



Проектування систем автоматизації

**Розділ 1. Основні поняття про
виробництво, технологічні
процеси та їх автоматизацію**



Тема 1.

Основні поняття про виробництво, технологічні процеси та їх автоматизацію

1. Поняття виробництва, структура (елементи) виробництва (промислового підприємства). Поняття механізації та автоматизації, їх відмітність та ефекти отримувані від автоматизації (автоматизованого керування).
2. Поняття технологічної системи, технологічного комплексу, виробничого, технологічного (робочого) та транспортного процесів, технологічних та транспортних операцій і переходів. Функціонування технологічної системи (вхідні та вихідні потоки). Формалізоване представлення різних технологічних процесів (обробних, переробних, складальних, пакувальних та ін.).
3. Жорстка та гнучка автоматизація у виробництві. Засоби, переваги та недоліки жорсткої та гнучкої автоматизації
4. Рівні використання технічних засобів автоматизації. Рівні складності засобів автоматизації. Рівні автоматизації у дискретному та неперервному виробництві.

1. Поняття виробництва, структура (елементи) виробництва (промислового підприємства). Поняття механізації та автоматизації, їх відмітність та ефекти отримувані від автоматизації (автоматизованого керування).

Слово “*автоматизація*” походить від грецького слова “*автоматос*”, що означає “*саморухаючий*”. Ми розуміємо термін “автоматизація” не як дослівний переклад грецького слова “автоматос”, а як таку операцію виробничого процесу, у якій усі дії, необхідні для її виконання, включаючи і керування проходженням процесу, відбуваються без посередньої участі людини. Людина тільки налагоджує пристрої і контролює їхню роботу.



Передумовою автоматизації є механізація.

Механізація - заміна ручних засобів праці машинами та механізмами, що працюють під дією різних видів енергії.

Мета механізації - підвищення продуктивності праці та звільнення людини від виконання важких, трудомістких та стомлюючих операцій

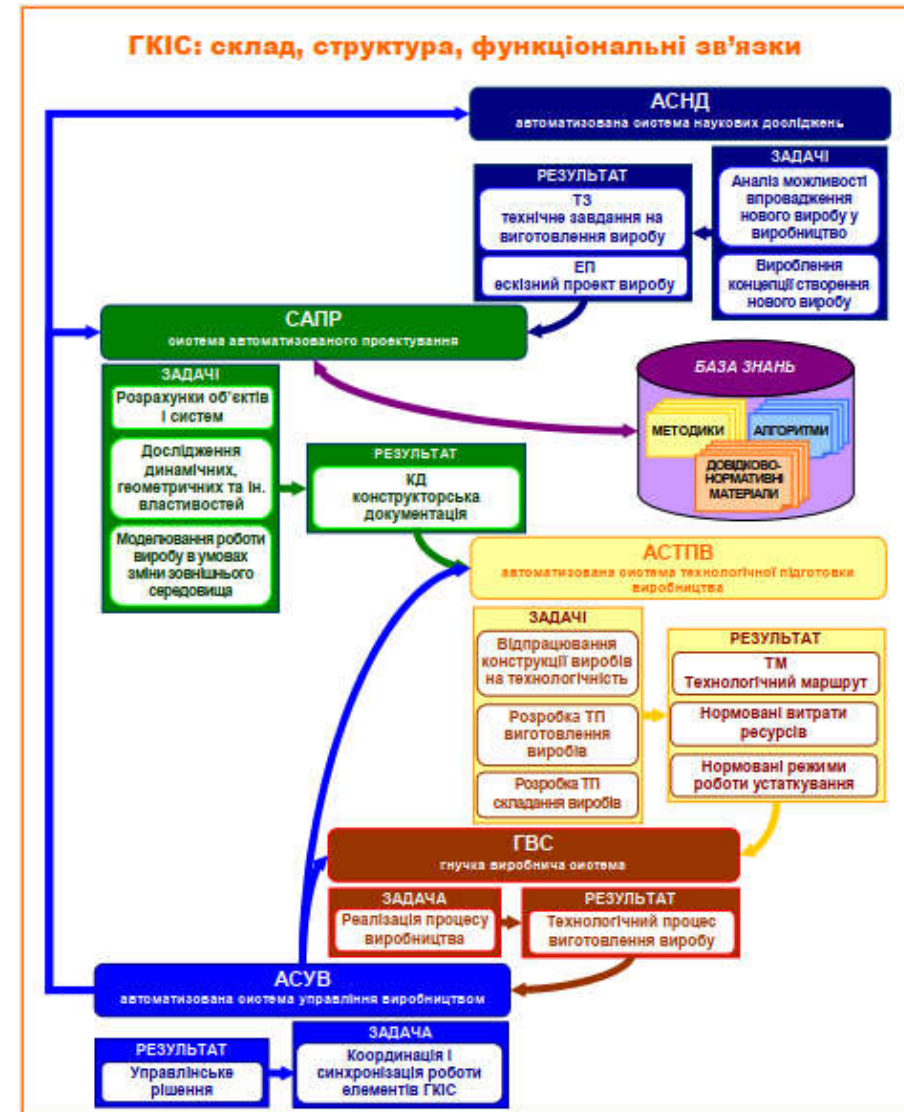
Автоматизація – один із напрямів науково-практичної діяльності, що направлений на використання спеціальних засобів автоматизації (ТЗА), обчислювальної техніки і математичних методів з метою звільнення або суттєвого зменшення участі людини у процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів, виробів або інформації та зменшення трудомісткості виконуваних робіт.

Мета автоматизації — підвищення продуктивності праці, підвищення якості продукції, покращення керування, усунення людини від виробництв, небезпечних для здоров'я.

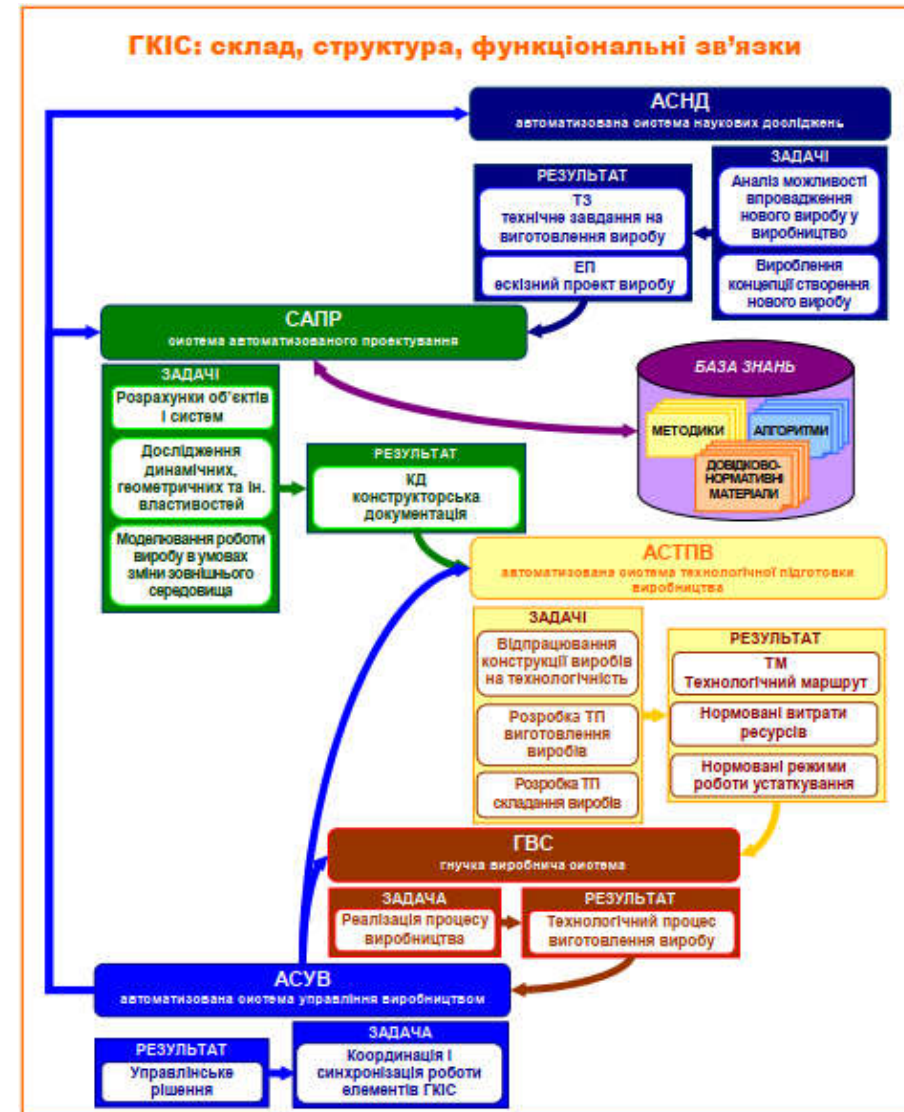
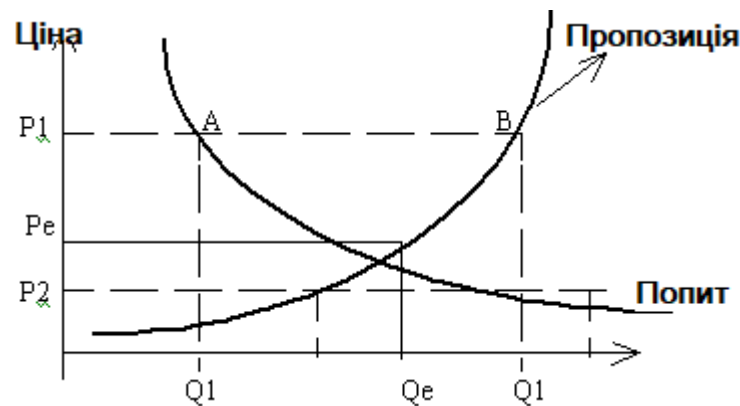


Виробництва не існують самі по собі, а є найважливішою частиною циклу „дослідження – проектування – технологічна підготовка – виробництво”.

Провідною формою організації будь-якого сучасного підприємства є його організація за типом **ГКІС**, що дозволяє автоматизувати процеси, які відбуваються на кожному етапі циклу Д-П-Т-В.



Гнучкість - здатність підприємства оперативно адаптуватися до зміни умов функціонування з мінімальними витратами або взагалі без втрат. Гнучкість є одним з ефективних засобів забезпечення стійкості виробничого процесу.



Тенденція створення ГКІС, які здатні швидко переналагоджуватись відповідно до заданих умов, в Україні прогресує надзвичайно швидко, тому, що у сучасних умовах розвитку економіки та промисловості України з її інтеграцією на світовий промисловий ринок в цілому, має переважати концепція організації виробництва для умов «ринку продавця» на якому пропозиція перевищує попит і створюються умови конкурентної боротьби за споживача.

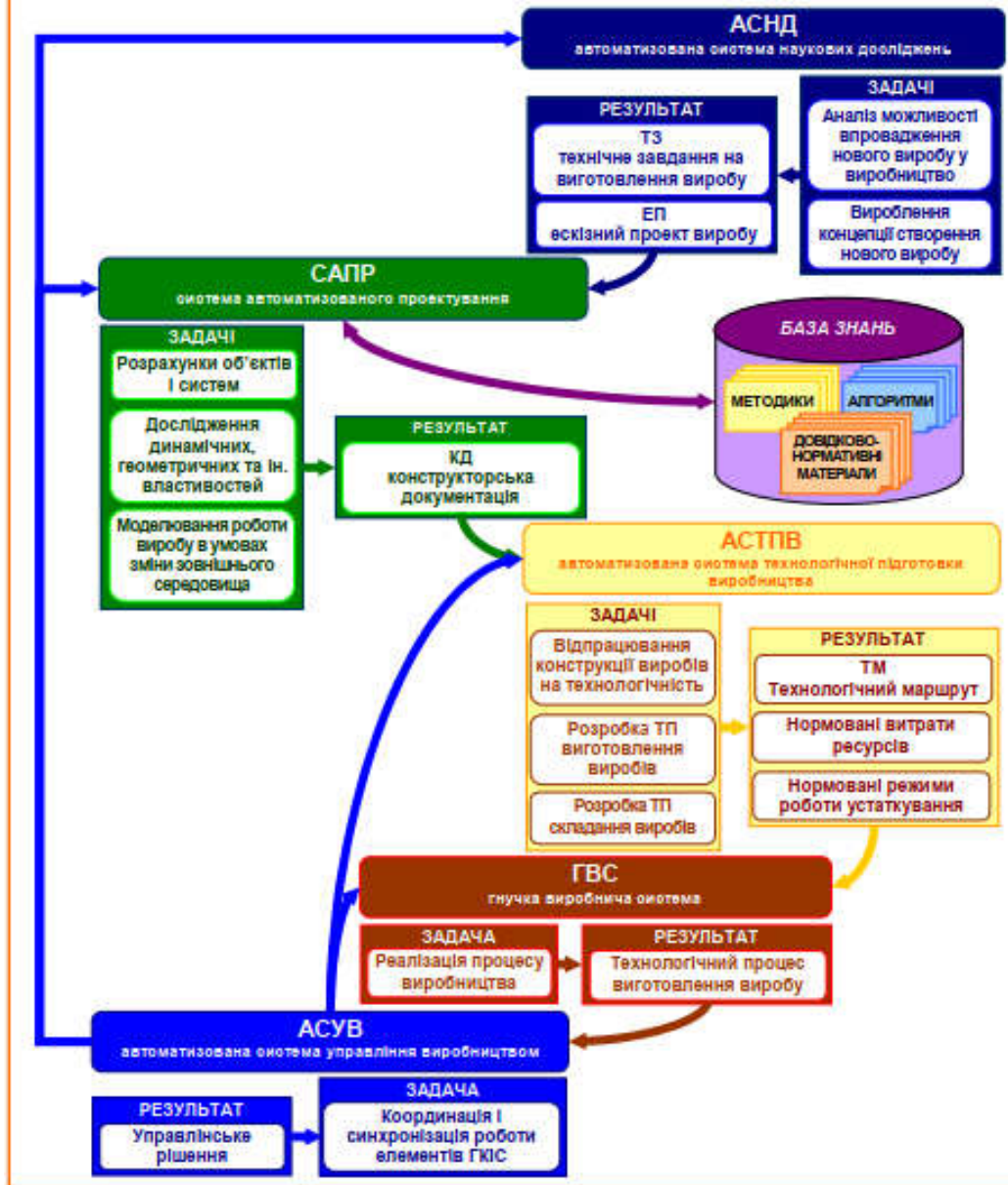


Значна роль у цьому належить **ГКІС**, центральною частиною яких є **гнучкі виробничі системи (ГВС)**.

ГКІС – складна система, у якій інтегроване різне технологічне обладнання, пристосування, засоби автоматизації та обчислювальної техніки.

Під **ГВС** розуміють виробничу структуру (лінію, дільницю, цех, завод), що функціонує на основі безлюдної / малолюдної технології, робота усіх виробничих компонентів якої координується як єдине ціле з багаторівневою системою управління, яка забезпечує швидку зміну програм функціонування компонентів ГВС при переході на випуск нової продукції.

ГКІС: склад, структура, функціональні зв'язки



ГКІС містить функціонально взаємопов'язані системи, послідовність розташування яких в організаційно-функціональній структурі ГКІС відображає етапи функціонування циклу „дослідження – проєктування – технологічна підготовка – виробництво” при розробці нових конструкцій, вузлів, систем, коли необхідно проаналізувати не тільки їх втілення в металі, але і саму ідею створення виробу.

ра, функціональні зв'язки



АСНД – автоматизована система наукових досліджень. Залучається на етапі дослідження при розробці нових об'єктів (виробів) і дозволяє значно підвищити ефективність та якісні показники створюваних конструкцій і систем.

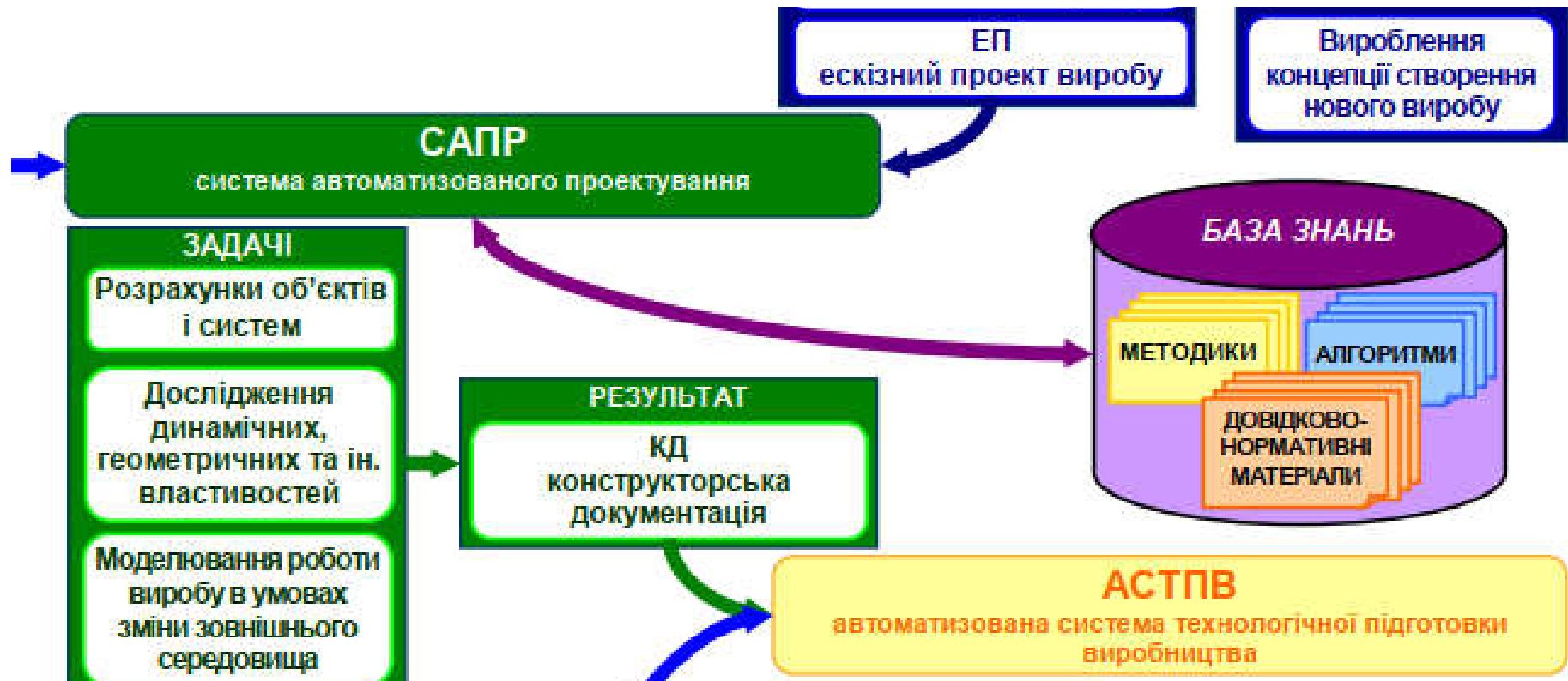
Метою роботи цієї системи є аналіз можливості втілення ідеї нового виробу та вироблення концепції його створення.

Результатом роботи АСНД є формування технічного завдання (ТЗ) та ескізного проекту (ЕП).

Технічне завдання – нормативний документ для розробки (проекування) будь-якого пристрою, або промислового виробу (продукції), з подальшим його виробництвом.

Ескізний проект (ЕП) - комплекс документів, що дає уявлення про вузли, принципи роботи, конструкційні особливості, габарити і зовнішній вигляд виробу.

САПР – система автоматизованого проектування. Застосовується на етапі проектування виробництва і забезпечує автоматизацію процесу конструювання нових виробів з формуванням конструкторської документації (КД), технічних і робочих проектів виробів.



Процес **проектування** полягає у проведенні різних розрахунків об'єктів і систем, дослідженні їх динамічних, геометричних та інших властивостей, моделюванні роботи виробу в умовах зміни зовнішнього середовища (імітаційне моделювання), виготовлення креслень, специфікацій, розмноження технічної документації. При роботі з САПР використовується БЗ, яку складають методики, випробувані раніше на підприємствах, довідково-нормативні матеріали, різні алгоритми. Використання БЗ дає можливість здійснювати автоматизовану розробку ТП, автоматизований вибір і проектування інструментів та оснащення, складання послідовності обробки виробів на технологічному обладнанні (ТО), розробку управляючих програм обробки виробів на ТО з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

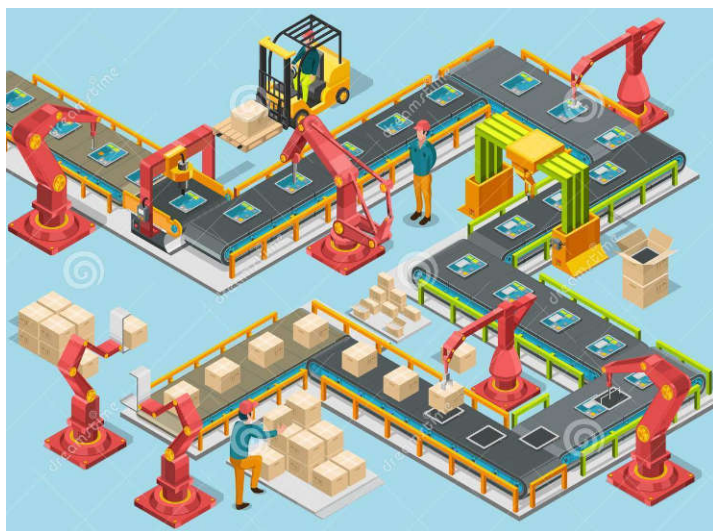
АСТПВ – автоматизована система технологічної підготовки виробництва. Система, що застосовується на етапі проектування і безпосередньо зв'язана з виготовленням продукції. Цю систему використовують для відпрацювання конструкції виробу на технологічність, розробки ТП виготовлення і контролю складання виробу.

Застосування АСТПВ дозволяє визначити необхідні технологічні операції та відповідне обладнання, на якому вони будуть здійснюватись, з метою пошуку раціональних технологічних маршрутів виконання технологічних операцій. Крім цього проводиться нормування витрат ресурсів і режимів роботи обладнання.



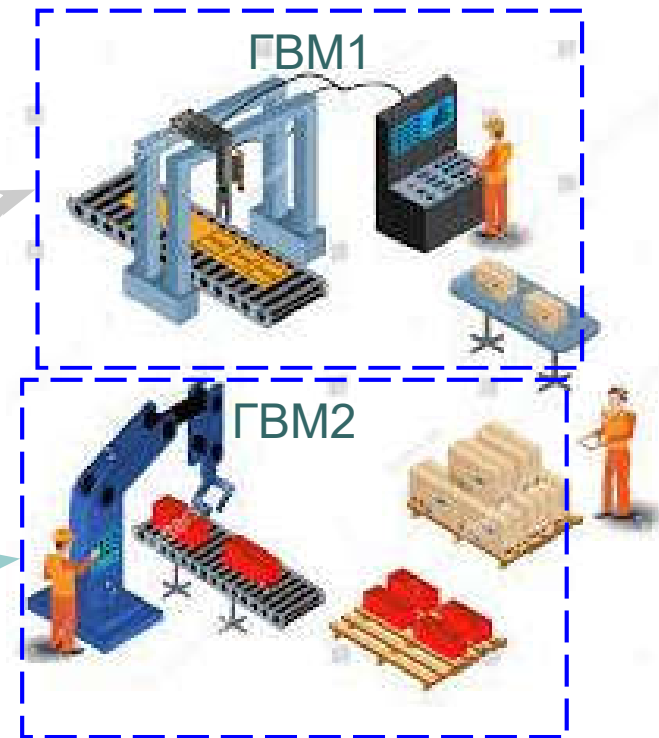
Технологічність - це одна з комплексних характеристик технічного пристрою, яка виражає зручність його виробництва, ремонтопридатність і експлуатаційні якості.

ГВС – гнучка виробнича система. Використовується на етапі виробництва і є центральною частиною ГКІС.



ГВС будується на базі гнучких виробничих модулів (ГВМ), основою яких є промислові роботи (ПР), містить різне технологічне обладнання, вимірювальні системи, АСТПВ та системи забезпечення функціонування, управляється засобами обчислювальної техніки та має властивість автоматизованого переналагодження при зміні програми виробництва виробів, різновиди яких обмежені технологічними можливостями обладнання.

Під гнучким виробничим модулем (ГВМ) розуміють одиницю технологічного обладнання, що автоматично здійснює технологічні операції в межах його технічних характеристик, здатну працювати автономно та у складі ГВС.



АСУВ – автоматизована система управління виробництвом. Це багаторівнева автоматизована система управління організаційно-економічного класу.

Мета роботи - координація і синхронізація роботи всіх функціональних елементів ГКІС в інтегрованому виробництві для реалізації найбільш ефективного управління технологічними режимами виробничих ланок, диспетчеризації матеріальних потоків і планування процесу виробництва.



Виникнення концепції ГКІС та її еволюція

Вперше роботи зі створення комп'ютерно-інтегрованих систем, для підтримки *життєвого циклу* продукції, були розпочаті у 80-х роках в оборонному комплексі США. Нова концепція була обумовлена життям як інструмент вдосконалення управління матеріально-технічним забезпеченням армії США.



Довівши свою ефективність, концепція послідовно удосконалювалася, доповнювалася і отримала більш широке розповсюдження на цивільних підприємствах США та Європи.

У період 1990-2000 рр. в світі було виконано низку проектів, спрямованих на апробацію та впровадження принципів ГКІС в різних галузях промисловості.

У період 1990-2000 рр. в світі було виконано низку проектів, спрямованих на апробацію та впровадження принципів ГКІС в різних галузях промисловості.

Приклад 1.

Компанія Airbus SE (Нідерланди) - одна з найбільших авіабудівних компаній в світі, утворена в кінці 1960-х років. Виробляє пасажирські, вантажні і військово-транспортні літаки під маркою Airbus. Концепція ГКІС застосована у 1990 рр. при проектуванні та виробництві аеробуса A380 - широкофюзеляжного двопалубного чотиридвигунного турбореактивного пасажирського літака.



Приклад 2.

Компанія Rolls Royce - англійська компанія, підрозділ BMW AG, що спеціалізується на випуску автомобілів класу люкс під маркою Rolls-Royce. Концепція ГКІС застосована у 1990 рр. при проектуванні та виробництві двигунів, результатом чого стало зниження витрат і підвищення якості продукції.

Приклад 3.

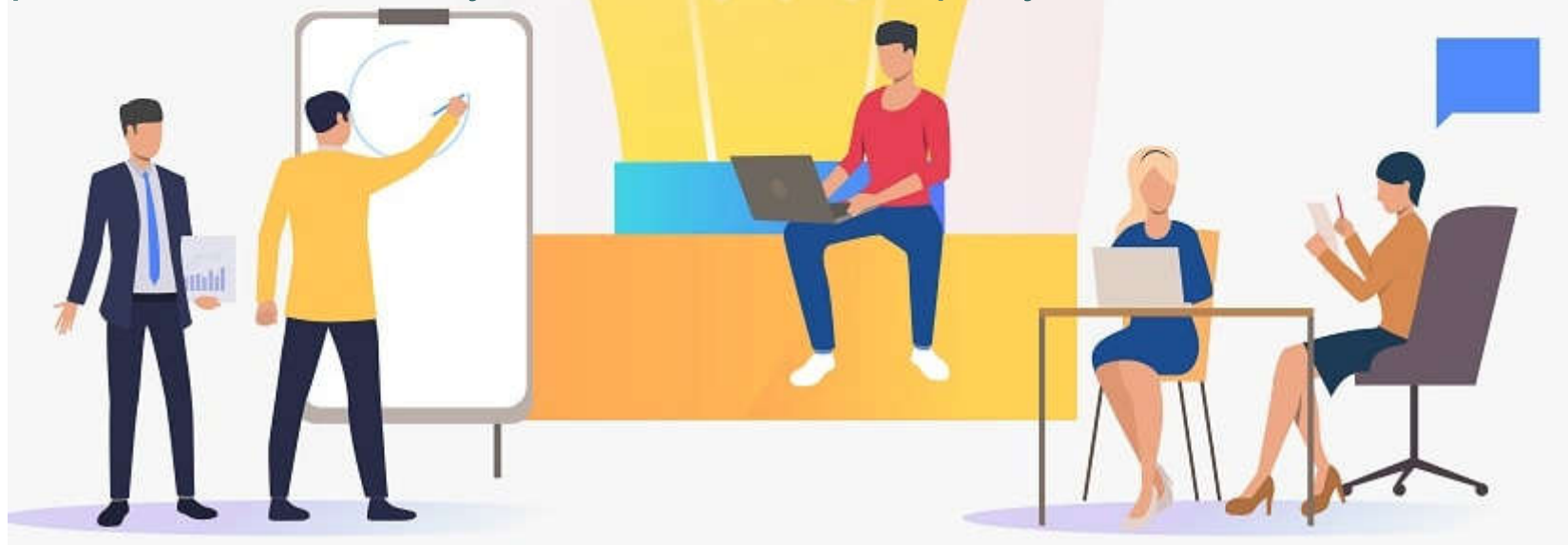
Lockheed Martin Corporation - американська військово-промислова корпорація, що спеціалізується в галузі авіабудування, авіакосмічної техніки, суднобудування, автоматизації поштових служб і аеропортової інфраструктури та логістики. Виникла в 1995 та побудована за принципами ГКІС.



Таким чином, ідея організація підприємств як ГКІС перетворилася в глобальну бізнес-стратегію підвищення ефективності бізнес-процесів за рахунок інформаційної інтеграції та спільного використання інформації на всіх етапах життєвого циклу продукції.

На даний час в світі діють більше 25 національних організацій, які координують питання розвитку технологій ГКІС, в тому числі в США, Канаді, Японії, Великобританії, Німеччини, Швеції, Норвегії, Австралії.

Розвиток концепцій ГКІС зумовили появу нової організаційної форми виконання масштабних проектів, пов'язаних з розробкою, виробництвом і експлуатацією складної продукції.



У ДСТУ щодо Єдиної системи технологічної підготовки виробництва передбачається якісна і кількісна оцінка стану автоматизації технологічних процесів.

Якісну оцінку проводять за трьома показниками: видом, ступенем, категорією.

Відповідно до цього розрізняють **часткову, комплексну і повну** автоматизацію.

Часткова автоматизація – це автоматизація окремих операцій деякого процесу.

При **комплексній автоматизації**, автоматизується виробництво, ділянка, цех, завод тощо які функціонують як єдиний взаємозалежний автоматизований комплекс, наприклад, ГВС або ГКІС.

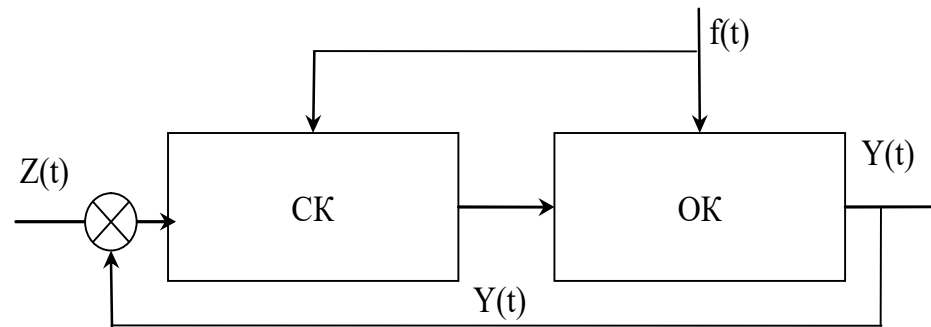
Повна автоматизація – це найвищий ступінь автоматизації, який передбачає передачу всіх функцій керування (управління) і контролю автоматичним системам керування (управління). Вона проводиться в умовах недоступних або небезпечних для життя і здоров'я людини, або тоді, коли об'єкт, що автоматизується є, стійким, режими його роботи практично незмінні, а можливі відхилення заздалегідь можуть бути враховані.

Для кількісної оцінки стану автоматизації використовують коефіцієнт автоматизації.

$$K = T_m / (T_m + T_p) = T_m / T_{шт}$$

де $T_{шт}$ – час, що витрачається на виконання процесу,
 T_m – час, що здійснюється машиною без участі робітника
 T_p - частина часу на виконання процесу за участю робітника.

Автоматизоване керування – це процес, що розвивається в реальному часі і забезпечує нормальне функціонування об'єкту автоматизації (об'єкту керування). Тому система керування в рамках якої функціонує процес керування, складає спеціальний підклас динамічних систем.



Класична схема організації керування, що застосовується в динамічних системах зі зворотнім зв'язком по стану

В автоматизації поняття об'єкту керування (ОК) використовується у широкому розумінні. Під ОК розуміють технологічні процеси виробництва, процеси забезпечення режимів функціонування обладнання, матеріальні потоки, виробничі ділянки, окремі одиниці технологічного обладнання, наприклад, верстати, двигуни. Об'єктами керування можуть бути підрозділи підприємств, наприклад, економічні, конструкторські тощо.

Будь яка автоматизована система (САК, САР, АСУ тощо) має багаторівневу структуру.

На **першому рівні** знаходяться всі первинні елементи (датчики) та органи управління, що необхідні для вимірювання та зміни параметрів технологчного процесу як об'єкта автоматизації. Склад датчиків та органів управління, їх характеристики визначаються насамперед вимогами технологічного процесу, тому для різних технологічних процесів вони неоднакові.

На **другому рівні** знаходяться різні контрольно-вимірювальні прилади, регулятори, програмовані контролери тощо. Незважаючи на різноманітність технологічних процесів, технічні засоби другого рівня значною мірою уніфіковані.

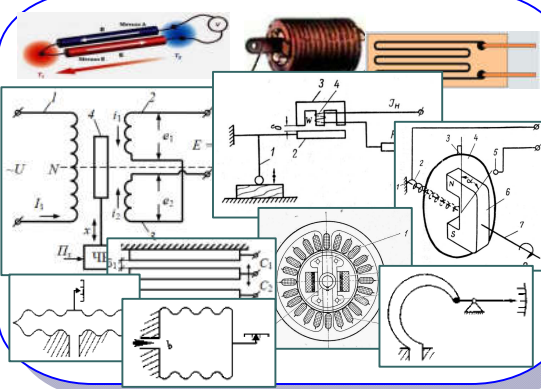
На **третьому рівні** знаходяться виконавчі механізми та регулюючі органи.

Між першим і третім рівнями відбувається інтенсивний обмін даними: виміряні дані про параметри та стани процесу і обладнання передаються в одному напрямку, а сигнали управління – у зворотному



отримання інформації про стан процесу / об'єкту керування

Первинні вимірювальні та нормувальні перетворювачі



приймання, перетворення, зберігання, передавання інформації в канали зв'язку та формування команд керування

Підсилювачі, перетворювачі; пристрої пам'яті; логічні пристрої; задавачі; керувальні пристрої, вимірювальні прилади

впливу на керований процес або інформування оператора

виконавчі механізми та регулюючі органи

