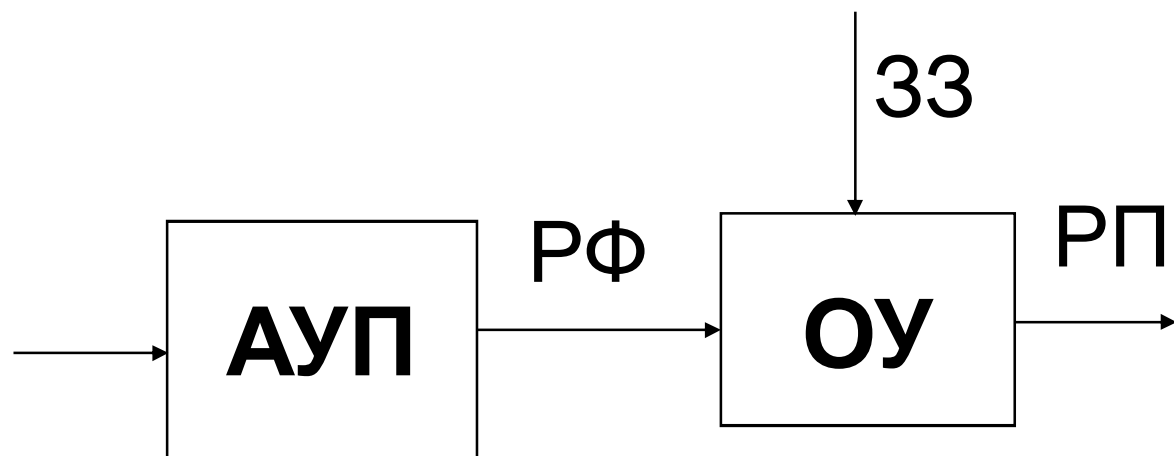


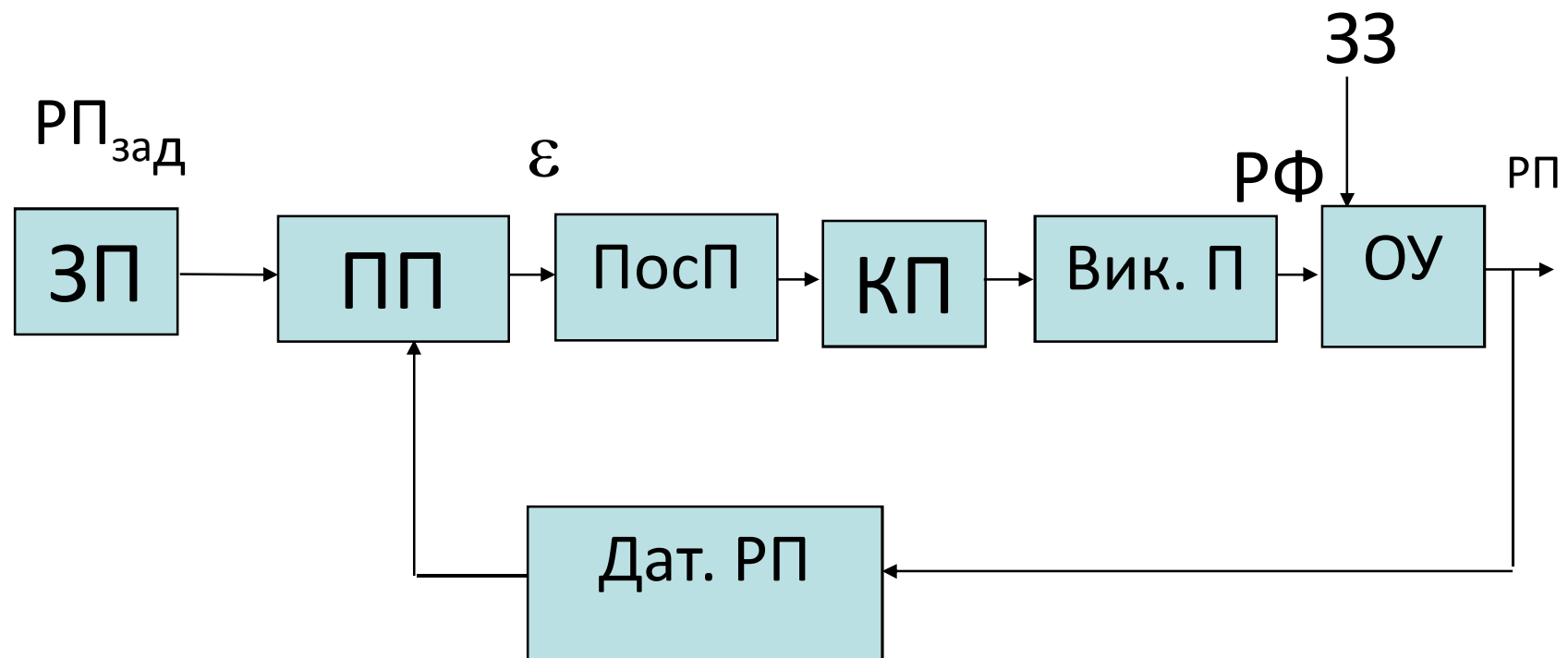
Рис.1.2. Структурна схема САУ

1.5.1. Принцип управління по відхиленню

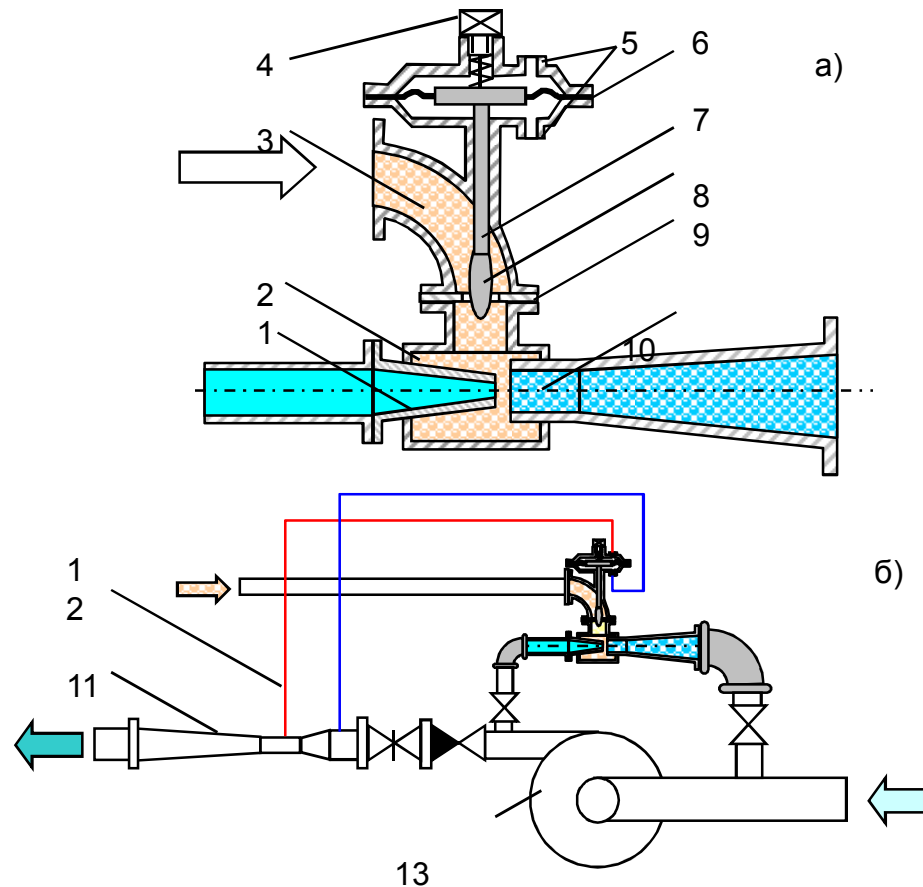
(автоматичний дозатор піноутворювача)

Основні елементи:

- **ЗП** - задаючий пристрій (РП_{зад});
 - **ДАТ** - датчик РП;
 - **ПП** - порівнювальний пристрій;
 - **ПосП** - посилюючий пристрій;
 - **КП** - коригуючий пристрій;
 - **Вик.П** - виконавчий пристрій.
-
- Приклад: автоматичний дозатор піноутворювача.



Приклад: автоматичний дозатор піноутворювача.



Автоматичний дозатор діафрагменного типу

а — струйний змішувач; б — схема підключення;

1 — струменевий насадок; 2 — змішувальна камера; 3 — підведення піноутворювача; 4 — регулюючий винт; 5 — штуцери командних тисків; 6 — діафрагма; 7 — шток; 8 — плунжер; 9 — седло клапану; 10 — дифузор; 11 — труба Вентурі; 12 — трубки командних тисків; 13 — насос.

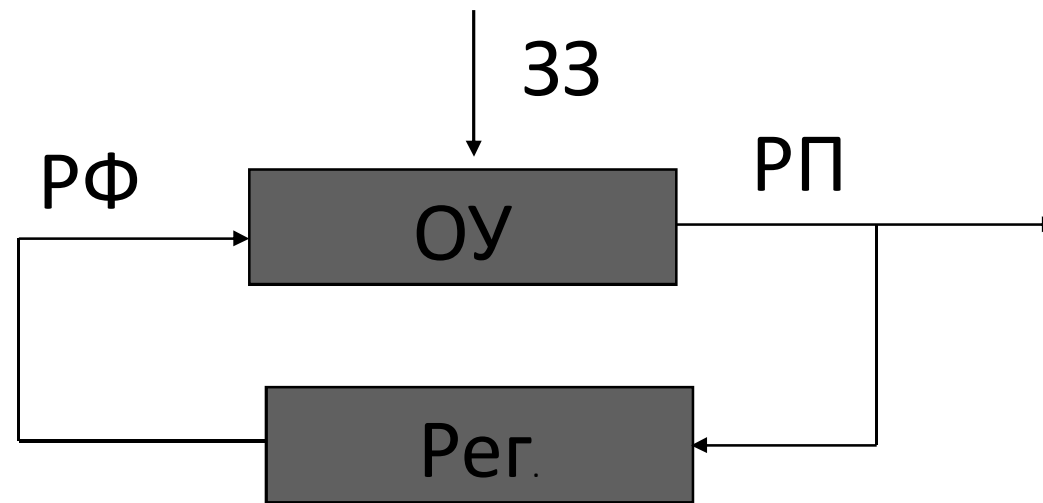
Порівняння відповідає математичної операції віддавання:

$$\varepsilon = n_{\text{зад}} - n;$$

ε - помилка регулювання.

- Якщо $\varepsilon = 0$, то $n_{\text{зад}} = n$
в зміні РФ немає необхідності.
- Якщо $\varepsilon > 0$, то $n_{\text{зад}} > n$
необхідно збільшити РФ.
- Якщо $\varepsilon < 0$, то $n_{\text{зад}} < n$
необхідно зменшити РФ.

Скористаємося поняттям регулятор



САУ, яка має замкнутий контур через регулятор називається **замкнутою**

Переваги замкнутих САУ:

висока статична точність.

Керування можна здійснювати доти поки величина ε не буде задовольняти заданим вимогам.

Недоліки замкнутих САУ:

обмежена швидкодія

Регулятор вступає в роботу тільки при наявності помилки керування ε , тобто тоді, коли зміна РП уже відбулося.

1.5.2. Принцип управління по збурюванню

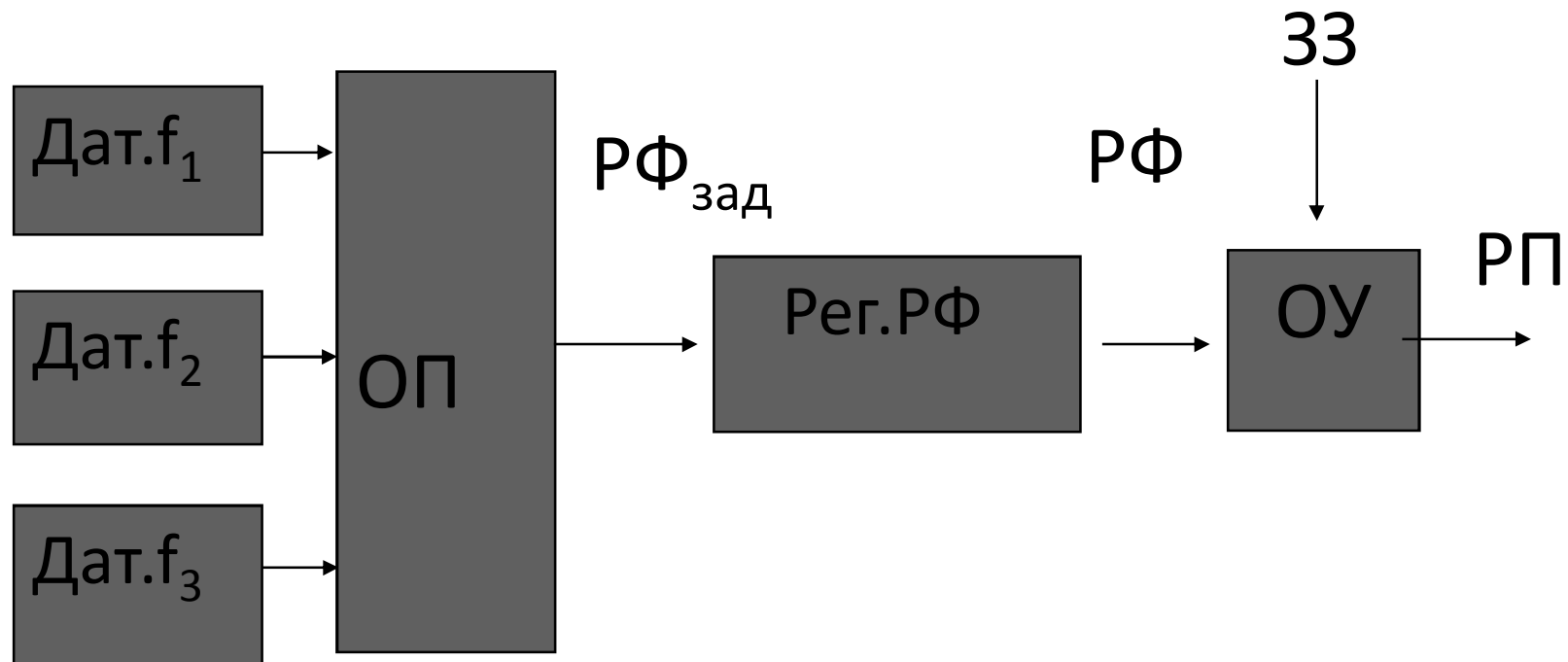
(запуск насосу АУПГ)

Основні елементи:

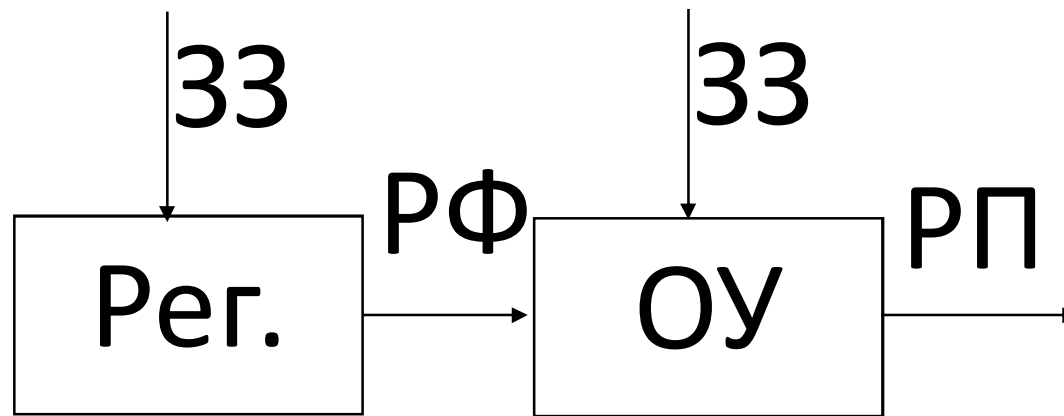
Дат - датчики зовнішніх збурювань;

ОП - обчислювальний пристрій;

Замкнута підсистема керування РФ.



Скористаємося поняттям регулятор



- САУ, що реалізує принцип керування по збурюванню, є **розімкнутою**.

Переваги розімкнутих САУ:

ВИСОКА ШВИДКОДІЯ

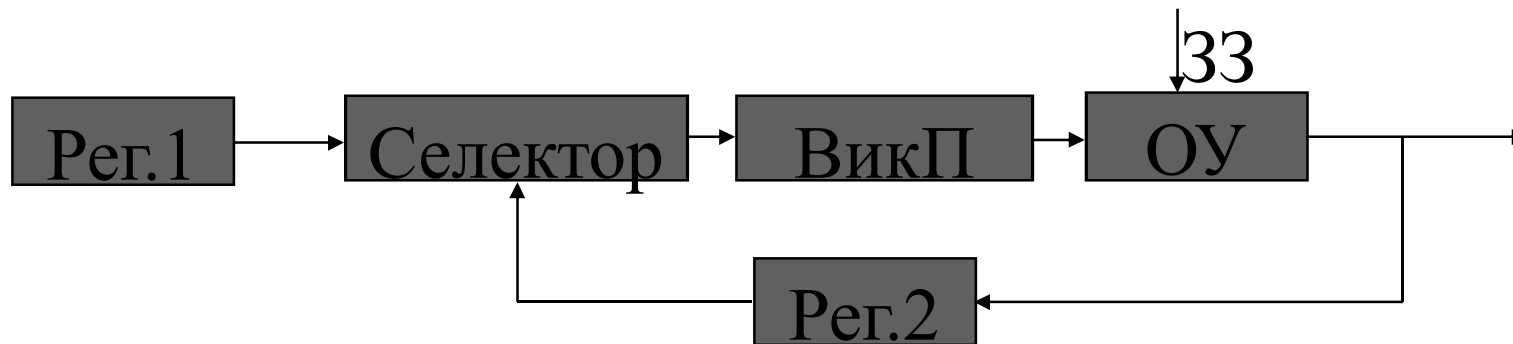
РФ починає змінюватися одночасно зі зміною зовнішніх збурювань, при цьому РП може й не відхилитися від заданого значення.

Недоліки розімкнутих САУ:

НИЗЬКА СТАТИЧНА ТОЧНІСТЬ

1.5.3. Комбінований принцип керування

Комбінація замкнутої й розімкнутої АС.
Це дозволяє об'єднати переваги та уникнути недоліки.



1.6. Критерії якості АС

1. Статична точність АС – величина помилки регулювання на сталих режимах

$$\varepsilon(t) = X_{\text{зад}}(t) - X(t) \quad \text{при } t \rightarrow \infty.$$

Режим називається сталим, якщо регульований параметр чи його похідні приймають постійні значення:

$X^{(2)} = \text{Const}$ – режим сталого прискорення;

$X^{(1)} = \text{Const}$ - режим сталої швидкості;

$X^{(0)} = \text{Const}$ – сталий (рівноважний) режим.

АС астатична 1 порядку - якщо вона парирує без помилки тільки східчастий сигнал:

$$\varepsilon(\infty)=0, \quad f(t)=a(t).$$

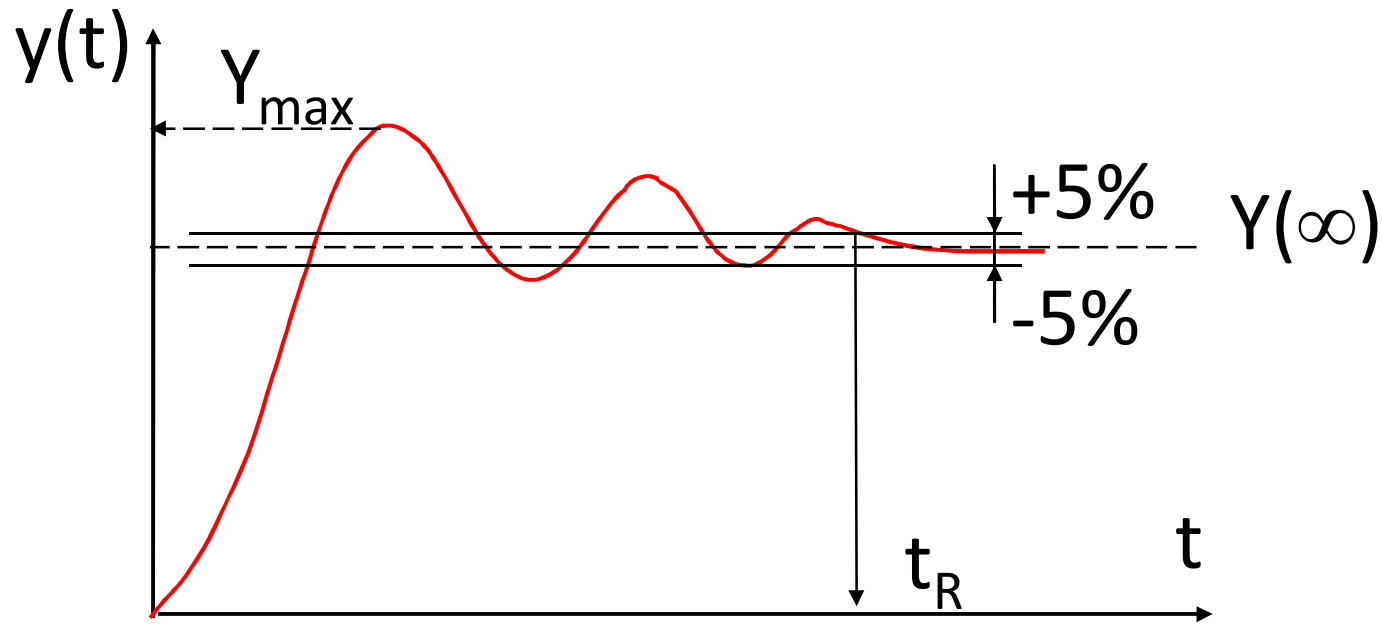
АС астатична 2 порядку – парирує без помилки східчастий сигнал швидкості вхідного сигналу:

$$\varepsilon(\infty)=0, \quad f^{(1)}(t)=a(t), \quad f(t)=at.$$

АС астатична 3 порядку – парирує без помилки східчастий сигнал прискорення вхідного сигналу:

$$\varepsilon(\infty)=0, \quad f^{(2)}(t)=a(t), \quad f^{(1)}(t)=at, \quad f(t)=at^2/2.$$

2. Динамічна точність АС (якість перехідних процесів)



Час перехідного процесу t_R . Відраховують до моменту, коли крива перехідного процесу входить в 5% зону сталого значення РП.

Максимальна відносна величина забросу РП

$$\bar{\sigma}_{\max} = \frac{Y_{\max} - Y(\infty)}{Y(\infty)} \cdot 100 \%$$

Завдання насамопідготовку:

1. Абрамов Ю.О. Основи пожежної автоматики, Харків АПБУ, 1993 р. С.7-12.
2. Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янка О.А. та інш. – Харків: АЦЗУ, 2006.–279с.