

ЛЕКЦІЯ 1.

ТЕМА : ОСНОВНІ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.

Загальний принцип автоматизації з врахуванням характеристик керованого об'єкта та функцій, що виконуються автоматичним устаткуванням, представляється функціональною схемою автоматизації. Функціонально технологічна схема відображає основні ідеї, які закладено в автоматизацію машини, устаткування або процесу та на даному етапі вивчення дає інформацію про види автоматизації, принципах автоматичного контролю, управління і регулювання, про рівень та ступень автоматизації.

Реалізація функціонально технологічної схеми дається в принципових схемах автоматизації конкретною установкою, машини та процесу і може відрізнитися в деталях типами приладів і засобів автоматизації, що застосовуються, в залежності від конкретних умов. Наприклад датчиком температури може виступати термоопір, термістор або терморезистор, в залежності від конкретних вимог виробництва.

По принциповим електричним схемам автоматизації складають схеми з'єднань, на яких відображають з'єднання складових частин установки або процесу, що автоматизується, а також показують дроти, кабелі та джгути.

Схемами з'єднань користуються при виконанні монтажних та налагоджувальних робіт на об'єкті, а також в процесі експлуатації. Застосовують три способи схем з'єднань: графічний, адресний табличний.

Існують загальні правила виконання схем з'єднань:

- Схеми з'єднань розробляють на один щит, пульт, станцію управління;
- Всі типи апаратів, приладів та арматури, що передбачені принциповою схемою, повинні бути повністю відтворені на схемі з'єднань;

- Позиційне позначення приладів і засобів автоматизації, а також маркування ділянок електричних кіл, які прийняті на принциповій схемі зберігають в схемі з'єднань.

Схеми підключень, що показують зовнішнє підключення апаратів, установок, щитів, пультів та інше виконують по функціональним, принципним електричним схемам автоматизації, специфікацій приладів та обладнання, а також креслень виробничих приміщень з розташуванням технологічного обладнання та трубопроводів.

АТП дозволяє підвищити продуктивність та поліпшити умови праці, збільшити кількість та якість отриманої продукції, звільнити працівників від важкої фізичної праці та одноманітної розумової, знизити втрати та собівартість продукції, продовжити термін служби сільськогосподарської техніки.

А що таке технологічний процес, який або які треба автоматизувати ?

Технологічний процес являє собою сукупність прийомів та операцій, цілеспрямованих на перетворення матеріалу або продукту з початкового стану до необхідного кінцевого стану. Технологічні процеси можуть відбуватися послідовно або паралельно в часі.

Технологічний процес характеризується режимами функціонування : становлення, пов'язаний з підготовкою машин та об'єктів до виконання їх основних функцій; робочим, обумовлений взаємодією об'єкту та машини з матеріалом або робочим середовищем; біологічним, пов'язаним з довготривалим природнім процесом накопичення всередині об'єкта рослинної або тваринницької продукції; транспортним режимом, до складу якого входить переміщення машин, робочих органів, тварин і матеріалів та режимом обслуговування і експлуатації. Технологічний процес складається з **технологічних операцій**, які можуть проходити послідовно і паралельно в ході технологічного процесу. Розділення процесу на операції дозволяє визначити тривалість операції, послідовність її проведення, циклічність, тобто алгоритмізувати технологічний процес. Контролювати виконання всіх операцій не обов'язково. Контролюють тільки

основні операції та режими. Контроль і управління режимами і операціями здійснюється по інформаційним параметрам, які вимірюються первинними перетворювачами різноманітних датчиків.

Класифікація об'єктів при виконанні робіт по автоматизації сільськогосподарських технологічних процесів і операцій полегшує визначення об'ємів і послідовність автоматизації, розробку типових рішень в області технології автоматизованого поточного виробництва та створення технічних засобів автоматики. Класифікація дозволяє точніше сформулювати вимоги до технічних засобів, вибрати раціональні принципи побудови систем автоматизації.

ЛЕКЦІЯ 2.

Тема : ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО АВТОМАТИЗАЦІЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Автоматизація технологічних процесів (АТП) покликана полегшити працю людини в процесі виробничої діяльності в різних галузях. АТП відбувається шляхом впровадження систем контролю, управління та регулювання на основі технічних засобів автоматизації загальнопромислового та галузевого призначення. При АТП отримання, перетворення, передача та використання енергії, матеріалів та інформації все відбувається автоматично за допомогою спеціальних технічних засобів та систем управління з використанням теоретичних розробок та комп'ютерних програм.

Технічні засоби автоматики забезпечують отримання інформації про стан керованого об'єкта, утворення керуючого сигналу та вплив на керований об'єкт, а також передачу інформації оперативному персоналу на центральний пульт управління або в інші системи управління вищого рівня. Комплекс технічних засобів автоматизації формується в залежності від призначення, мети, рівня та об'єму автоматизації об'єкта. АТП може бути повною або частковою, в залежності від потреб та можливостей виробництва.

При повній АТП створюються автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП). В частину АТП входить автоматизація окремо взятих технологічних операцій, а підсистеми містять в собі автоматизацію та взаємодію декількох технологічних операцій. В підсистемах автоматичного контролю використовуються прилади вимірювання параметрів процесу, засоби відображення інформації та аварійна сигналізація. В підсистемах автоматичного регулювання використовуються первинні перетворювачі, регулятори, пристрої логічного управління та виконавчі механізми.

АТП включає в себе: автоматичний контроль (автоматична сигналізація, автоматичне вимірювання, автоматичне сортування, автоматичний збір

інформації), автоматичний захист, дистанційне управління, автоматичне управління (в тому числі автоматичне регулювання), часткова автоматизація, комплексна автоматизація, повна автоматизація.

Автоматичний контроль складається з таких операцій: вимірювання, сортування і збір інформації, автоматичну сигналізацію.

Автоматичне вимірювання дозволяє вимірювати та передавати на спеціальні індикатори або реєструючі прилади значення фізичних величин, що характеризують технологічний процес або роботу машини.

Автоматичне сортування виконує контроль та розподіл продукції по розміру, вазі та іншим показникам.

Автоматичний збір інформації потрібен для отримання інформації про хід технологічного процесу, про якість та кількість виробленої продукції, а також для подальшої обробки, зберігання та видачі інформації обслуговуючому персоналу.

Автоматична сигналізація призначена оповіщати обслуговуючий персонал про максимально допустимі та аварійні значення будь-яких фізичних параметрів, про місце та характер порушень технологічних операцій. Сигнальними пристроями можуть бути лампи, дзвінки, сирени, спеціальні механічні вказівники та інші.

Всі системи автоматичного управління складаються з автоматизації окремих технологічних процесів, а автоматизація технологічних процесів, в свою чергу складається з автоматизації окремих технологічних операцій. Тобто, щоб автоматизувати технологічний процес треба починати з автоматизації технологічних операцій і режимів.

Є два основних шляхи автоматизації технологічних процесів:

- перший, коли знаючи основні вимоги до автоматизації і маючи певні знання по роботі автоматичних систем того чи іншого технологічного процесу, по інтуїції вибирають складові комплексу технічних засобів автоматики, збирають з них схему автоматизації та випробують її роботу. Якщо робота схеми складеної таким чином задовольняє

основні технологічні вимоги процесу, то її залишають. Але, якщо котрийсь вузол або автоматичний пристрій не відповідає вимогам системи, то його замінюють на більш орієнтовно придатний;

- другий, коли знаючи перехідні характеристики об'єкта, по співвідношенню часу запізнення і постійної часу об'єкта вибирають закон регулювання, а потім і комплекс технічних засобів автоматики. Встановлюють їх на об'єкті і знімають перехідні характеристики. По отриманим результатам якості регулювання виконують корекцію системи автоматичного управління і запускають її в експлуатацію.

В основі створення систем автоматичного управління технологічними процесами лежать загальні фундаментальні принципи управління, що визначають яким чином відбувається взаємозв'язок алгоритмів управління із завданням та фактичним функціонуванням системи (а іноді і зі збуреннями, що викликають відхилення регульованої величини від заданого значення) яка визначає мету управління.

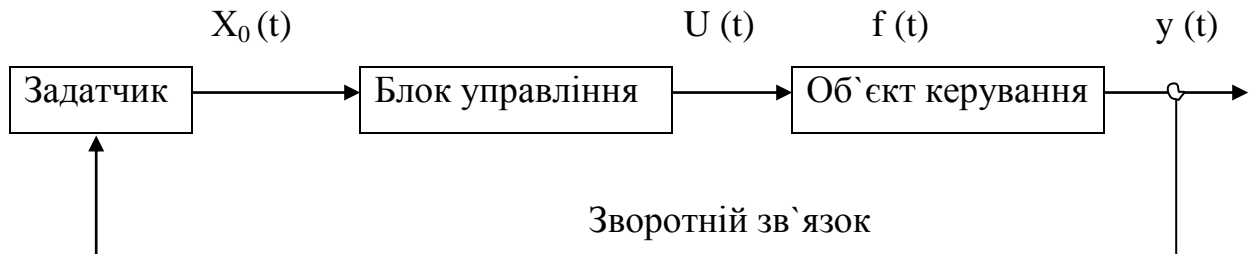
На практиці використовують три основних фундаментальних принципа: розімкнутого управління, компенсації збурень і управління по відхиленню.

1. Принцип розімкнутого управління полягає в тому, що алгоритм (послідовність, порядок) управління здійснюється тільки на основі алгоритма функціонування по завданню (програмі), що визначає дію управляючого пристрою з врахуванням властивостей керованого об'єкта. В цьому випадку не враховується фактичне значення керованої величини та дія збурень.

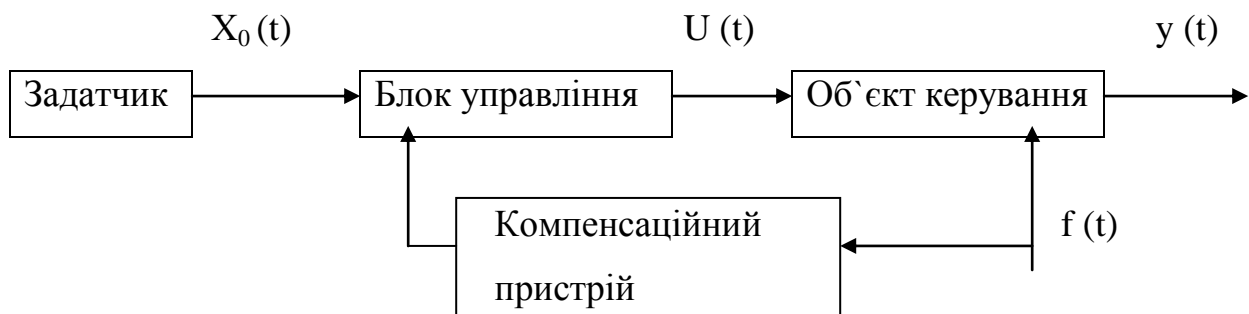


2. Принцип управління по відхиленню. Суть принципа полягає в тому, що управляючий вплив формується тільки при відхиленні керованої величини

від заданого її значення. Автоматичне управління в функції відхилення фактичного значення вихідної величини від її заданого значення зветься автоматичним регулюванням.



3. Принцип компенсації (управління по збуренню). Його суть полягає в тому, що пристрій формує управляючу таким чином, щоб компенсувати дію збурення на керований об'єкт, тобто щоб уникнути навіть початка відхилення контрольованого параметра від заданої норми.



З вищенаведеного бачимо, що робота САУ по відхиленню не пов'язана з будь-яким визначеним збуренням. Зміна положення регулюючого органу (управляючий вплив) залежить від відхилення керованої величини від заданого значення незалежно від того, які причини його викликали.

Переваги систем управління по відхиленню забезпечуються використанням зворотнього зв'язку. По дії зворотній зв'язок поділяється на декілька видів. Коли дія по колу зворотнього зв'язку додається з величиною, що задана, то такий зворотній зв'язок зветься додатнім. Коли дія по колу зворотнього зв'язку віднімається з величиною, що задана, то такий зворотній

зв'язок зветься від'ємним. Зворотній зв'язок, що утворюється регулятором по відношенню до керованого об'єкта, зветься головним. Зворотній зв'язок в самому регуляторі зветься місцевим. Зворотній зв'язок може бути жорстким та гнучким. Жорсткий зворотній зв'язок діє в установленому та перехідному режимах, а гнучки – тільки в перехідному режимі. Якщо в САУ використовується жорсткий зворотній зв'язок, то такі системи стабілізації зветься статичними. А якщо гнучкий – астатичні.

ЛЕКЦІЯ 3.

Тема : ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ЯК ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

До технологічних відносяться процеси та об'єкти в структурній системі матеріального виробництва, які мають безпосереднє відношення до утворення (формування), зберігання або переміщення виробленої продукції.

Технологічний об'єкт автоматизації – це сукупність технологічного обладнання (машин, механізмів) та відтворюваних на ньому технологічних операцій та процесів. Технологічний процес являє собою сукупність організованого впливу на продукт виробництва з метою надання йому якихось нових, обумовлених споживчою потребою властивостей та якості. Одноразовий вплив, який веде до зміни форми, структури, складу або стану предмета виробництва, зветься технологічною операцією, а вплив, який викликає просторове положення предмету виробництва, - транспортною операцією. Технологічні процеси та операції іноді узагальнено звать **технологічним рухом**, а операції по переміщенню речовини - **транспортним рухом**.

В сучасному сільськогосподарському виробництві цьому загальному визначенню повністю відповідає технологічний рух. Яке відноситься до допоміжного та підсобного виробництва. Це процеси кормоприготування, первинної обробки або переробки продукції, утилізації відходів виробництва, добування та обробка води, виробництво та розподіл теплової та інших видів енергії і т. п.

Відмінною особливістю основного сільськогосподарського виробництва є те що при утворенні продукції обов'язково приймають участь різноманітні види с.г. рослин, продуктивних тварин птахів тощо. С.г. технологічні об'єкти мають в своїй структурі продуктивні рослини або стада тварин сумісно з виробничими приміщеннями.

Технологія виробництва об'єднує набір процесів та операцій, необхідних для отримання завершеного, готового до реалізації продукту, а також визначає

загальні принципи, способи та режими здійснення впливу. Так, наприклад, технологія виробництва молока визначає способи утримання корів та годування, а також режими годування.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

При автоматизації технологічного процесу с.г. виробництва одним з найбільш відповідальних моментів є розробка оптимального, тобто самого ефективного, варіанту технологічного процесу, що підлягає автоматизації.

У зв'язку з тим, що с.г. характеризується наявністю багатьох галузей виробництва та розмаїттям технологічних процесів, розробка оптимального технологічного процесу в кожному окремому випадку являє собою дуже складне завдання. Розробка уніфікованих процесів с.г. виробництва сприяє успіху розробки оптимальних придатних для автоматизації технологічних процесів.

Досвід переобладнання основних галузей с.г. показує, що ефективність автоматизації залежить від взаємопов'язаних трьох основних задач: 1) розробка нових технологічних процесів та їх типізація, 2) створення технологічного обладнання, яке забезпечить якісне виконання типового технологічного процесу; 3) розробка алгоритмів ефективного управління технологічними процесам, операціями та обладнанням за допомогою технічних засобів автоматизації.

Рішення першої задачі потребує спеціальних знань та необхідного досвіду по визначенню заданих параметрів точності, продуктивності, способів обробки, транспортування, зберігання, по створенню методів типізації технологічних процесів і т.п., тобто тут потрібні знання та досвід спеціалістів-технологів с.г. виробництва, добре володіючи основами технологічної науки.

Типізація технологічного процесу в с.г. виробництві доцільно починати зі складання *технологічного ланцюга*.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЛАНЦЮГ

Технологічний ланцюг відображає взаємозв'язок технологічних процесів, окремих операцій та режимів машин, що приймають участь у їх виконанні. Наприклад, технологічний ланцюг післязбиральної обробки зерна в потоці передбачає наступні операції : доставку зерна від комбайну, визначається вага зерна, його розвантаження, транспортування норією, первинне очищення від крупних домішок, транспортування норією, сушіння, охолодження і далі до складування.

Технологічний ланцюг дозволяє визначити порядок дії машин у відповідності з вимогами процесу, об'єм робіт по операціям, необхідну кількість машин, визначити оптимальне агрегування та можливу ступінь типізації технологічних процесів. Таким чином, технологічний ланцюг дає можливість глибоко проникнути в саму технологію процесу у всіх його аспектах.

Беручись до розробки САУ, розробник повинен добре вивчити об'єкт автоматизації, повністю з'ясувати всі можливі режими роботи.

Треба пам'ятати, що розробляти автоматичні системи управління об'єктом часто приходиться для виробництва різних рівнів розвитку. У зв'язку з цим ступінь автоматизації та сукупність операцій і режимів обумовлені рівнем розвитку самого виробництва. Тому будь-який технологічний процес можна поділити на операції по різному. Але при цьому розробник повинен відповісти собі на наступні запитання:

1. Яка мета та задача САУ?
2. Які блоки складають об'єкт управління?
3. Які функціональні та управляючі зв'язки мають блоки поміж собою, що визначатимуть наступну систему?
4. Які режими об'єкту управління і його блоків та скільки технологічно можливих переходів поміж цими режимами?
5. Якими конкретними алгоритмами описується той або інший режим?
6. Які датчики та виконавчі елементи можуть бути застосовані для даної системи?

7. Які математичні рівняння описують взаємодію управляючих та збурюючих сигнали, що характеризують той або інший режим роботи систем?

Після аналізу технологічних процесів або окремих операцій необхідно встановити весь обсяг інформаційних параметрів, що характеризують технологію та всі її взаємозв'язки. На базі отриманої інформації приступають до автоматизації технологічного процесу або окремо взятої операції.

Але треба пам'ятати, що один і той же об'єкт може мати різні математичні описання в залежності від типу управляючих пристроїв, схем включення та технологічних вимог.

При вивченні дисципліни АТП основна увага буде приділятися автоматизації окремих агрегатів та технологічних установок, що забезпечують нормальне протікання технологічного процесу.

Резюме. Тобто, використовуючи технологічне обладнання, за допомогою технічних засобів автоматики треба автоматизувати технологічні процеси для досягнення кінцевої мети – отримання кінцевого продукту потрібної якості та в потрібній кількості.

Ітак, з'ясували те, що треба автоматизувати, тобто, технологічні: операція, процес, ланцюг, об'єкт. Тепер перейдемо до ознайомлення з сукупністю правил, передумов або математичних залежностей, що визначають послідовність зміни вихідної величини та відповідають нормальному функціонуванню об'єкта, тобто до алгоритму функціонування. *Він відзеркалює та представляє фактичну мету управління і визначається на основі технологічних, економічних та інших вимог зміни вихідних величин об'єкта в процесі його функціонування.*

Розглянемо основні алгоритми функціонування.

Стабілізація – це алгоритми функціонування при якому вихідна величина об'єкта підтримується незмінною (*регулятор Уата*), $Y(t) = \text{const}$.

Програмне управління – це алгоритми функціонування, при якому вихідна величина об'єкта змінюється по наперед заданій програмі. Програма може бути задана в часі (*реле часу*) та в просторі (*рух фрези по заданому контуру*).

Слідкуючі системи – це алгоритми функціонування, коли вихідна величина повинна повторювати зміни вхідної, причому закон зміни вхідної величини заздалегідь невідомий (*підсилювач потужності, задача якого пропорційно відслідковувати зміну вхідної величини при наявності збурень*).

В останній час в технічних системах застосовуються більш складні алгоритми функціонування: пошук екстремума показника якості, оптимальне управління, самоприспосовування (адаптації).

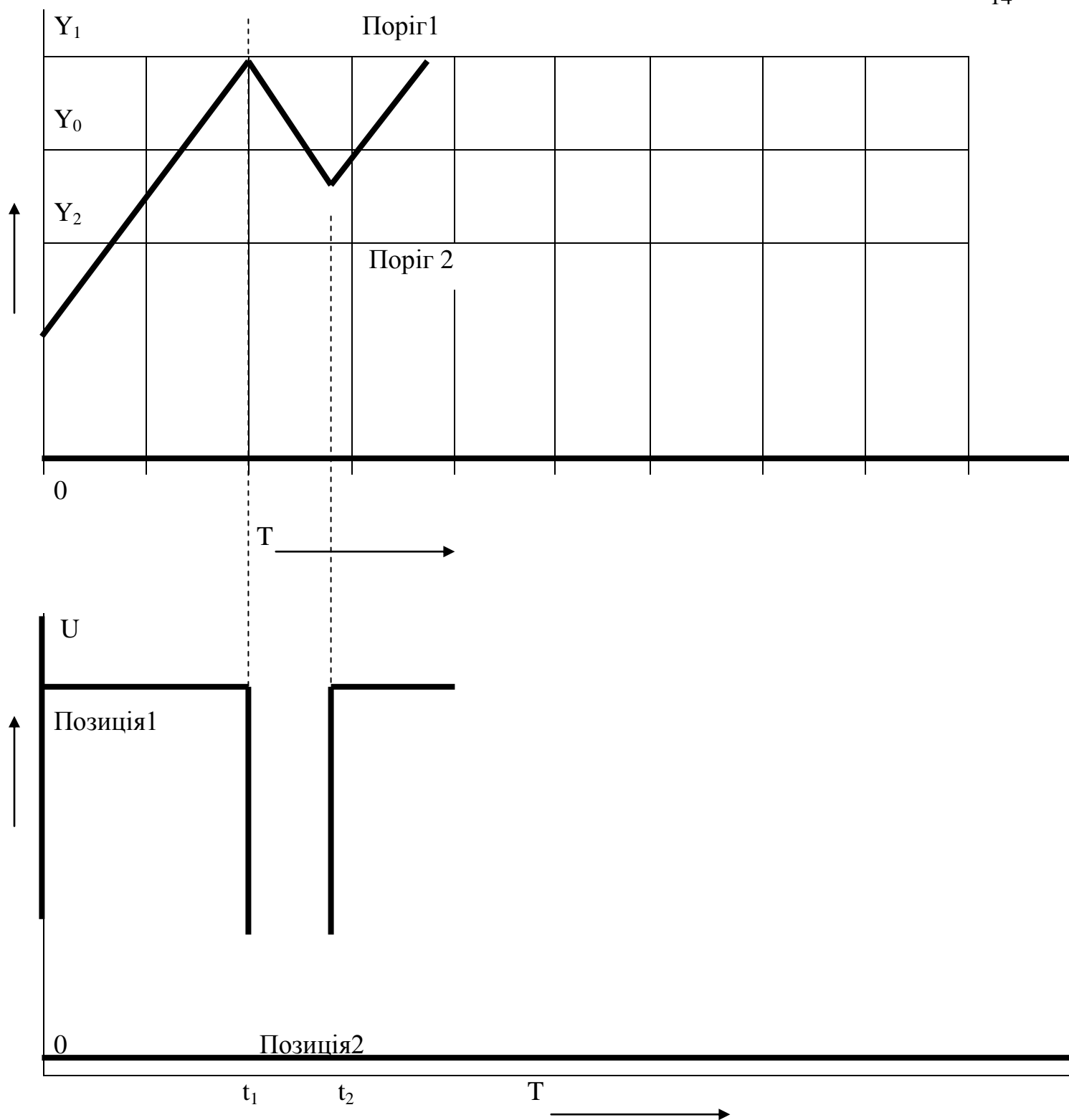
Алгоритм пошука екстремума передбачає пошук та підтримання вихідної змінної керованого об'єкта при зміні стану об'єкта та збурення.

Це коли під дією збурення точка естремума параметра буде зміщуватися. Щоб повернути систему до екстремума, треба діяти на керуючий орган. Один зі способів визначення напрямку впливу оснований на визначені знака та значення похідної dy/du або dy/dt . В точці екстремума швидкість зміни вихідної величини дорівнює нулю при значенні керуючого впливу $u=u_{opt}$. Така система працює як звичайна стабілізуюча система, у якій завданням є величина $dy/du=0$.

Алгоритм оптимального управління передбачає досягнення найкращих умов роботи керованого об'єкта в перехідному режимі при наявності обмежень на вхідні, вихідні велечини та змінні стани об'єкта.

Прикладом алгоритма оптимального управління може бути температура в приміщенні від одного значення до іншого за мінімальний час при обмежених затратах енергії або зміни температури при мінімальних затратах енергії в обмежений час.

Алгоритм адаптації передбачає таку зміну вихідних величин керованого об'єкта, при яких зберігається задана якість роботи об'єкта. *Прикладом може бути оранка на нерівній місцевості.*



Алгоритм управління – це формування послідовності управляючих впливів, що забезпечують виконання алгоритма функціонування керованого об'єкта з потрібною точністю. Алгоритм управління залежить від алгоритма функціонування і від динамічних властивостей об'єкта. В загальному випадку математична

залежність має вигляд : $u(t) = A [y(t), f(t)]$, де A – оператор, що визначає вигляд залежності.

Математична залежність, що встановлює зв'язок поміж управляючим впливом та вихідною змінною керованого об'єкта, зветься законом управління.

Релейний закон управління реалізується регуляторами релейної дії, у яких управляюча дія з'являється тільки при досягненні керованою величиною заданого порогового значення.

В лінійних регуляторах безперервної дії управляючий вплив лінійно залежить від відхилення, його інтеграла та першої похідної в часі. *При описанні законів позначемо відхилення вихідної величини від заданого значення позначимо як ϵ .*

Пропорційний закон (П-закон):

$U = k_p \epsilon$, де k_p – коефіцієнт передачі регулятора.

Інтегральний закон (І-закон):

$$U = k_p / T \int_0^t \epsilon dt$$

Пропорційно-інтегральний закон (ПІ-закон):

$$U = k_p (\epsilon + 1 / T \int_0^t \epsilon dt)$$

Пропорційно-інтегральний-диференціальний закон (ПІД-закон):

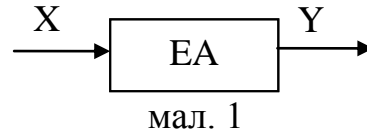
$$U = k_p [\epsilon + 1 / T_i \int_0^t \epsilon dt + T_d d\epsilon / dt]$$

T_d, T_i – постійна часу диференціювання та інтегрування.

ЛЕКЦІЯ 4

Тема : СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТІВ

Зв'язок між значеннями вхідної величини X (мал.1) і вихідної Y визначається деякою залежністю в усталеному режимі: $y = f(x)$



Вона зветься статичною характеристикою. Властивості елементів визначаються за допомогою показників: коефіцієнт передачі, поріг чутливості, похибка.

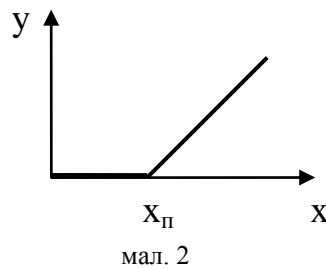
Розрізняють статичний (K_{cm}), динамічний (K_{∂}) і відносний (K_e) коефіцієнт передачі.

$$K_{cm} = \frac{y}{x}; \quad K_{\partial} = \frac{\Delta y}{\Delta x}; \quad K_e = \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}} = \frac{K_{\partial}}{K_{cm}}.$$

Якщо Y пропорційний X , то $K_{cm} = K_{\partial}$, а $K_e = 1$.

Для датчиків коефіцієнт передачі називають чутливістю, для підсилювачів – коефіцієнтом підсилення.

Порогом чутливості називають щонайменше значення вхідного сигналу, яке викликає початкову зміну вихідного сигналу (мал.2).



Похибка – це зміна вхідного сигналу внаслідок зміни внутрішніх властивостей елемента чи зміни зовнішніх умов роботи.

Абсолютна похибка ($\Delta y = y_I - y$) – це різниця між фактичним (y_I) і розрахунковим (y) значенням Y .

Відносна похибка ($\varepsilon = \frac{\Delta y}{y}$) – це відношення абсолютної похибки (Δy) до вихідного значення Y . Частіше її визначають у відсотках.

Зведена похибка ($\xi = \frac{\Delta y}{y_{\max} - y_{\min}}$) – це відношення абсолютної похибки до максимального діапазону його зміни. Розраховується у відсотках.

Приклад: автоматичний термометр з діапазоном виміру від 0 до 200°C показує $\Theta = 40^\circ\text{C}$ і має абсолютну похибку $\Delta y = 2^\circ\text{C}$.

Тоді відносна похибка:

$$\varepsilon = \frac{\Delta y}{y} \cdot 100\% = \frac{2}{40} \cdot 100\% = 5\% ,$$

зведена похибка:

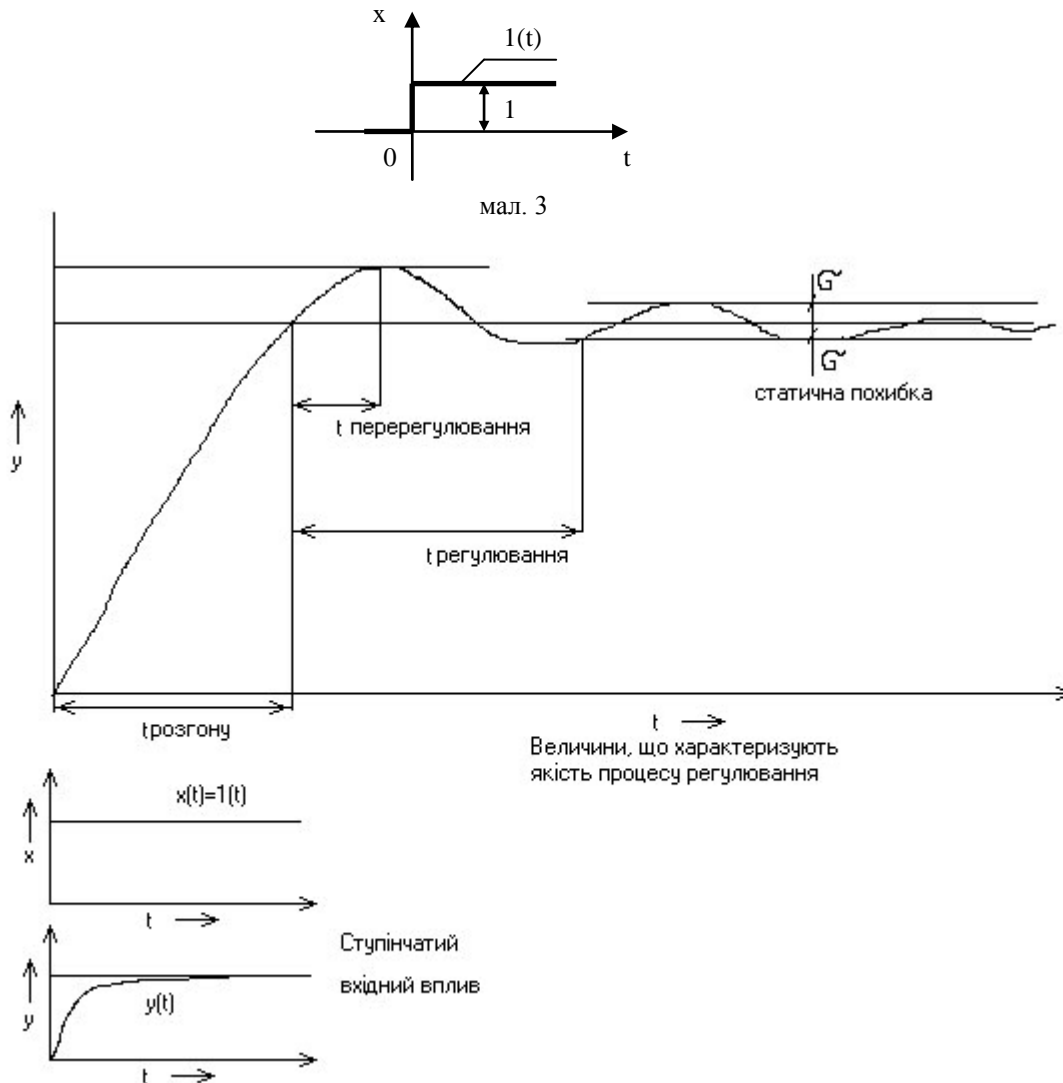
$$\xi = \frac{\Delta y}{y_{\max} - y_{\min}} \cdot 100\% = \frac{2}{200} \cdot 100\% = 1\% .$$

ЛЕКЦІЯ 5

Тема : ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТІВ

Динамічні характеристики

Перехідні характеристики – це залежність вихідного сигналу від часу, якщо вхідний сигнал змінюється у вигляді одиничного ступінчастого стрибка (мал.3).



Час розгону об'єкта t_p характеризує період виводу регульованої величини від вихідного до номінального для даного процесу значення.

Час регулювання $t_{рег}$ - це час, за який регульована величина входить в допустиму межу відхилення після внесення короткочасного збурення.

Час перерегулювання $t_{пер}$ - це час дії амплітуди перерегулювання .
Кожен з наведених видів часових характеристик регулювання можна обмежити для тих чи інших технологічних процесів.

Для рішення задач автоматизації важливі всебічні свідчення про збурення. Перш за все це кількісна характеристика усіх потоків речовини або енергії об'єкту управління, як приймаючих в технологічному процесі (навантаження), так викликаних зовнішніми факторами (перешкоди). Ці відомості можуть бути представлені максимальними, мінімальними або усередненими значеннями самих потоків або залежностями, що їх характеризує, а також імовірністю сполучення різних факторів.

Наприклад, тепловий потік від тварин може бути визначений в розрахунку на одиницю маси тварин, а потік теплоти крізь огорожу – безпосередньо розрахункового значення температури зовнішнього середовища і т. п.

В одно-ємнісних об'єктах збурення можуть бути прикладені з боку подання або витрат, в багато-ємнісних – до різних ємностей, а в об'єктах з розгалуженими параметрами – до окремих ділянок.

Відомості про регулюючі органи, за допомогою яких виконується регулюючий вплив на об'єкт управління, беруть з паспортних даних пристроїв, які виконують ці впливи.

Експериментальне дослідження динамічних властивостей та характеристик об'єктів

Програми та методи експериментальних досліджень. Основний спосіб визначення динамічних характеристик об'єктів – аналітичний. Тільки після виконання аналітичного аналізу можна встановити необхідність проведення експериментальних досліджень та визначити їх мету.

Експериментальним дослідженням піддаються ті залежності поміж окремими величинами об'єктів управління, яких не вистачає для завершення аналітичного рішення задачі. Наприклад, дослідним шляхом можна знаходити залежності ємнісних коефіцієнтів об'єктів від інших координат, диференціалів $(dx/dy)_0$, що входять в коефіцієнт самовирівнювання δ для якоїсь з ємностей з боку надходження або витрат, а також коефіцієнтів перетоку γ . У деяких випадках проводять експериментальне дослідження залежностей поміж вхідними та вихідними координатами в статиці $y=f(x)$ та динаміки $y(t)=f_2[x(t)]$ або $y=\varphi(t)$ при $x=x_0I_0(t)$. Іноді до експерименту вдаються з метою ідентифікації моделей технологічних процесів.

Експериментальні дослідження можна провдрити на реальному технологічному устаткуванні активним способом (вдаючи необхідні для досліду впливи на об'єкт) або пасивно (фіксуючи зміни вхідних та вихідних величин в часі безпосередньо під час експлуатації), а також на фізичних моделях (змінених в масштабі дійсних технологічних процісів та устаткування)або на моделях, в тому числі з залученням обчислювальної техніки.

Для проведення експериментальних досліджень складають програму та методику. Програмою визначають які залежності повинні бути досліджені, в який термін та з якою точністю. Методика досліджень, що розроблюється на основі типових положень та методичних посібників, характеризує експереминтальне устаткування та прилади, визначає кількість дослідів та порядок їх проведення,

передбачає створення реальних агрозоофонів та способів локалізації перешкод, визначає методи фіксації показань приладів та обробки експериментальних даних.

При експериментальному дослідженні характеристик об'єктів управління на реальному технологічному устаткуванні бажано по можливості користуватися методом активного експерименту, суть якого міститься у поданні на вхід бажаної форми сигналу, наприклад, одиничний ступінчатий вплив, гармонічне або імпульс. Отримані при цьому результати легше обробити та отримати дані високої вірогідності.

Якщо на вхід подають ступінчастий вплив $*$, то на виході отримують функцію $y(t)$, яку в графічному зображенні називають кривою розгону. При гармонічному впливі $*$ отримують здвигнутий по фазі сигнал, а при імпульсному $*$ - здвигнуте по фазі збурення. Але отримані по результатам вимірів криві за звичай бувають зламаної форми, що пов'язане як з флуктаціями, так і з похибками вимірів. В процесі обробки експериментальних даних отримані криві зглажують, використовуючи для цього або метод найменших квадратів, або метод рівновеликих площ, що відсікаються зглаженою кривою від експериментальної.

Якщо не вдається створити стрибок сигналу вхідного впливу прямокутним по формі, то його прикладають зростаючим в часі t_n , але момент прикладання t_0 отримують усередненням часу початку та кінця збільшення вхідного сигналу $*$.

Пасивний експеримент застосовують у тих випадках, коли вхідні впливи не піддаються цілеспрямованій зміні або коли технологічний процес не дозволяє їх змінювати. Цей експеримент, як правило, дає маловиразні дані зміни як вхідних, так і вихідних змінних, що, в свою чергу, дуже затрудняє обробку матеріалу та визначення необхідних залежностей.

При проведенні пасивного експерименту особливу увагу приділяють забезпечення синхронності фіксації показань приладів в сталих та перехідних режимах, а також точності виконуваних вимірів.

При проведенні вимірів фізичної величини, особливо випадкового характеру, рекомендується використовувати самописці з реєстрацією показань в межах від 30 до 90 % ширини шкали, де точність вимірів найвища.

Якщо в об'єкті діють та фіксуються багаточисельні вхідні впливи (збурення), в тому числі випадкового характеру, то експеримент називають багатофакторним, а для аналізу його результатів застосовують регресивний метод. При цьому коефіцієнти рівнянь регресії визначаються методом найменших квадратів.

Регресивний аналіз отриманих функцій зводиться до оцінки значимості коефіцієнтів рівняння та перевірки адекватності рівняння реальному об'єкту. Значення коефіцієнтів регресії оцінюються по критерію Стьюдента

$$t_f = | a_j | / S_{aj},$$

де, a_j – значення i -го коефіцієнта регресії; S_{aj} – обране середнє квадратичне відхилення j - коефіцієнту.

Малозначні коефіцієнти виключають з рівняння регресії.

Існують і інші способи оцінки ступеню адекватності моделі-аналога реального об'єкту, які описані в спеціальній літературі.

Дослідження характеристик технологічних об'єктів шляхом моделювання відносять до формальних методів, оскільки при цьому об'єкт як би виривається з числа багатозв'язаних об'єктів та розглядається відокремлено від них. Це недолік багатьох сільськогосподарських об'єктів, де без врахування наявності реальних агро- та зоофона часто неможливо сказати про характер процесу. Але простота методу моделювання, можливість використання обчислювальної техніки сприяють його застосуванню.

ЛЕКЦІЯ 6

Тема : РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ВИБРАНИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

Розробка структурної схеми системи автоматичного управління

Структурну схему рекомендується розробляти в два етапи. На першому необхідно в'яснити взаємозв'язки між об'єктом управління і СУ, а саме:

- вихідні параметри об'єкта, які характеризують його кількісні і якісні показники функціонування;
- якими параметрами буде керувати створювана СУ;
- які параметри необхідно контролювати з метою отримання інформації, що необхідна для прийняття рішення.

Далі необхідно розглядати структуру об'єкта і його взаємозв'язки з майбутньою системою управління.

При розділенні системи на функціональні блоки потрібно керуватися наступним:

- якщо об'єкт розосереджений, тобто розташований у декількох приміщеннях або нагромаджений конструкціями, і вибір місця розташування операторського пункту, з якого було б видно всі механізми, ускладнений, то перший рівень майбутньої системи управління повинен бути децентралізованим, а число пунктів управління першого рівня залежить від числа виділених (централізованих) частин об'єкта і необхідності наявності інформації про хід технологічного процесу в цих місцях;

- якщо об'єкт управління технологічно пов'язаний з іншими об'єктами, тобто необхідна інформація про хід технологічного процесу для управління іншими об'єктами або інформація, необхідна для управління даним процесом, може з'являтися на інших об'єктах, то система управління повинна бути багаторівневою (мінімум - двохрівневою), як і в тому випадку, коли перший рівень (рівень

безпосереднього управління механізмами і машинами ТП) децентралізований (в тому випадку об'єднання і узгодження окремих частин системи управління проходить на другому рівні);

- при проектуванні систем управління окремими технологічними процесами необхідно передбачити передачу інформації на більш високих рівні управління виробництвом. Які вже існують або можуть бути реалізовані в майбутньому.

Кожною виділеною частиною об'єкта можна керувати як з будь - якого рівня системи управління, так як і з декількох одночасно. А також тільки з вищих рівнів, минаючи нижчі. Рішення про вибір того чи іншого типу управління залежить від багатьох факторів (наявність обслуговуючого персоналу, необхідність в інформації на місці, вимоги до точності управління та ін.) і обґрунтовується техніко - економічними розрахунками.

В пояснювальній записці перший етап розробки оформляють у вигляді двох схем: на першій представляють зв'язки об'єкта із системою управління, а на другій приводять результати аналізу структури об'єкта і СУ.

Рішення, прийняті на даному етапі розробки, повинні бути обґрунтовані технічними і техніко - економічними розрахунками.

На другому етапі розробки структурної схеми обґрунтовують рішення про зв'язки конкретного обладнання зі щитами і пультами, в яких розміщена СУ.

Результати розробки структури управління об'єктом оформляють у вигляді графічного листа. При оформленні керуються вимогами, викладеними в РТМ 25.240-76 " Керівний матеріал. Автоматизовані системи управління технологічними процесами. Структурні схеми управління і контролю. Методика оформлення ", а також довідковою літературою.

Контури умовних зображень на кресленні виконують суцільними лініями товщиною 0,5 мм, а лінії зв'язку - 1 мм. Лінії розмежувань всередині умовних зображень - товщиною 0,2...0,3 мм.

Умовні позначення виконують товщиною 0,5 мм. Структурні схеми збирання, обробки та передачі інформації рекомендується виконувати згідно рекомендаціям, наведеним в спеціальній літературі.

Складання функціональної схеми (ФС) системи автоматичного управління

У процесі розробки ФС на основі аналізу умов роботи технологічного обладнання і агрегатів необхідно вирішити наступні питання:

- 1) визначити оптимальний об'єм (рівень) автоматизації технологічного процесу;
- 2) уточнити технологічні параметри, які підлягають автоматичному регулюванню і контролю, встановити межі їх змін і вибрати методи вимірювання цих параметрів з метою наступного вибору технічних засобів для їх реалізації;
- 3) визначити групи технологічного обладнання, яке автоматично управляється (приводів механізмів, запірних органів і т. д.), що входять до локальних контурів автоматичного управління;
- 4) визначити об'єми автоматичних захистів і блокувань технологічних агрегатів і установок;
- 5) вибрати основні технічні засоби автоматизації, які найбільш повно відповідають висунутим вимогам і умовам роботи об'єкта, який автоматизується;
- 6) розмістити прилади і апаратуру на щитах і пультах центральних пунктів управління, диспетчерських пунктів, безпосередньо біля агрегатів і т. д. і визначити способи представлення оператору необхідної інформації про хід технологічного процесу (мнемосхеми, графічні панелі та ін. пристрої).

ГОСТ 24.103-84 визначає ряд принципів, якими необхідно керуватися при розробці функціональних схем автоматизації.

1. У процесі розробки ФС необхідно враховувати не тільки існуючі вимоги технологічних процесів, але й перспективи їх модернізації і розвитку.

Необхідно врахувати тенденції збільшення продуктивності тварин, росту виробництва, підвищення вимог до точності та ін. Це відображається на виборі принципів регулювання і вимірювання параметрів процесу. Необхідно записувати значення параметрів (за допомогою контролюючих, записуючих приладів), щоб можна було проаналізувати результати роботи і прийняти рішення по організації управління процесом.

2. Рівень автоматизації технологічного процесу потрібно вибирати з досягнень ведучих господарств, рівня науково - технічних розробок і можливостей вибраного комплексу технічних засобів.

На цьому етапі проектування необхідно розробити нестандартні засоби автоматизації (первинні вимірювальні перетворювачі, виконавчі механізми, регулюючі пристрої та ін.) і обґрунтувати необхідність їх розробки.

Основною метою розробки ФС повинно бути не прив'язування існуючих технічних рішень, а їх модернізація з метою досягнення необхідної якості і кількості продукції

3. Необхідно передбачити можливість поетапної реалізації автоматичної системи управління - від локальних систем до повного комплексу зі зростаючим ступенем охоплення задач і функцій управління.

Таким чином, розглядаючи будь - яке коло управління, потрібно передбачити такий вибір принципу дії, засобів управління і архітектуру їх взаємозв'язку, щоб надалі з мінімальними змінами вона могла бути включена до наступного рівня автоматизації.

4. При розробці ФС крім питань, пов'язаних з побудовою СА того чи іншого процесу, агрегату або ділянки, повинні бути вирішені питання про взаємний зв'язок цих систем з автоматизованою системою управління виробництвом (АСУП).

5. Системи автоматизації технологічних процесів потрібно будувати на базі засобів автоматизації та обчислювальної техніки, яка випускається серійно.

Технологічні комунікації і трубопроводи газу і рідини зображаються у відповідності з ГОСТ 21.106-78, а прилади і засоби автоматизації - за ОСТ 36-27-77.

ФС можуть бути виконані двома способами.

При першому способі щити і пульти умовно зображають прямокутниками (у верхній або нижній частині креслення), в яких за допомогою умовних зображень показують встановлювані в щитах і пультах прилади і засоби автоматизації. Від них ідуть лінії зв'язку до елементів схеми, з якими вони взаємодіють. Прилади і засоби автоматизації, які встановлюються поза щитами і пультами і не пов'язані безпосередньо з технологічним обладнанням і комунікаціями, умовно показують в прямокутнику з надписом " Прилади місцеві ". Такий прямокутник розташовують над прямокутниками щитів і пультів оператора.

Однотипним приладам, які відносяться до одного комплекту, присвоюють однакові номери, незалежно від місця їх установки. Однакові номери присвоюють і комплектам апаратури, які складаються з набору однакових приладів.

За другим способом прилади і засоби автоматизації зображають поблизу відбірних пристроїв і датчиків. При цьому щити і пульти в схемах не показують. Цим досягається простота поєднання схеми контролю і управління з технологічною схемою і менша трудомісткість при їх складанні. Цей спосіб зображення ФС застосовують лише при наявності креслення " Технологічна схема...".

ЛЕКЦІЯ 7, 8

Тема : Побудова електричних схем автоматизації

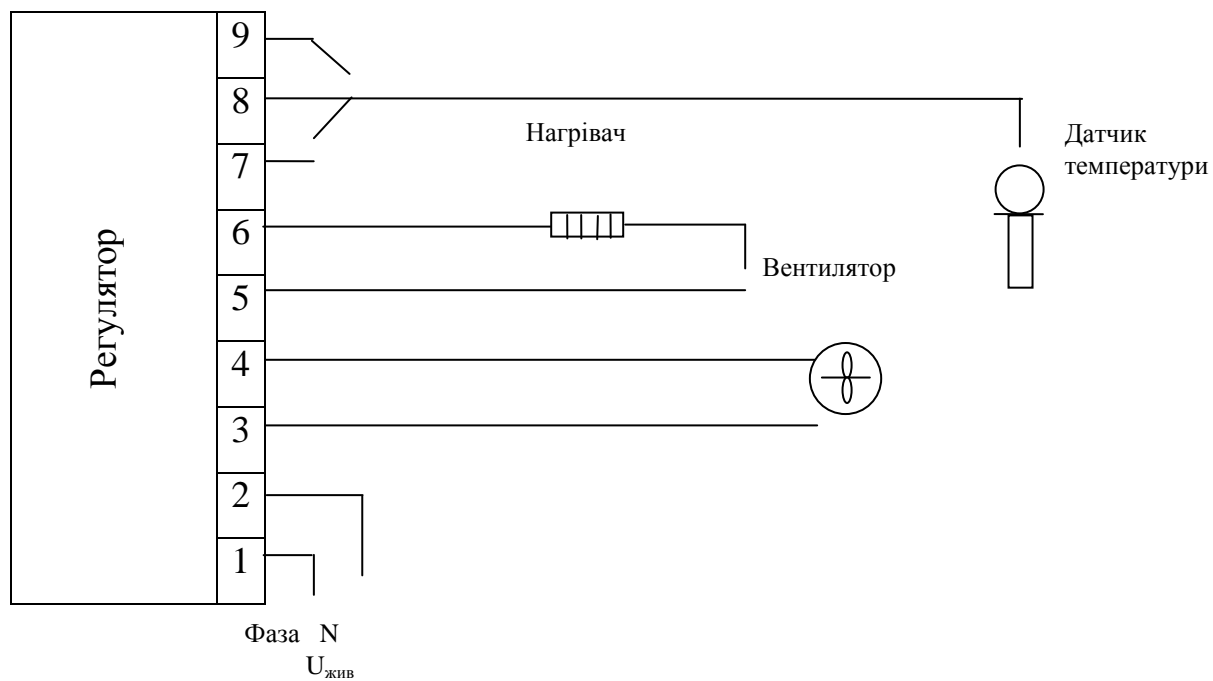
Всі складні схеми автоматизації технологічних процесів складаються з елементарних схем автоматизації окремих технологічних операцій та схем автоматизації підтримання різноманітних параметрів в заданих межах.

Тому для складання схем автоматизації будь-якого виробничого процесу використовуються елементарні схеми автоматизації окремих технологічних операцій та створюються схемні узгодження роботи цих окремих схем. Тобто знання схем роботи технічних засобів автоматизації технологічних процесів та їх параметрів, і трохи інженерного мислення дозволять створити схему автоматизації будь-якого технологічного процесу. Але для оптимізації створеної системи автоматичного управління необхідно знання теорії автоматичного управління та вміння його синтезу. Особлива роль знань теорії автоматичного управління виникає при створенні системи автоматичного регулювання на рівні програмного рішення та використанні мікропроцесорної техніки.

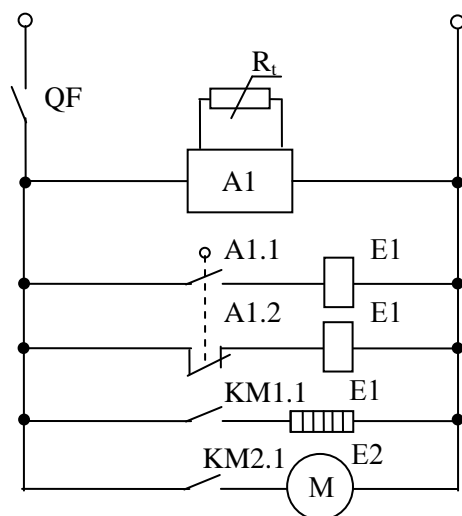
Отже, для створення системи автоматичного управління необхідно знати елементарні схеми автоматизації на рівні регулювання та управління .

Почнемо з найбільш поширеної в сільському господарстві автоматизації підтримання температурних параметрів процесу.

Якщо використовується для підтримання температури середовища 2^x-позиційний регулятор температури то підключення регулятора до датчика, нагрівача і охолоджувача наступне:

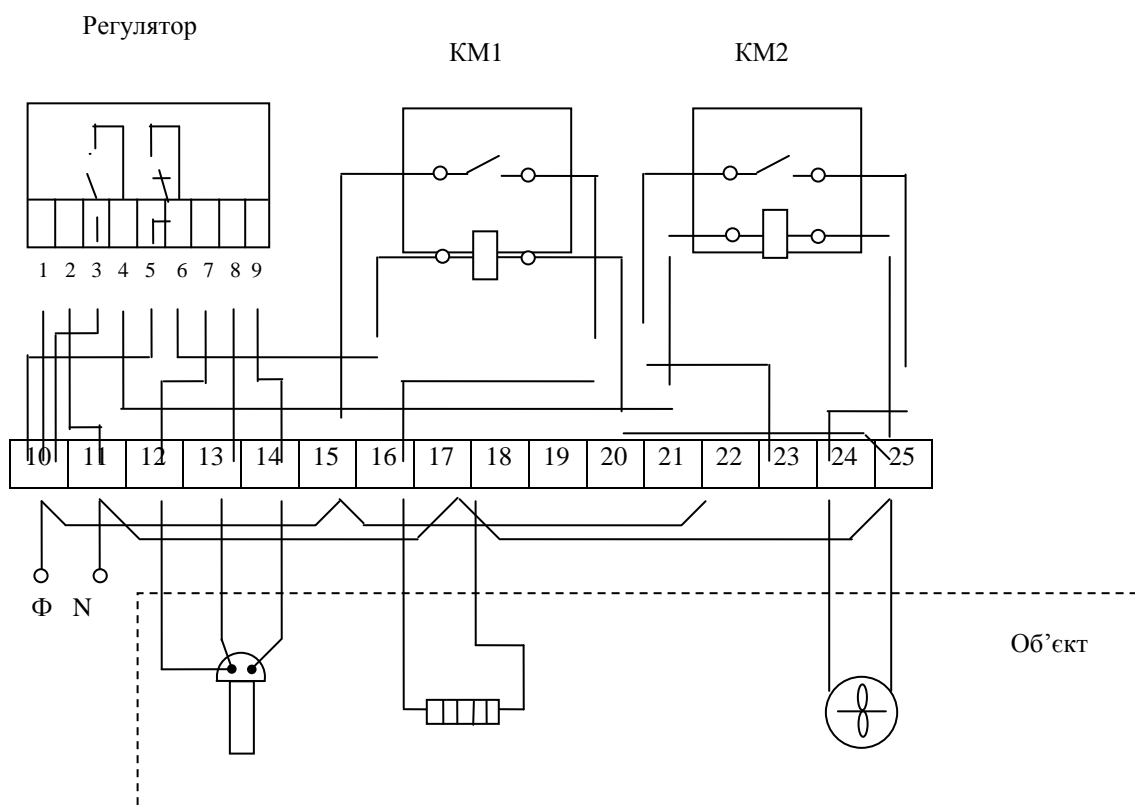


електрична принципова схема виглядає так:



Регулятор температури з датчиком температури
Управління нагрівачем
Управління Вентиляцією
Нагрів
Вентиляція

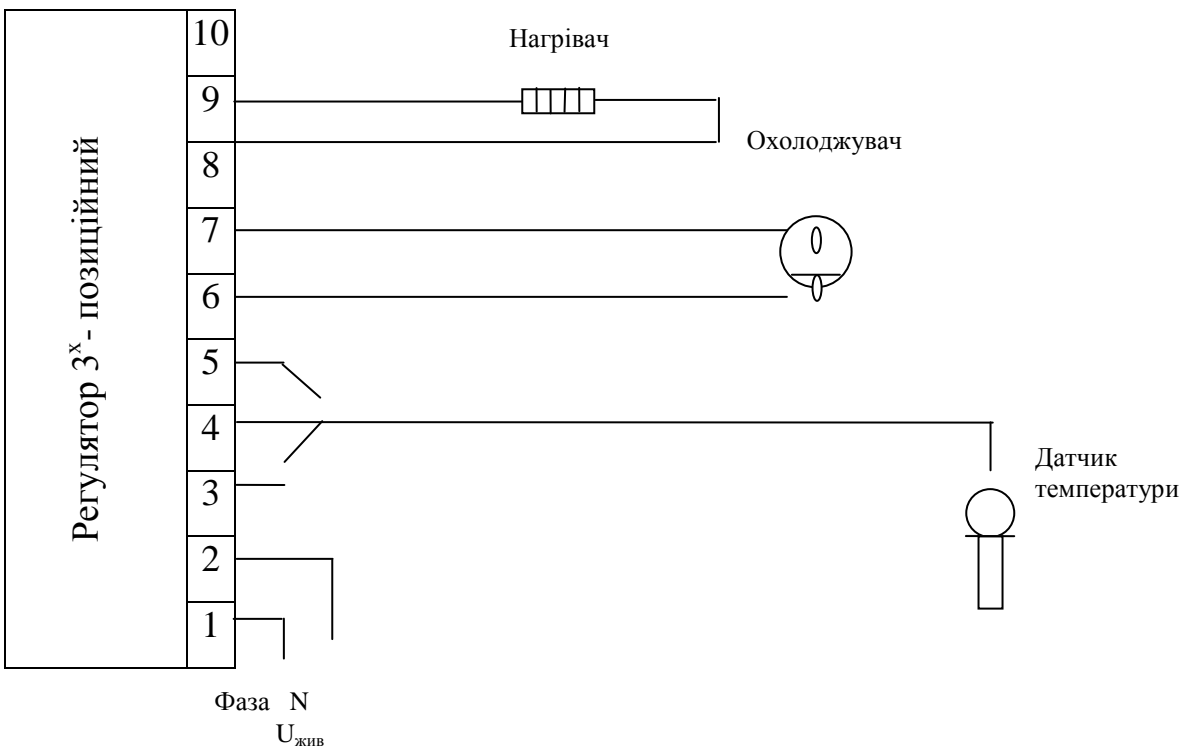
схема електричних підключень така:



При 2^x-двопозиційному регулюванні, якщо відомо точно, що буде виникати необхідність тільки в охолодженні, то в сітьовому оточенні регулятора треба мати тільки агрегат охолодження (вентилятор, холодильник), а якщо відомо точно, що тільки нагрів – то замикають тільки нагрівачі. Крім того необхідно пам'ятати, що у 2^x-двопозиційного регулятора може бути тільки для підключення охолоджувача, або тільки для підключення нагрівача в залежності від його модифікації.

При 3^x-позиційному регулюванні необхідно вважати, що з'являється зона температурного диференціалу, коли не працює не нагрівач не охолоджувач.

Тоді технологічна схема підключена до регулятора сітьового оточення (датчика і виконавчих механізмів) буде мати такий вид:



Електрична принципова схема такого підключення наступна:

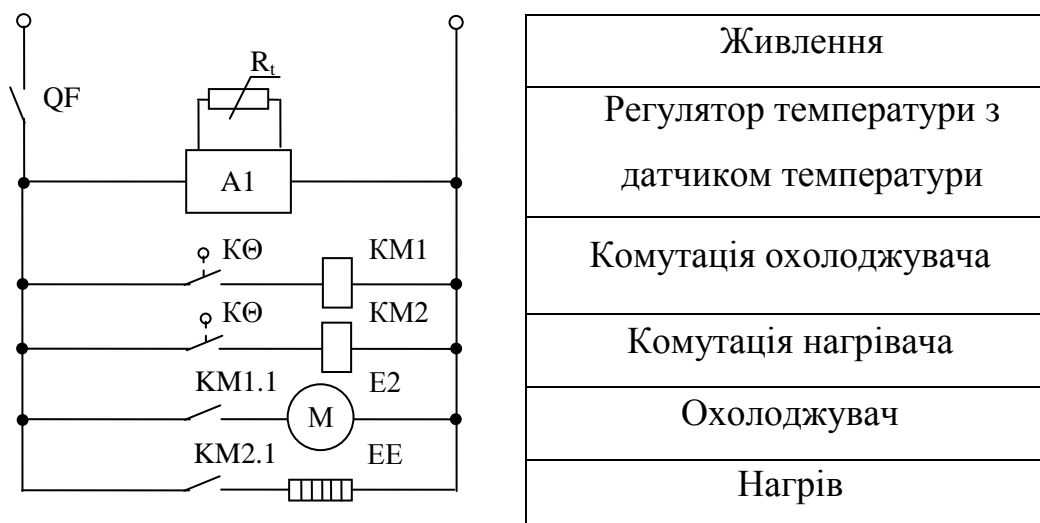
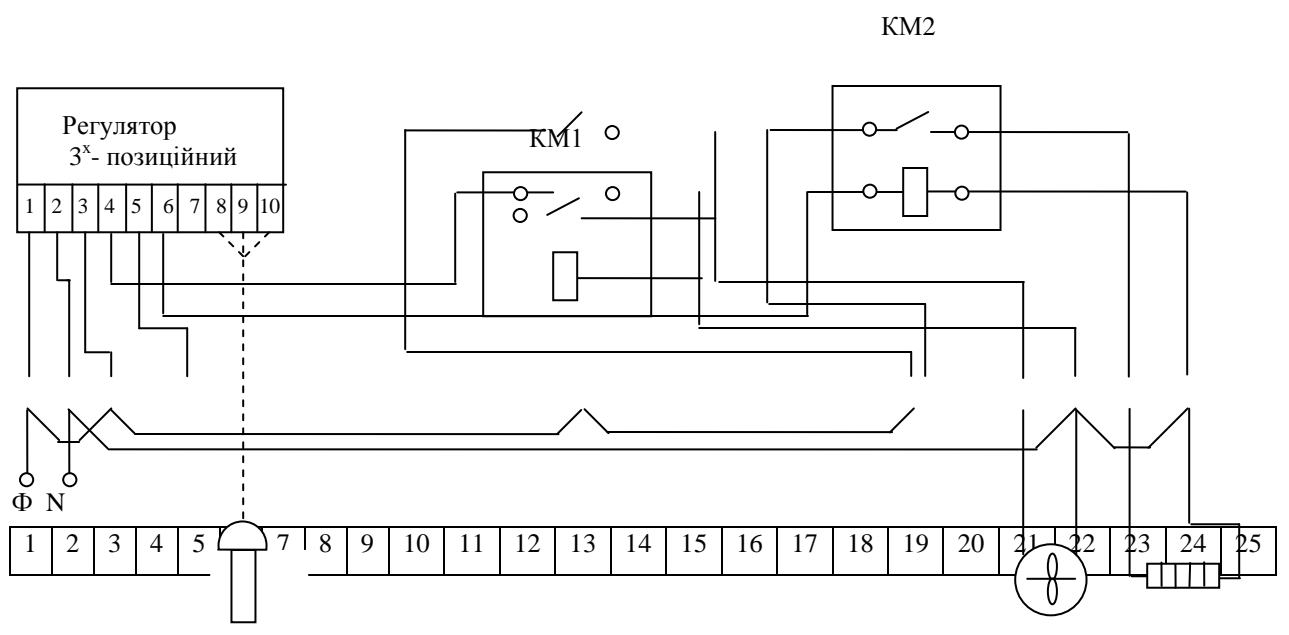


Схема електричних підключень наступна:



ЛЕКЦІЯ 9.

ТЕМА: ШЛЯХИ І НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Проектування, побудова та функціонування сучасних систем автоматизації базується на сукупності методів теорії управління, що дозволяють обґрунтувати рішення, які приймаються для досягнення мети в умовах певної ситуації. Основним завданням теорії керування є цілеспрямоване удосконалення технологічних процесів. При цьому одночасно з прогнозуванням поведінки процесу у майбутньому необхідно врахувати значну розмірність множини альтернатив можливих керуючих впливів. Для визначення, як керуючий вплив на стан системи відобразиться на її майбутніх станах, в теорії керування традиційно застосовуються методи функціонально-цільового аналізу.

Як відомо, на практиці не завжди можливо точно розробити адекватну математичну модель об'єкта внаслідок складності, а часто і неможливості повної формалізації процесів, що підлягають керуванню. Так, наприклад, зміна умов навколишнього середовища функціонування об'єктів системи може суттєво впливати на конкретні значення параметрів моделі та її структуру. У таких випадках доцільно застосовувати системи інтелектуальної технології керування і обробки інформації, які дозволяють вирішувати задачі керування складними динамічними об'єктами у тих випадках, коли „жорсткі” моделі та алгоритми не в повній мірі адекватні реальному процесу, яким необхідно керувати. При цьому, процес керування характеризується контекстною тотожністю сприйняття інформації і залежить від результатів пізнання, оцінка яких можлива тільки через індивідуально створений „ситуаційний образ”.

Використання інтелектуальних компонент на базі нечіткої логіки в системах керування є підрозділом інтелектуального керування і значно розширює можливості проектування і керування нелінійними динамічними системами.

Застосування для ідентифікації в умовах різних видів невизначеності апарату теорії ймовірності призводить до того, що фактично невизначеність, незалежно від її природи, прирівнюється до випадковості, між тим як основним джерелом невизначеності є нечіткість або розмитість.

Вперше термін „нечітка логіка” був введений Лотфі Заде, який показав можливість покладання нечіткої логіки в основу нового покоління інтелектуальних систем управління. Основна ідея нового методу полягає в тому, що спосіб мислення людини, який спирається на природну мову, не може бути описаний в рамках традиційних математичних формалізмів. Цим формалізмам властива строга однозначність інтерпретації, а все, що пов’язане з використанням природної мови, має багатозначну інтерпретацію.

Згідно з принципом несумісності, збільшення розмірів і складності системи суттєво ускладнює можливість її моделювання за допомогою відомих математичних виразів, і створення повністю адекватної моделі стає практично неможливим. Як альтернатива пропонується лінгвістична модель, в основі якої лежить набір слів, які відображають якість. Застосування такого методу не забезпечує рівень точності математичних моделей, але дає можливість створити цілком якісну модель системи, зокрема, в умовах неповної інформації. При цьому нечіткість – це, скоріше, достоїнство (перевага), а не недолік моделювання.

Для нечіткого керування характерна паралельна обробка великої кількості правил – на відміну від безперервного виконання послідовних приписів типу чіткого алгоритму.

До найбільш помітних і важливих успіхів застосування нечітких систем належить керування технологічними процесами. Серед областей застосування алгоритмів нечіткої логіки можна привести також самонавчальні системи (класифікатори), дослідження ризикових і критичних ситуацій і даних (корпоративних сховищ), удосконалення стратегії управління і диспетчеризація тощо. Системи, що ґрунтуються на нечітких множинах, розроблені і успішно впроваджуються також у таких областях, як управління транспортом, медична

діагностика, фінансовий менеджмент, біржове прогнозування, розпізнання образів. Спектр застосування дуже широкий – від відеокамер і побутових пральних машин до засобів наведення ракет ПВО і керування бойовими вертольотами. Товари фірм, в яких „Artificial Intelligence” (Штучний інтелект) технологія є однією з ключових, домінують на світових ринках.