**Лекція 5**

**Новітні технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці**

**Тенденції розвитку технічних систем керування.**

**Підсистеми керування якісно змінюються і**

**набувають суттєво більшої ваги.**

***Технічна система*** – це сукупність технічних об’єктів, поєднаних спільною метою та загальним алгоритмом функціонування. Вони призначені для виконання певного технологічного процесу. Таким чином, завдання технологічної технічної системи полягає в тому, щоб реалізувати певний технологічний процес на основі апріорної інформації, отриманої під час проведення прикладних досліджень.

***Технічними об’єктами*** технологічної технічної системи є такі підсистеми: **підсистема робочого руху, керування**, подачі інструмента, закріплення заготовок, контролю, змащення, охолодження, нагрівання, технічної діагностики, утилізації відходів тощо.

***Структурну схему технічної системи*** можна представити у вигляді піраміди (рисунок 3), основою якої є підсистема робочого руху, а на вершині розташовано **підсистему керування.**

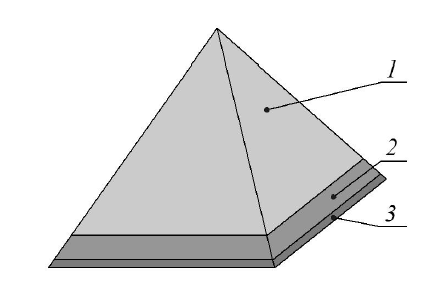


Рис. 1 – Структурна схема технологічної машини:

1 – підсистема керування; 2 – інші підсистеми;

3 – підсистема робочого руху

**Нині на створення підсистеми керування витрачається до 80% ресурсів, а на підсистему робочого руху – буває не більше 5%. Решта витрачається на підсистеми допоміжного призначення. Слід зазначити, що 50 років тому на підсистему керування ці витрати становили не більше 20%.**

**Зокрема, з᾽явився новий клас високоточних приводів, які керуються від пристроїв ЧПК (числового програмного керування). Прикладом може бути привод, який включає кроковий електродвигун, гідравлічний підсилювач, гідродвигун та безлюфтову кулькову гвинтову пару.**

Підсистеми робочого руху та керування є основними технічними об’єктами, без яких існування технологічної технічної системи неможливе. Інші підсистеми виконують допоміжні функції та слугують для збільшення надійності, підвищення ефективності та розширення технологічних можливостей технологічної технічної системи, тобто технологічної машини.

***Підсистема керування у своєму складі, окрім апаратури та засобів керування, може містити інформаційні машини, що здатні керувати усіма технічними об’єктами технологічної технічної системи. А також, залежно від специфічних вимог виконуваної технологічної операції, програмувати алгоритм дії всіх підсистем технологічної машини, змінюючи за необхідністю траєкторію та послідовність руху робочих органів у межах технологічних можливостей машини.***

Кожен технічний об’єкт технологічної технічної системи зазвичай містить такі складові частини: **силовий привід,** виконавчий механізм та робочий орган.

Силовий привід являє собою сукупність різних пристроїв (електричних, механічних, гідравлічних, пневматичних тощо), які призначені для приведення до дії виконавчих механізмів робочого руху та виконавчих механізмів інших технічних об’єктів, що входять до складу технологічної технічної системи. Силовий привід

складається з двох частин: джерела механічного руху та передавального механізму.

Джерелами механічної енергії є теплові, електричні, гідравлічні, пневматичні, гравітаційні та інші види двигунів, що перетворюють споживану енергію в механічну роботу. Нині поширені електричні двигуни, вихідні ланки яких у переважній більшості здійснюють обертовий рух, тобто є валами.

**Класичні системи автоматичного керування**

1. *Класифікація систем.*
2. *Системи стабілізації, слідкування, програмні, екстремальні.*
3. *Принципи регулювання за відхиленням, збуренням, комбіновані, адаптаційні.*
4. *Функціональні схеми реалізації.*

Автоматичні системи можна класифікувати за багатьма ознаками: за призначенням (системи керування техноло­гічними режимами, апаратами і машинами), за характером керованих величин (системи регулювання температури, густини середовища, тиску та ін.); за видом енергії, що ви­користовується для керування (електричні, гідравлічні, пнев­матичні й ін.) і т.д.

За характером зміни задавального впливу *хв (t)* (заданого значення керованої величини) автоматичні системи роз­діляють на три типи: системи стабілізації, програмні системи і слідкуючі системи.

*Система стабілізації* – автоматична система, призначена для підтримки із заданою точністю постійного значення керованої величини.

У цій системі необхідне значення керованої величини постійне, а помилка (розузгодження) в усталеному режимі ΔХуст не повинна перевершувати допустимої величини ΔХдоп:

*Програмна система –* автоматична система, завдання якої полягає в зміні керованої величини за зазделегідь складеною програмою, що визначається задавальним впливом:

 ,

*доп*

*вих*

*вх*

*уст*

*Х*

*Х*

*X*

*X*









де *Fn (t) –* заздалегідь невідома функція часу.

*Слідкуюча система* – автоматична система, завдання якої полягає в зміні керованої величини відповідно до заздалегідь невідомої функції часу, що визначається задавальним впливом:



*доп*

*вих*

*вх*

*уст*

*Х*

*Х*

*X*

*X*









де *F (t)* – заздалегідь невідома функція часу.

У слідкуючій системі керована величина повинна слідувати за задавальним впливом, що звичайно є повільно змінюваною, але зазделегідь невідомою функцією часу.

*Система екстремального регулювання –* оптимізуюча автоматична система, призначена для пошуку і підтримки координат вхідних параметрів об’єкта, що визначають екстремальне значення вихідної величини. Подібні системи знаходять своє застосування в об’єктах, що характеризуються екстремальною статичною характеристикою з дрейфуючою точкою екстремуму.

*Принципи регулювання*. Незважаючи на велику різноманітність технічних процесів, побудова апаратури керування і автоматичних систем основується на ряді загальних принципів регулювання, основні з яких наступні:

***принцип регулювання за відхиленням,***

***принцип регулювання за збуренням,***

***принцип комбінованого регулювання***

***принцип адаптації.***

Принцип автоматичного регулювання (керування) визначає, як і на основі якої інформації формувати керуючий вплив у системі. Однією з основних ознак, що характеризують принцип регулювання, є необхідна для вироблення керуючого впливу робоча інформація. Вибір принципу побудови автоматичної системи залежить від її призначення, характеру зміни задавальних і збурювальних впливів, можливостей отримання необхідної робочої інформації, стабільності параметрів керованого об’єкта і елементів керуючого пристрою і т.ін.

***Принцип регулювання за відхиленням***

Якщо в автоматичній системі керуючий вплив виробляється на основі інформації про відхилення регульованої величини від заданого значення, то кажуть, що система побудована на основі принципу регулювання за відхиленням, або принципу зворотного зв’язку. Для реалізації цього принципу в регулюючому пристрої необхідно здійснювати порівняння дійсного значення регульованої величини із заданим значенням та управляти об’єктом в залежності від результатів цього порівняння.

Як приклад розглянемо САР за відхиленням, показану на рис. 2.

На схемі об’єкт керування (регулювання), регулюючий орган (РО) і система автоматичного контролю вихідного параметра (САК) об’єднані в окремий блок – узагальнений об’єкт регулювання (УОР). У свою чергу, регулятор, виконавчий механізм (ВМ), елемент порівняння (ЕП) і задаючий пристрій (ЗП) утворюють блок керування або керуючий пристрій (КП).

**Рис. 2. Функціональна схема САР за відхиленням.**

УОР

Х(t) РО

## Об'єкт регулювання

#### ВМ

ЗП

###### Регулятор

САК

Y(t)

Z(t)

ΔY

КП

ЕП

Yз

Yт

μ(t)

**УОР – узагальнений об'єкт регулювання, КП – керуючий пристрій, X(t) – вхідний параметр об'єкта, Y(t) – вихідний (регульований) параметр, Z(t) – збурюючий вплив, Yт,Yз – поточне і задане значення параметра, ∆Y – сигнал роз­узгодження, μ(t) – керуючий вплив, САК – система авто­матичного контролю, ЗП – задавальний пристрій, ЕП – елемент порівняння, ВМ – виконавчий механізм, РО – регулюючий орган.**

Система автоматичного контролю вихідного параметра (САК) служить для автоматичного вимірювання абсолютного значення регульованої величини і вироблення сигналу її поточного значення (Yт). Згідно з вимогами, що висуваються до систем контролю, вихідний сигнал вимі­рювального пристрою повинен бути пропорційним вимірюваній величині. Крім того, вихідний сигнал несе інформацію про напрям відхилення вимірюваної величини.

Елемент порівняння (ЕП) – елемент автоматики, що звичайно входить до складу регулятора, виробляє сигнал розузгодження ∆(y) (векторну різницю між поточним значенням регульованого параметра і заданим):

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Робота представленої системи проста. При відхиленні регульованої величини від заданого значення на елементі порівняння формується сигнал розузгодження, який після підсилення і перетворення за необхідним алгоритмом у регуляторі керує роботою виконавчого механізму.

Останній впливає на регулюючий орган, змінюючи значення вхідного сигналу доти, поки не зникне відхилення поточного значення регульованої величини від заданого, тобто до моменту виконання умови ΔY=0.

Принцип керування за відхиленням є універсальним і ефективним, оскільки він дозволяє враховувати всі впливи на об’єкт (всіх збурень і завад), управляти складними об’єктами, а також здійснювати необхідний закон зміни керованої величини з допустимо малим відхиленням (помилкою) незалежно від того, якими причинами воно викликане.

Однак, при великому транспортному запізненні об’єктів керування цей принцип може бути непридатним і САК буде нестійкою. Тобто, при швидкоплинних змінах вхідного збурення і фіксації їх наслідку (відхилення керованої величини) через порівняно тривалий проміжок часу керуючий вплив “не встигатиме” за збуренням (и), а в ряді випадків навіть погіршуватиме стан об’єкту керування.

Характерною рисою автоматичних систем, побудованих на основі принципу керування за відхиленням, є наявність контролю регульованої величини і головного зворотного зв’язку (ГЗЗ). Зворотний зв’язок в цьому випадку утворений керуючим пристроєм.

***Принцип регулювання за збуренням***

Принцип керуванняза збуренням, або принцип компенсації збурень, полягає в тому, що керуючий вплив у системі вироб­ляється в залежності від результатів вимірювання збурення, що діє на об’єкт. Іншими словами, в даних системах керуючий вплив є функцією збурюючого впливу.

Величина і знак керуючого впливу повинні бути такими, щоб повністю або значною мірою компенсувати вплив збурюючого впливу на об’єкт.

Системи, побудовані за цим принципом, працюють за розімк­неним ланцюгом, тобто не мають зворотного зв’язку.

На сьогодні принцип керування за збуренням у збага­чувальній практиці застосовується рідко. Основна причина цього – складність, а часто і неможливість виміряти і врахувати всі збурення, що діють на об’єкт. Звичайно враховується дія лише одного або декількох найбільш істотних збурень, які вимі­рюються контролюючими пристроями.

Приклад реалізації САР за збуренням показано на рис. 3.



**Рис. 3. Функціональна схема САР за збуренням**

На представленій схемі не показані проміжні ланки – елемент порівняння і задаючий пристрій.

Принцип роботи схеми зрозумілий з рисунка. Особливість реалізації схеми – вибір каналу керування на об’єкті (Х(t)), здатного компенсувати вплив збурюючого впливу на вихідний параметр.

Основна перевага систем за збуренням – висока швидкодія ланцюгів компенсації, оскільки система реагує безпосередньо на причину, а не на наслідок, тобто регулятор починає працювати в момент виникнення збурення на вході в об’єкт керування. Недолік розімкнутих САР – реакція тільки на основні збурення, які можна виміряти, і нереагування на завади (другорядні впливи).

При надходженні на об’єкт декількох основних збурень необхідно передбачати таке ж число локальних САР. Це суттєво ускладнює систему керування об’єктом. Тому розімкнуті системи застосовують у випадку наявності одного основного збурення і високого самовирівнювання об’єкта.

***Принцип комбінованого регулювання***

Сучасні автоматичні системи високої точності звичайно будують на основі принципу комбінованого керування, що поєднує в собі принципи керування за відхиленням і за збуренням. При цьому в автоматичних системах комбінованого керування нарівні із замкненими контурами, що утворюються від’ємними зворотними зв’язками, є ланцюги компенсації основного збурюючого впливу Z(t) або додатковий ланцюг компенсації помилок від задаючого впливу. Подібні системи рекомендується застосовувати для керування об’єктами, які характеризуються наявністю істотних збурень, великою інерційністю і присутністю транспортного запізнення.

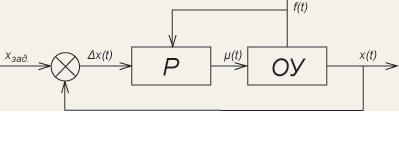


Рис. 4. **Функціональна схема САР при комбінованому керуванні**

Принцип комбінованого керування вільний від недоліків САР за відхиленням і збуренням і поєднує їх переваги.

***Принцип адаптації***

Розглянуті принципи автоматичного керування довгий час були єдиними. Однак успішний розвиток кібернетики дозволив застосувати в автоматичних системах новий принцип керування – принцип адаптації (пристосування). Характерна особливість цього принципу – здатність системи до самонастройки (налагодження) при зміні характеристик об’єкта керування, властивостей вхідного сигналу і діючих обурень. По суті в залежності від зовнішніх умов у цих системах з метою найкращого керування об’єктом змінюється спосіб функціонування системи або її структура.

Для досягнення необхідних показників якості процесу керування до основної системи підключені наступні додаткові пристрої, які створюють контур самоналагодження: *пристрій аналізу вхідного сигналу,* що оцінює властивості вхідного сигналу, наприклад, швидкість і прискорення зміни задаючого впливу, а також визначає спектральну щільність збурень. Такий аналіз необхідний для вибору критерію оптимальності системи; *пристрій аналізу об’єкта,* призначений для оцінки змін динамічних характеристик керованого об’єкта; *обчислювальний пристрій,* що визначає спосіб зміни характеристик основного керуючого пристрою (параметрів, структури або закону керування) на основі закладених в ньому критеріїв оптимальності системи; *виконавчий пристрій* контуру самона­лагодження, виконує функцію настройки керуючого пристрою відповідно до сигналів, які надходять від обчислювального пристрою.

Роботу контуру самоналагодження можна представити як процес автоматичної настройки керуючого пристрою основної системи за сукупністю поточної інформації про змінні умови роботи для досягнення поставленої мети керування.

У практиці автоматизації нафтогазової галузі подібні системи в даний момент перебувають на стадії розробки.

**Сучасні нечіткі системи автоматичного керування (управління)**

**Загальні поняття**

Серед сучасних виробничих процесів знайдеться чимало таких, які мають комплекс несподіваних для класичної теорії автоматичного управління (ТАУ) якостей. Цим «незручним» або, як їх ще прийнято називати, «слабкоструктурованим» або «погано визначеним» об'єктам притаманні такі властивості, як унікальність, відсутність формалізуючої мети існування і оптимальності, нестаціонарність структури і параметрів, неповнота або практично повна відсутність формального опису об'єкта. Такі об'єкти порівняно мало вивчені, що істотно ускладнює їх точний математичний опис. Управління слабкоструктурованими об'єктами являє з точки зору класичної ТАУ досить складну, практично нездійсненну задачу. Це викликано тим, що при побудові традиційної системи автоматичного управління (САУ) необхідно попередньо формально описати об'єкт управління і сформувати критерії управління на базі математичного апарату, що оперує кількісними категоріями. У разі, якщо неможливо дати точний математичний опис об'єкта і критеріїв управління ним у кількісних термінах, традиційна ТАУ виявляється непридатною. Наприклад, класична ТАУ детермінованими і стохастичними системами успішно застосовується для побудови САУ літальними апаратами, енергетичними установками і т.п., але спроби поширення традиційних методів на такі області, як біосинтез, багатофазні хіміко-технологічні процеси, пов'язані з випалюванням, плавкою, каталізом і т.п., не дали відчутних практичних результатів, незважаючи на дедалі складніші математичні методи їх опису.

Однак, на практиці подібними слабко структурованими об'єктами досить успішно керує людина-оператор, яка спостерігає і аналізує, запам'ятовує інформацію, робить певні висновки тощо, і, як наслідок, приймає правильні рішення в обстановці **неповної і нечіткої інформації**. Завдяки своєму інтелекту, людина може оперувати не тільки з кількісними (що певною мірою може і машина), але і з якісними неформалізованими поняттями, внаслідок чого досить успішно справляється з невизначеністю і складністю процесу управління. Тому побудова моделей наближених міркувань людини і використання їх в САУ (САР) являє сьогодні одне з найважливіших напрямків розвитку ТАУ. Не викликає сумнівів, що істотне підвищення ефективності управління складними об'єктами полягає в створенні інтелектуальних САУ, здатних в тій чи іншій мірі відтворювати певні інтелектуальні дії людини, пов'язані з придбанням, аналізом, класифікацією знань в предметній області управління технологічним процесом, а також оперувати знаннями , накопиченими людиною-оператором або самою системою в ході практичної діяльності з управління об'єктом.

Власне, дія нечітких САУ близька до евристичного моделювання – створення моделей процесів, що сформувалися у робочого або інженера, який веде процес, але звичайно не відтворені ними в необхідній узагальненій формі.

У зв'язку з бурхливим розвитком обчислювальної техніки останнім часом почалося використання нових методів інтелектуального управління в промисловості. І хоча перші застосування інтелектуальних САУ відбулися в Європі, найбільш інтенсивно впроваджуються такі системи в Японії. Спектр додатків їх широкий: від управління промисловими роботами, ректифікаційними установками і доменними печами до пральних машин, пилососів і СВЧ-печей. При цьому інтелектуальні САУ дозволяють підвищити якість продукції при зменшенні ресурсо- і енерговитрати і забезпечують більш високу стійкість до впливу збурюючих факторів у порівнянні з традиційними САУ.

**Інтелектуальні САУ**

Теорія інтелектуальних САУ є досить молодий напрямок ТАУ. Одним з напрямків в сучасній технології управління є нечітке управління (fuzzy control). Теорія нечіткого управління є однією з гілок теорії інтелектуальних систем і активно застосовується в даний час для синтезу нечітких регуляторів, гібридних регуляторів, нечітких пошукових систем автоматичної оптимізації, нечітких пристроїв оцінювання і фільтрації. Методи, що розвиваються в теорії нечіткого управління, спираються на математичну теорію нечітких множин і побудовану на її основі нечітку логіку (fuzzy logic), яка дозволяє оперувати невизначеною або нечіткою інформацією, не інтерпретується в кількісних термінах. Тому при управлінні складними процесами, які не мають точного кількісного математичного опису, нечіткі системи в порівнянні з традиційними мають кращу перешкодозахищеність, швидкодію і точність за рахунок більш адекватного опису реального середовища, в якому вони функціонують.

Основна мета нашої лекції – дати доступні первинні знання в одній з найцікавіших, мало вивчених, але безперечно перспективних галузей сучасної теорії автоматичного управління – нечіткого управління в технічних системах, як одного з напрямків теорії інтелектуальних систем.

**Класифікація інтелектуальних систем і структурна організація інтелектуальних САУ**

Основна функція інтелектуальних САУ, якісно відрізняє їх від інших САУ - це реалізація певних «розумних», людиноподібних міркувань і дій, спрямованих на досягнення певної мети у відповідній предметній області.

У більшості випадків, виконуючи якісь дії, людина сама точно не усвідомлює, як вона це робить. Нам невідомий алгоритм дій нашого мисленєвого процесу, вироблення плану дій, виконання завдання і т.д.

Таким чином, будь-яка задача, для якої невідомий алгоритм рішення, відноситься до області застосування систем штучного інтелекту. При вирішенні цих завдань людина діє, не маючи точного методу розв'язання проблеми.

Даний тип завдань володіє двома характерними особливостями:

* використання інформації в символьній формі (слова, знаки, малюнки), що відрізняє системи штучного інтелекту від традиційних комп'ютерних систем, що обробляють тільки числові дані;
* наявність можливості вибору – відсутність алгоритму рішення означає тільки те, що необхідно робити вибір між багатьма варіантами в умовах невизначеності.

За сукупністю розв'язуваних завдань системи штучного інтелекту можна поділити на такі групи:

* системи розпізнавання образів;
* математичні системи і системи автоматичного доведення теорем;
* ігрові системи;
* системи вирішення технічних завдань, пов'язаних з цілеспрямованим рухом в просторі і часі;
* системи розуміння природної мови;

Зауважимо, що мобільні робототехнічні системи повинні вирішувати і завдання розпізнавання образів, і технічні завдання по позиціонуванню, обходу перешкод і т.д. Експертні системи повинні мати можливість розуміння природної мови, володіти здібностями математичних систем, реалізовувати прогностичні можливості ігрових систем. Таким чином, з розвитком інтелектуальних систем росла їх складність і багатофункціональність, та це й зрозуміло – в ідеалі інтелектуальна система повинна відтворювати розумову діяльність людини, а людина, як відомо, це багатофункціональний інтелектуальний «пристрій».

Принципово нову структурну організацію інтелектуальних систем, спираючись на теорію штучного інтелекту, дослідження операцій і автоматичного управління, розробив у 1989 р. Дж.Сарідіс (один з творців нового наукового напрямку – теорії інтелектуальних машин, що являє загальносистемний підхід до вирішення завдань проектування інтегрованих інтелектуальних систем).

Інтелектуальна САУ структурно поділяється на три узагальнених рівня, упорядкованих відповідно до фундаментальним принципом IPDI (Increasing Precisionwith Decreasing Intelligence) теорії інтелектуальних машин: у міру просування до вищих рівнів ієрархічної структури підвищується інтелектуальність системи, але знижується її точність, і навпаки.

Сьогодні відповідно до принципів IPDI можна дати таку класифікацію нечітких систем автоматичного управління, розташувавши їх у порядку зростання ступеня інтелектуальності.

1. **САУ з нечітким контролером.** Замкнута система управління зі зворотним зв'язком, в прямому контурі якої в якості регулятора використовується нечіткий контролер – пристрій, що опитує за допомогою датчиків стан об'єкта управління і виробляє керуючий вплив за допомогою реалізації однієї зі схем нечіткого виведення (нечіткої логіки). Оскільки такий пристрій тільки використовує заздалегідь введені знання, отримані від експертів на етапі проектування і представлені у вигляді бази правил системи нечіткого виведення, але не має самостійної здатності до модифікації бази правил, а всі наступні зміни в базі правил здійснюються розробником ззовні, то така система управління володіє мінімальним ступенем інтелектуальності.
2. **Гібридні нечіткі САУ.** Замкнута система управління зі зворотним зв'язком, в прямому контурі якої в якості регулятора використовується гібридний нечіткий контролер – дворівневий ієрархічний пристрій, що опитує за допомогою датчиків стан об'єкта управління і виробляє на першому рівні управлінський вплив за допомогою реалізації лінійного або нелінійного закону управління, отриманого методами класичної ТАУ ( наприклад, ПІД-регулювання, релейний регулятор і т.п.). На другому рівні гібридного нечіткого контролера здійснюється адаптація параметрів регулятора за допомогою реалізації однієї зі схем нечіткого виведення, для якої в даному випадку вхідними змінними є змінні стану об'єкта управління, а вихідними змінними – параметри закону управління, реалізованого на підпорядкованому рівні (наприклад, коефіцієнти підсилення ПІД-регулятора). Оскільки такий пристрій має певну здатність пристосовуватися до зміни властивостей об'єкта управління і самостійно модифікувати закон управління відповідно до правил, заснованих на знаннях, то така система управління має більший ступінь інтелектуальності. Ще більше збільшення інтелектуальності системи може бути досягнуто, якщо і алгоритм управління, і методи його модифікації використовують методи штучного інтелекту. Цим вимогам відповідають адаптивні нечіткі САУ.
3. **Адаптивні нечіткі САУ.** Замкнута система управління зі зворотним зв'язком, в прямому контурі якої в якості регулятора використовується адаптивний нечіткий контролер – дворівневий ієрархічний пристрій, що опитує за допомогою датчиків стан об'єкта управління і виробляє на першому рівні управлінський вплив за допомогою реалізації однієї зі схем нечіткого виведення. На другому рівні здійснюється корекція бази правил системи нечіткого виведення за допомогою одного з методів нечіткого виводу. Таким чином, при зміні середовища функціонування нечіткої адаптивної САУ верхній рівень здійснює інтелектуальну адаптацію системи нечіткого виведення нижнього рівня, який в свою чергу являє пристрій автоматичного прийняття рішень на основі знань експерта. (адекватно зміні експерта у евристичному моделюванні).

Дана класифікація нечітких систем є далеко не остаточною, оскільки сьогодні ведуться роботи по подальшому збільшенню інтелектуальності нечітких САУ відповідно до реалізації всіх принципів IPDI. Ці цілі можуть бути досягнуті шляхом комбінації різних підходів до побудови інтелектуальних систем в складі багаторівневих інтелектуальних контролерів, органічно поєднують принципи і методи нечіткого виведення, ситуаційного управління, інженерії знань, нейронних мереж і еволюційного моделювання.

Найбільш перспективним у цьому плані є розробка інтелектуальних САУ, що будуються на базі нечітких нейронних мереж, що дозволяє поєднувати як методи роботи з нечіткою інформацією і знаннями, так і здатність систем до самостійної адаптації.

**Джерела для додаткового вивчення теми:**

<https://www.youtube.com/watch?v=Z12oK07oFA4&ab_channel=MATLAB>

<https://www.youtube.com/watch?v=_0Z6sWd-VkA&ab_channel=Dr.J.A.LAGHARI> <https://science.donntu.edu.ua/sp/hladkiy/diss/indexu.htm>

**ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В АВТОМАТИЗАЦІЇ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Сучасна людина оточена пристроями з автоматичними функціями: ліфтами, автоматичними дверима, світлофорами, побутовою технікою і багато що іншим. Більшість людей сприймають роботу таких пристроїв як природну частину повсякденного життя і не замислюються, наскільки складні процеси покладені в основу виробництва і функціонування цих пристроїв.

Та найбільшого значення автоматизація набула на підприємствах. Із збільшенням виробничих потужностей і ускладненням технологій для управління виробництвами створюють та використовують спеціальні автоматизовані пристрої, які дозволяють управляти технологічними процесами без участі людини. Складність створення ефективних систем управління технологічними процесами привела до розділення автоматизації як галузі, на вужчі профілі: автоматизацію харчових виробництв, автоматизацію хімічних виробництв, автоматизацію процесів переробки нафти і газу, автоматизацію житлово-комунального господарства, транспорту тощо. Останнім часом системи автоматизації почали будувати на основі обчислювальних пристроїв, комп’ютерів і мікропроцесорів. Для створення і роботи таких систем розроблюють спеціальне програмне забезпечення.

Автоматизовані системи управління (АСУ) є технічним аналогом інтелекту людини. Сучасні АСУ будуються на базі цифрових пристроїв – комп’ютерів і мікропроцесорів. Основою таких систем є складне програмне забезпечення, яке використовує як прості алгоритми розрахунків так і алгоритми на основі штучного інтелекту – нейронних мереж і нечіткої логіки. АСУ застосовують для управління будь-якими сучасними процесами і виробництвами.

Таким чином, сучасне підприємство функціонує майже без участі людини. Втручання у роботу підприємства необхідне лише у випадку надзвичайної ситуації – аварії або поломки обладнання. На багатьох підприємствах запроваджено дистанційне керування через мережу Інтернет або через мобільні додатки.

Водночас очевидно: Україна належить до країн, що розвиваються, і має порівняно невисокий рівень автоматизації як на виробництві, так і в інших сферах. Усі інновації світу, що вже широко використовуються у передових країнах Європи та США, до України доходять через 50–60 років.

**Штучний інтелект** – це одна з новітніх областей науки.

Штучний інтелект — здатність інженерної [системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D1%96%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0) engineered system) здобувати, обробляти та застосовувати [знання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) та [вміння](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F).

В даний час тематика штучного інтелекту охоплює великий перелік наукових напрямків, починаючи з таких задач загального характеру, навчання і сприйняття, закінчуючи такими спеціальними задачами, як гра в шахи, доказ математичних теорем, створення поетичних творів і діагностика захворювань. В штучному інтелекті систематизуються і автоматизуються інтелектуальні задачі і тому ця область стосується будь-якої сфери інтелектуальної діяльності людини. В цьому сенсі штучний інтелект є насправді універсальною і надзвичайно цікавою науковою областю знань. Однак внаслідок такого широкого діапазону проблем і аспектів вченим важко навіть прийти до єдиної точки зору відносно самого предмету їх досліджень – інтелекту. Деякі вважають, що інтелект – це вміння вирішувати складні задачі; інші розглядають його як здатність до навчання, узагальнень та аналогій; треті – як можливість взаємодії з зовнішнім світом шляхом спілкування, сприйняття і усвідомлення сприйнятого. Незважаючи на всі спроби дати точне визначення поняттю “штучний інтелект”, строгого визначення не існує.

У більшості випадків [алгоритм](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC) розв'язання завдання невідомий наперед. Точного визначення цієї науки немає, оскільки у [філософії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%84%D1%96%D1%8F) не розв'язано питання про природу і статус людського [інтелекту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82). Немає і точного критерію досягнення комп'ютером «*розумності*», хоча перед штучним інтелектом було запропоновано низку гіпотез, наприклад, [тест Тюрінга](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%81%D1%82_%D0%A2%D1%8E%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%B3%D0%B0) або [гіпотеза Ньюелла-Саймона](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0_%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B0-%D0%A1%D0%B0%D0%B9%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B0). Нині існує багато підходів як до [розуміння задач штучного інтелекту](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8_%D0%B4%D0%BE_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B8_%D1%88%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%96%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83&action=edit&redlink=1), так і до [створення інтелектуальних систем](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0).

**Сильний штучний інтелект** (**СШІ**) або **повний штучний інтелект** — інтелект машини, який може успішно виконати будь-яку інтелектуальну задачу, котру може виконати людина. Це головна мета деяких досліджень штучного інтелекту, тема наукової фантастики та майбутніх досліджень. Слабкий штучний інтелект, на відміну від сильного, не намагається виконати повний спектр людських когнітивних здібностей.

**Інтелектуальна інформаційна система** (**ІІС**) — це один з видів [автоматизованих інформаційних систем](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0&action=edit&redlink=1), інколи ІІС називають системою, засновану на знаннях. ІІС є комплексом програмних, лінгвістичних і логіко-математичних засобів для реалізації основного завдання: здійснення підтримки діяльності людини і [пошуку інформації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%88%D1%83%D0%BA) в режимі розширеного діалогу [природною мовою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0).

**Приклади інтелектуальних задач**

Розглянемо і проаналізуємо в загальних рисах деякі проблеми, які доводиться постійно вирішувати людському розуму: ***розпізнавання образів, мислення***та ***обчислювальні задачі.***

На інтуїтивному рівні можна сформулювати кілька типових завдань розпізнавання образів (або просто розпізнавання):

* завдання ***ідентифікації***полягає в тому, що об’єкт, який спостерігається людиною, потрібно вирізнити з-поміж інших (наприклад, побачивши іншу людину, впізнати у ній свою дружину);
* проблема ***розпізнавання в класичній постановці,***визначити належність об’єкта, що спостерігається, до одного із заздалегідь відомих класів об’єктів (наприклад, відрізнити легковий автомобіль від вантажного).

Людина класифікує просто. Наприклад, чоловік, повернувшись додому з роботи, відразу ж впізнає свою дружину, але більшість людей не зможе пояснити, як він це робить, у повному обсязі. Як правило, раціонального пояснення немає. Теорія розпізнавання, яка інтенсивно розвивається, необхідна для того, щоб навчити штучні інтелектуальні системи розв’язувати завдання розпізнавання на основі досвіду розпізнавання людиною. Зокрема, сформульовано такий ключовий принцип: *будь-який об’єкт у природі*— *унікальний; унікальні об’єкти*— *типізовані.*Відповідно до цього принципу розпізнавання здійснюється на основі аналізу певних характерних **ознак.**Вважається, що в природі не існує двох об’єктів, для яких збігаються **абсолютно всі**ознаки, і це теоретично дозволяє здійснювати ідентифікацію. Якщо ж для якихось об’єктів **деякі**ознаки збігаються, ці об’єкти теоретично можна об’єднувати в групи або класи саме за цими ознаками.

Проблема полягає у тому, що різноманітних ознак існує незліченна кількість. Незважаючи на легкість, з якою людина проводить розпізнавання, вона дуже рідко в змозі виокремити суттєві для цього ознаки. До того ж об’єкти, як правило, змінюються з часом. Тому далі ми спробуємо показати, що розпізнавання об’єктів і ситуацій має виняткове значення для орієнтації людини в навколишньому світі і прийняття нею вірних рішень. Розпізнавання, як правило, здійснюється людиною на інтуїтивному, підсвідомому рівні — адже людина вчилася цьому мільйони років.

Інша інтелектуальна задача — моделювання ***мислення,***зокрема формулювання наслідків з фактів, які безпосередньо спостерігаються або вважаються відомими. Можна виокремити два типи процесів мислення:

■    підсвідоме ***інтуїтивне***мислення, механізми якого на сучасному етапі, вивчені недостатньо і яке дуже важко формалізувати та автоматизувати;

■    *дедуктивні*логічні побудови за формалізованими законами логіки.