

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра механізації та електрифікації СГВ

Аналіз технологічних систем:

методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «магістр» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання

Миколаїв

2016

УДК 631.171

ББК 40.72

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 18.02.2016р., протокол №6

Укладачі:

О.А. Горбенко – канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри механізації та електрифікації СГВ;

В.В. Стрельцов – асистент кафедри механізації та електрифікації СГВ;

О.І. Норинський – асистент кафедри механізації та електрифікації СГВ;

Рецензенти:

В.І. Гавриш – д-р екон. наук, проф., зав. кафедри тракторів і с.г. машин, експлуатації та технічного сервісу.

В.Г. Богза – канд. техн. наук, доц., директор науково-дослідницького інституту нових агропромислових об'єктів та учбово-інформаційних технологій.

©Миколаївський національний
аграрний університет 2016

ЗМІСТ

Практичне заняття №1 «Технічна система (ТС), закони її розвитку»

Практичне заняття №2 «Види та опис технічних систем»

Практичне заняття №3 «Система перетворень»

Практичне заняття №4 «Технічні системи типу «Технічний процес»

Практичне заняття №5 «Структура технічної системи типу «Технічний об'єкт» (ТО)»

Практичне заняття №6 «Технічні системи типу «Технічний об'єкт»

Практичне заняття №7 «Закони побудови технічних систем»

Практичне заняття №8 «Створення нових технічних систем»

Практичне заняття №9 «Аналіз технічних систем»

Список літератури

Практична робота №1

“Технічна система (ТС), закони її розвитку”

Мета: Ознайомлення студентів з сутністю теорії технічних систем, основними визначеннями та законами розвитку технічних систем.

Зміст:

1. Основні поняття, визначення та предмет курсу.
2. Види систем, поняття технічної системи.
3. Закони розвитку технічних систем.

1. Основні поняття, визначення та предмет курсу

Курс "АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ" містить цикл лекцій та практичних занять, що спрямовані на підвищення кваліфікації майбутнього інженера як новатора, творця і винахідника, котрий повинен в найкоротший термін впровадити нові технічні ідеї у виробництво.

Предметом курсу є ТС та її елементи з протиріччями, які створюють проблемну ситуацію, вирішення якої можливо шляхом синтезу нової, більш прогресивної системи.

Метою курсу є придбання студентами:

- **знань** закономірностей розвитку ТС і творчого мислення при створенні ТС, сучасних методів пошуку технічних рішень, активізації творчості, принципів та прийомів подолання технічних протиріч;
- **вміння** застосувати на практиці сучасні прийоми та методи науково-технічної творчості при створенні ТС, розробляти за їх допомогою нові технічні рішення, оформити заявку на винахід;
- **навичок** у рішеннях, пов'язаних з проектуванням, виготовленням, дослідженням та експлуатацією ТС різних класів.

Розглянемо базові поняття курсу.

Система – це сукупність, яка створена і упорядкована за певними правилами з скінченої множини елементів.

В загальному випадку між елементами системи існують певні зв'язки.

Системний підхід – вимагає розглядати систему як частину над системи, з елементами якої вона пов'язана, а окремі елементи системи можна розглядати як підсистеми.

Наприклад, для верстата-автомата:



Рис.1.1 – Ієрархія ТС на прикладі автоматичної лінії [1].

Розглянемо різновиди систем за походженням [див.рис.1.2].

Для опису систем використовують узагальнену модель системи [див.рис.1.3].

Ціль (мета) – це якісний стан справ, до здійснення якого прямують.

Поведінка – це множина послідовних у часі станів системи.



Рис.1.2 – Розподіл систем за їх походженням [1].

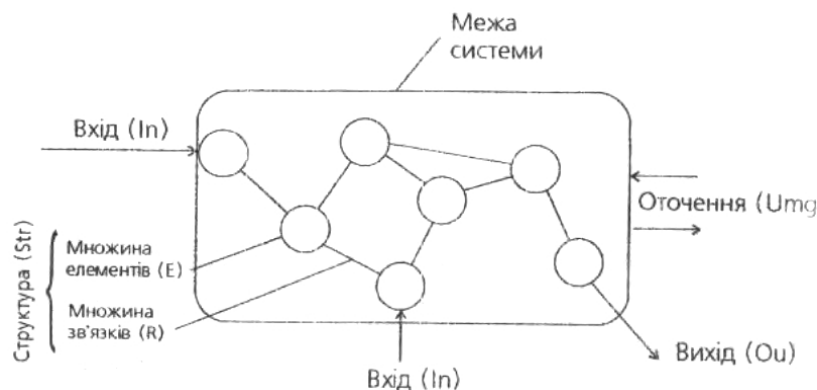


Рис.1.3 – Узагальнена модель системи [1].

Цілеспрямована поведінка система називається **функцією**.

Поведінку ТС називають **функціонуванням**.

Структура системи характеризує внутрішню організацію, порядок і побудову системи, тобто структура – це сукупність елементів і співвідношень (зв'язків) між ними.

Оточення (навколишнє середовище Umg) системи – це все те, що не входить до системи.

Вхід (In) – це зовнішнє відношення навколишнього середовища до системи, тобто навколишнє середовище \rightarrow система.

Вихід (Ou) – це зовнішнє відношення системи до навколишнього середовища, тобто система \rightarrow навколишнє середовище.

Входи і виходи системи включають усі види зв'язків з навколишнім середовищем: бажані і небажані зв'язки матеріального (**S**), енергетичного (**E**) та інформаційного (**I**) характеру.

Система, її елементи і відносини володіють властивостями, які належать цій системі і її визначають.

Тобто, **властивістю** є будь-яка суттєва ознака об'єкта.

Сукупність значень властивостей системи в зазначений момент часу називають **станом системи**.

Два стани системи можуть бути або однаковими, або різними.

Різницею між станами системи називають відмінність, яка виникає при переході від одного стану до іншого. Різниця може бути диференційованою або дискретною.

2. Види систем, поняття технічної системи

За походженням системи бувають створеними природою (природні) та створеними людьми (виготовленими).

Введемо поняття технічної системи, як термін для позначення «абстрактної машини». **Технічна система (ТС)** в загальному випадку є виготовленою системою, що складається з сукупності елементів і відношень (зв'язків), які утворюють цілісну структуру об'єкту.

При вивченні ТС розглядають три сукупності об'єктів:

- неорганізовані;
- організовані з елементами, об'єднаними в стійку структуру, що має нові властивості;
- самопристосовувані – зі зміною зв'язків або структури під дією навколишнього середовища.

3. Закони розвитку технічних систем

Життя ТС можна уявити [див.рис.1.4] у вигляді S-подібної кривої, яка запозичена з біології, оскільки в цьому відношенні життя ТС можна порівняти з живим організмом.

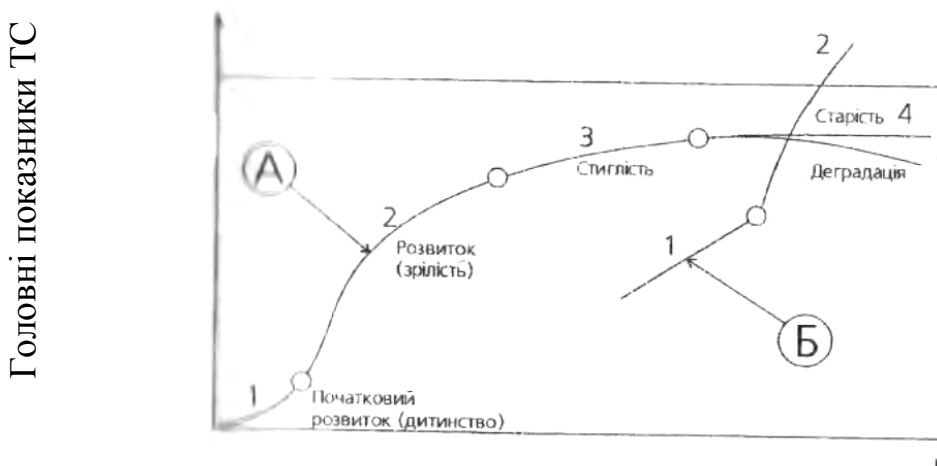


Рис.1.4 – Криві розвитку технічної системи [1].

Ця крива показує як в часі змінюються головні показники ТС. Розрізняють ділянки:

- 1)початкового розвитку ТС – ТС розвивається повільно;
- 2)розвитку ТС – ТС бурхливо розвивається;

- 3)стиглість ТС – ТС вибирає свої можливості;
- 4)старість ТС – можливості ТС не змінюються;
- 5)деградація ТС – можливості ТС зменшуються.

Приблизно на ділянці стиглості даної ТСА виникає нова ТС Б, що більш задовольняє вимогам.

Згідно з Г.С.Альтшуллером розвиток ТС описується такими законами: «статики» (початок життя), «кінематики» (розвиток), «динаміки» (головні тенденції розвитку в теперішній час).

Закони статики:

- 1)повнота частин – наявність і мінімальна працездатність основних частин ТС;
- 2)«енергетична провідність» – наскрізний прохід енергії всіма частинами ТС;
- 3)проходження «ритміки» частин – частоти коливань, періодичності роботи усіх частин.

Закони кінематики:

- 1)підвищення ступеню ідеальності – витрати на виготовлення і функціонування ТС прямують до нуля, хоч працездатність її не зменшується;
- 2)нерівномірність розвитку частин – чим складніша ТС, тим більш нерівномірним є її розвиток;
- 3)перехід в над систему – вичерпавши можливості розвитку, система включається в над систему, як одна з частин.

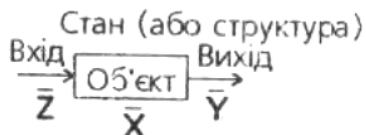
Закони динаміки:

- 1)перехід з мікрорівня на макрорівень;
- 2)підвищення ступеню вепольності – зростання кількості елементів і зв'язків між ними.

В зв'язку з необхідністю проектування систем розрізняють три характерні типи задач: аналізу, синтезу та вимірювання [див.рис.1.5].

В умовах **задачі аналізу** ТС задана структура ТС, а визначити необхідно функціонування системи.

В умовах **задачі синтезу ТС** заданий характер функціонування та інші вимоги до ТС, а визначити необхідно структуру, яка задовольняє поставленим вимогам.



Вектор змінних	Вхід	Об'єкт	Вихід
Пара-метр	\bar{Z}	\bar{X}	\bar{Y}
Тип задачі			
Аналіз			?
Синтез		?	
Вимі-рювання	?		
"Чорний ящик"		?	?

В умовах **задачі вимірювання ТС** задані параметри та характер функціонування ТС, а визначити необхідно вхідні параметри.

Також можливою є і задача **«чорного ящика»**, в умовах якої задана система, структура якої є невідомою або частково відомою, необхідно визначити її функціонування і, можливо, структуру.

Рис.1.5 – Типи задач при проектуванні ТС [1].

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

- 1.Що є предметом курсу?
- 2.Що є метою курсу?
- 3.Що називають системою?
- 4.В чому полягає системний підхід?
- 5.Що називають функцією системи?
- 6.Що називають входом системи?
- 7.Що називають виходом системи?
- 8.Наведіть визначення технічної системи.
- 9.Що називають оточенням системи?
- 10.Що називають властивістю?
- 11.Які бувають види зв'язків з навколишнім середовищем?
- 12.Назвіть основну характеристику початкового розвитку ТС.
- 13.Назвіть основну характеристику розвитку ТС.
- 14.Назвіть основну характеристику стиглості ТС.
- 15.Назвіть основну характеристику старості ТС.

16. Назвіть основну характеристику деградації ТС.
17. Які Ви знаєте закони розвитку ТС?
18. В чому полягає задача вимірювання ТС?
19. В чому полягає задача синтезу ТС?
20. В чому полягає задача аналізу ТС?

Практична робота № 2

“ВИДИ ТА ОПИС ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ”

Мета: Ознайомлення студентів з видами та описом технічних систем.

Зміст:

1. Види технічних систем.
2. Опис технічних систем.

1. Види технічних систем

Згідно з різними критеріями можна встановити велику кількість систем, класифікуючи їх:

а) За місцем системи в ієрархії:

- надсистема,
- система,
- підсистема.

б) За зв'язками з оточенням:

- відкриті (з певним довкіллям, тобто принаймні з одним входом або виходом);
- закриті або замкнуті (без зв'язку з довкіллям);

в) За зміною стану:

- динамічні (стан змінюється в часі);
- статичні (стан не змінюється в часі).

г) За характером функціонування:

- детерміновані (в залежності від стану системи можна однозначно судити про її функціонування);
- стохастичні (можна висловити тільки припущення відносно різних можливих варіантів функціонування);

д) За типом елементів (в розумінні їх конкретності):

- конкретні (елементами їх є реальні об'єкти);
- абстрактні (елементами є нереальні об'єкти).

е)За походженням системи:

- природні (створені природою);
- виготовлені (створені людьми).

є)За характером залежності виходів:

- комбінаторні (вихід залежить тільки від входу);
- секвентивні (вихід залежить від входу та інших величин).

ж)За рівнем складності структури:

- надзвичайно складні (мозок, народне господарство);
- дуже складні (завод-автомат);
- складні (верстат-автомат);
- прості (болтове з'єднання).

з)За видом елементів:

- системи типу «об'єкт» (елементами є речі – двигун, машина, патрон);
- системи типу «процес» (елементами є операції – виготовлення, фільтрація, перегонка, різання, шліфування).

2. Опис технічних систем

Розвиток знань пов'язаний з підвищенням складності підходів до дослідження та його методів, котрі вкладають наступну ієрархічну послідовність наукового опису ТС:

1. **Параметричний** – опис властивостей, ознак та відношень об'єкту на підставі емпіричних спостережень. Це найбільш проста форма і вихідний рівень дослідження об'єкту.

2. **Морфологічний** – перехід до визначення поелементного складу, побудови об'єкту та взаємовідносин параметрів, які виявлені на попередньому рівні.

3. **Функціональний** – перехід до функціональної залежності між параметрами (функціонально-параметричний опис), між елементами об'єкту (функціонально-морфологічний опис) або між параметрами і побудовою об'єкту.

4. **Фізичний** (поведінка об'єкту) – виявлення цілісної картини “життя” об'єкту і механізмів, які забезпечують зміну напрямків та “режимів” роботи об'єкту (найбільш складна форма наукового дослідження).

Наприклад, параметричний опис металорізального верстату як ТС це: основні технічні характеристики (технологічні, розмірні, кінематичні, силові, динамічні) та показники (продуктивність, точність, жорсткість, потужність, габарити тощо). Морфологічний опис верстату включає: джерело енергії, двигуни, передавально-перетворюючі та виконавчі механізми, системи керування. Функціонально-параметричний опис встановлює, наприклад, залежність точності обробки від жорсткості пружної системи верстату і режимів різання. Прикладом функціонально-морфологічного опису служить рівнянням балансу кінематичного ланцюга. Опис поведінки верстату може бути виконаний за допомогою таких фундаментальних законів, як закон збереження енергії, кількості речовини, імпульсу сили тощо.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

1. Як класифікуються ТС за місцем системи в ієрархії?
2. Як класифікуються ТС за зв'язками з оточенням?
3. Як класифікуються ТС за зміною стану?
4. Як класифікуються ТС за характером функціонування?
5. Як класифікуються ТС за типом елементів (в розумінні їх конкретності)?
6. Як класифікуються системи за походженням?
7. Як класифікуються ТС за характером залежності виходів?
8. Як класифікуються ТС за рівнем складності структури?
9. Як класифікуються ТС за видом елементів?
10. В чому полягає параметричний опис ТС?
11. В чому полягає морфологічний опис ТС?
12. В чому полягає функціональний опис ТС?
13. В чому полягає фізичний опис ТС?
14. Назвіть види наукового опису ТС в ієрархічній послідовності.

Практична робота № 3

“СИСТЕМА ПЕРЕТВОРЕНЬ”

Мета: Ознайомлення студентів з системою перетворень.

Зміст:

1. Модель системи перетворень.
2. Елементи системи перетворень.

1. Модель системи перетворень

Існують системи типу «об’єкт» і типу «процес».

Поряд з природними процесами людина організовує виготовлені процеси з метою здійснити необхідні або жадані для неї зміни.

Виготовлені процеси, в котрих ті чи інші властивості об’єкту дії (операнда) змінюються при участі людей і технічних засобів для досягнення бажаного стану операнда, називається **перетвореннями**.

Термін «**операнд**» (**Od**) обраний як загальна назва речей, систем та станів, які віддані цілеспрямованому перетворенню, як наслідку певних впливів, заснованих на фізичних, хімічних та біологічних явищах і описаних деякою інструкцією-рецептом, алгоритмом, технологією.

Дії на операнд виконуються **операторами** і є виходами операторів. На рис.1.6 представлена загальна модель процесу перетворення, де впливи операторів здійснюються у вигляді потоків матерії (**S**), енергії (**E**) та інформації (**I**).

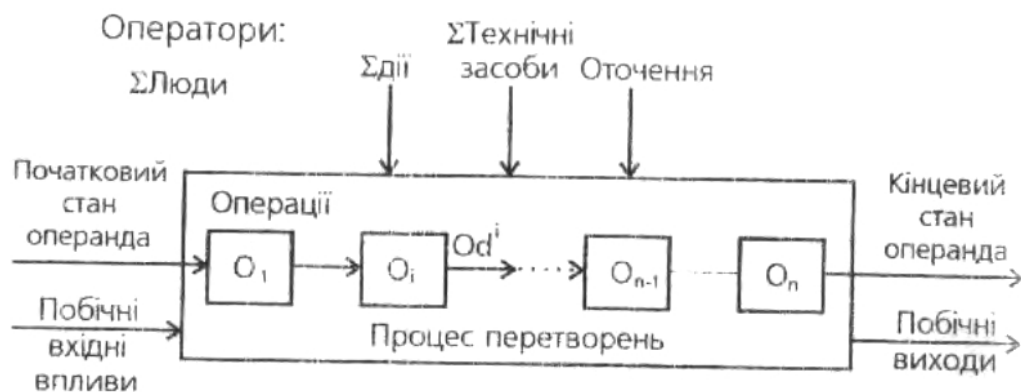


Рис.1.6 – Модель процесу перетворення [1].

Типовими видами процесів в техніці є керування і регулювання. **Керування** – це процес в системі, завдяки якому одна чи кілька вхідних величин діють бажаним чином на інші, які вважаються вихідними. **Регулювання** – це процес завдяки якому деякі зміни (регульовані) величини безперервно співставляються з еталонними (керованими), причому на регульовані величини здійснюється вплив з метою приведення відповідних відхилень до нуля.

Відношення (R) – це взаємозалежність або вплив двох і більше об'єктів або явищ абстрактного або конкретного типу. Вираз «об'єкт X знаходиться у відношенні R до об'єкту Y» записується так $R(X,Y)$. Відношення може бути рефлексним, симетричним або транзитивним і характеризується так:

а) **рефлексивність** – кожний об'єкт еквівалентний самому собі;

б) **симетричність** – якщо один об'єкт еквівалентний іншому, то другий еквівалентний першому;

в) **транзитивність** – два об'єкти еквівалентні між собою, якщо вони роздільно еквівалентні третьому.

Якщо виконуються усі три умови, то відношення називається **відношенням еквівалентності**. **Кореляція** – це математична модель відношення в узагальненій формі.

Основою для побудови системи перетворень [див.рис.1.7] є такі припущення, які витікають з досвіду людей:

- бажані перетворення операнда (об'єкту перетворення) досягаються цілеспрямованими впливами матеріального (S), енергетичного (E) або інформаційного (I) типів;

- ці три типи впливів при будь-якому перетворенні здійснюються людьми ($\sum Me$), технічними системами ($\sum TS$) і оточенням (Umg).

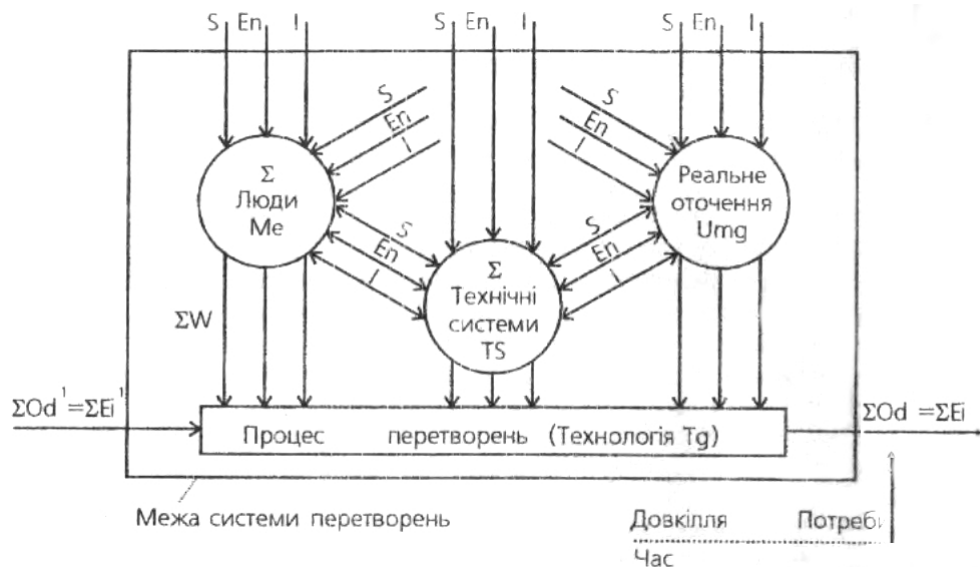


Рис.1.7 – Модель системи перетворень [1].

Приклад системи перетворення наведено в табл.1.1.

Інтерпретація моделі перетворень дозволяє зробити такі висновки:

1.Для задоволення потреб людей або вибирається необхідний об'єкт, або задається потрібний стан операнда. Цей стан (Od^2) є метою перетворення.

2.Операндами перетворень можуть бути живі істоти, зокрема люди, а також матеріальні, енергетичні та інформаційні об'єкти.

3.Вибирають відповідний початковий стан операнда Od^1 як вхідну величину (або він задається). Стан Od^2 може бути досягнутий з декількох початкових станів Od^1 .

4.Зміна $Od^1 \rightarrow Od^2$ називається перетворенням.

5.Перетворення виникає або з незадовільного стану Od^1 або потребою в Od^2 .

6.Перетворення виконується на підставі деякої технології, яка являє собою упорядковану сукупність цілеспрямованих часткових змін. Стан операнда Od^2 може бути досягнутий різними методами (технологіями).

7.Перетворення (як взагалі, так і часткове) здійснюється шляхом матеріального, енергетичного або інформаційного впливу на операнд.

8.Впливи здійснюються трьома системами-операторами: людьми, технічними системами та реальним оточенням. Усі названі оператори мають зв'язки (матеріальні, енергетичні і/або інформаційні) між собою.

Між процесом дії і процесом перетворення існує причинний зв'язок, а саме – зміни операнда в процесі перетворень ($\sum E$) викликаються діями ($\sum W$)

технічної системи як причини. З іншого боку, ця причина (дія системи) є наслідком ланцюжка дій в системі, ініційованих вхідними впливами на систему.

Обробка речовини, енергії або сигналів передбачає виконання за допомогою технічних об'єктів (ТО) деякої чітко певної послідовності операцій. В зв'язку з цим технологією будемо називати спосіб, метод або програму перетворення речовини, енергії або інформаційних сигналів із заданого початкового стану у заданий кінцевий стан за допомогою певних ТО.

Різноманітність технологій така ж велика, як і різноманітність ТО, і завдяки інженерному творенню продовжує швидко підвищуватись. Наприклад, існують різні технології виготовлення болтів і гайок, переробка руди, тощо.

В останній час великого значення набули так звані інформаційні технології, де додатковим інструментом є моделювання, наприклад, за допомогою математичних моделей.

2. Елементи системи перетворень

Елементи системи перетворень приведено на рис.1.7.

Операнд – це пасивний елемент розглядуваної системи, до якого належать люди, матерія, енергія, інформація або їх комбінація.

Люди як оператори системи перетворень можуть бути визначені як множина тільки тих людей, які виконують будь який вид дій для певного перетворення.

Технічні системи як оператори системи перетворень – це підмножина TC(TS), які виконують будь-який вид дій для певного перетворення.

Оператор **«реальне оточення»** (U_{mg}) осягає усі джерела зовнішніх впливів в найближчому оточенні процесу перетворення, котрі в більшості випадків неможливо вказати точно.

В реальне оточення включають тільки ті елементи, які мають зв'язки з елементами системи перетворень: геосферу (а саме, поверхню землі і воду), біосферу (людей, тварин і рослин), техносферу, атмосферу і клімат (погоду).

З гео-, біо- і атмосфери можуть бути побудовані різні **екосистеми**[див.рис.1.8], рівноваги яких не слід порушувати при розробці будь-яких технічних систем.

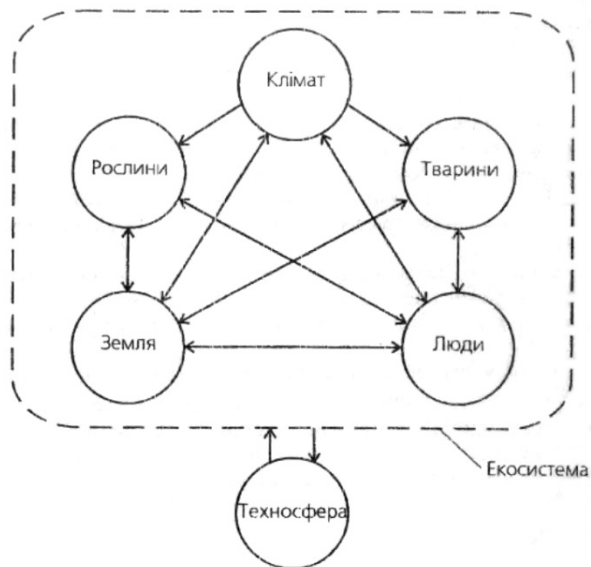


Рис.1.8 – Екосистема та техносфера [1].
 Техносфера включає всі технічні системи, які створені людьми.
 Приклад системи перетворень наведено в [1].
 Розглянемо систему перетворення типу матеріали → верстат [див.табл.1.1].

Таблица 1.1.

Приклад системи перетворень матеріали → верстат

Участь операторів у дії	Оточення, U_{mg}	Цех (1.освітлення, 2.опалення, 3.вентиляція, 4.водопровід, 5.каналізація і т.і.)
	Технічні системи, $\sum TS$	1.довідники, 2.технічні проспекти, 3.креслярське приладдя, 4.ЕОМ, 5.матеріали, 6.верстати, 7.інструменти, 8.технологічне оснащення, 9.вимірювальні інструменти, 10.преси, 11.системи контролю.
	Люди, $\sum Me$	1.конструктор, 2.рахівник, 3.технолог, 4.постачальник, 5.верстатник, 6.складальник, 7.дослідник, 8.випробовувач, 9.контролер, 10.адміністратор, 11.програміст.
Дії		1.ескізне проектування, 2.розрахунки, 3.робоче проектування, 4.вибір технології, 5.комплектація обладнання, 6.матеріально-технічне постачання, 7.виготовлення деталей, 8.складання, 9.випробування, 10.регулювання.
Технологія		Конструювання і виробництво

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

1. Визначте термін «операнд».
2. Що називають перетворенням?
3. Наведіть визначення відношення.
4. Яким може бути відношення?
5. Яке відношення називають відношенням еквівалентності?
6. Що називають кореляцією?
7. Що є метою перетворення?
8. Чим викликається перетворення?
9. Яким шляхом здійснюється перетворення?
10. Якими впливами досягаються бажані перетворення операнда?
11. Що або хто може бути операндами перетворень?
12. Що досягає оператор «реальне оточення» Umg?
13. Які елементи включають в «реальне оточення» Umg?
14. Визначіть термін «технологія».
15. З чого будуються екосистеми?
16. Чи можна порушувати рівновагу екосистем при розробці технічних систем?
17. Що включає техносфера?

Практична робота № 4

“ТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ ТИПУ «ТЕХНІЧНИЙ ПРОЦЕС»”

Мета: Ознайомлення студентів з технічними системами типу «Технічний процес».

Зміст:

1. Визначення і модель технічного процесу.
2. Структура і операції технічного процесу.
3. Класифікація і опис технічних процесів.

1. Визначення і модель технічного процесу

Модель технічного процесу (ТР) [див. рис. 2.1] будується на відношеннях в системі перетворень. Узагальнений ТР визначає перетворення операнда без точної вказівки того, «чим», «хто», «коли» і «де» його виконують.

Опис будь-якого ТР повинен містити відповіді на такі запитання:

- а) Що є операндом і які його стани (початковий, кінцевий і проміжний)?
- б) За допомогою яких перетворень (технологій) досягається сукупне перетворення $Od^1 \rightarrow Od^2$ в межах існуючих умов – природних явищ, суспільних законів та інших обмежень?
- в) Якими діями (матеріальними, енергетичними, інформаційними) можуть бути реалізовані часткові перетворення (хоча б приблизно)?
- г) Якими операторами виконуються окремі дії?

Приклади, наведені в табл. 2.1, містять відповіді на поставлені запитання. В кожному конкретному випадку інформація вводиться безпосередньо в графічне зображення в ТР, де зв'язки стають більш виразними.

Вважаючи, що бажаний стан є виходом (результатом) ТР, для цього процесу треба визначити наступні показники, які є його характерними ознаками:

- кінцевий стан операнда;
- технологічний принцип;
- типи і послідовність операцій (дій), які відповідають обраній технології;

- результат кожної операції;
- розподіл по операціях результатів, який відповідає постановці задачі і потрібному кінцевому результату.

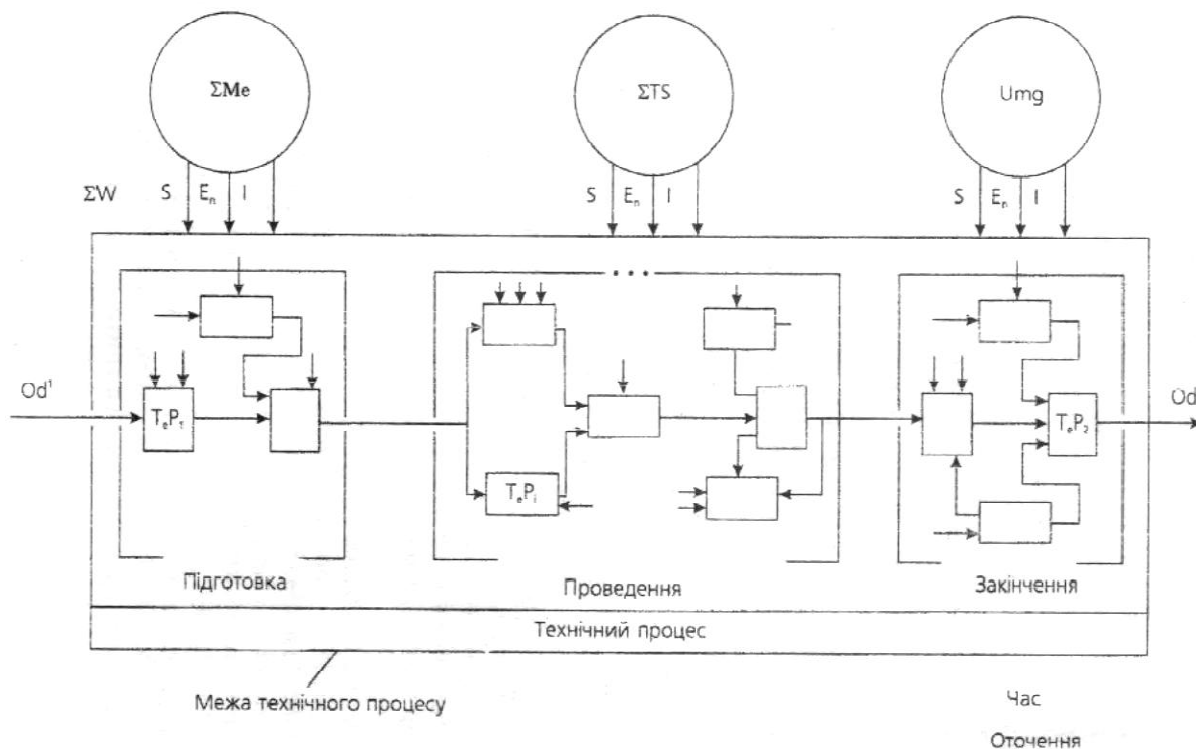


Рис.2.1 – Структура моделі технічного процесу [1].

Застосування моделі ТР доцільно тільки в тих випадках коли в перетвореннях можуть приймати участь люди, а ТС, яка використовується, має характер «машини», тобто дозволяє досягнути потрібного результату без участі інших ТС.

Операндами ТР є:

1. Живі істоти (де змінюються або стан(хворий – здоровий), або місце розташування операндами).

Таблиця 2.1 Приклади моделі технічного процесу

№п\п	Операнд			Спосіб перетворення	Дії		
	Вид	Стан		Технологічний принцип TgPz ПідпроцесTeP	над матеріалами, енергією та інформацією		
		Вхідний 1	Вихідний 2		↓S	↓En	↓I
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сталь Ст 50	Заготовка	Деталь	<u>TgPzi : обточка</u> TeP1 :Встановити і затиснути заготовку TeP2 :включити оберти TeP3 :перемістити різець відносно заготовки з зняттям стружки TeP4 : виміряти TeP5 : звільнити, деталь покласти в контейнер.	TS TS TS TS	Me TS TS Me Me	Me Me Me Me+Ts Me

Продовження табл.2.1

1	2	3	4	<u>5</u>	6	7	8
2	Людина	Нефункціонуюча нирка	Нормальна робота нирок	<u>TgPzi:трансплантація штучної нирки</u> TeP1: підготувати пацієнта і медперсонал до операції TeP2 : хвору нирку усунути TeP3 : трансплантувати штучну нирку TeP3: контролювати процес видужування	TS TS TS Me	Me+Ts Me Me Me	Me+TS Me+TS Me+TS Me+Ts

2. Матерія (де змінюються основні властивості, форма, розміри, місце розташування, тощо).

3. Енергія (де перетворюються одні види в інші, а також вимірюються їх параметри).

4. Інформація (де змінюються форми, кількість, якість, а також місце розташування).

В математичній формі стан операнда записується так:

$$Od^1 = \begin{bmatrix} E_1^1 \\ E_2^1 \\ \vdots \\ E_n^1 \end{bmatrix}; \quad Od^2 = \begin{bmatrix} E_1^2 \\ E_2^2 \\ \vdots \\ E_n^2 \end{bmatrix};$$

де зверху – властивості операнда, а знизу – міра цих властивостей.

2. Структура і операції технічного процесу

Операцією називається елементарний процес, який відповідає одній робочій дії. Структура ТР [див.рис.2.2] залежить в першу чергу від технології, яка може вдосконалюватись в часі згідно з прогресом знань і складається з окремих операцій в певній послідовності.

Розрізняють операції:

- робочі (при яких для досягнення бажаної зміни властивостей операнда, наприклад, заготовка – деталь, використовують ті чи інші фізичні закони і явища);
- обслуговування (змащування, усунення стружки, охолодження, ...);
- підготовчі (затиск деталі, підведення супорта, ...);
- керування та регулювання (вимірювання, наладка верстата, зміна робочого режиму, ...)
- погодження (складання, ув'язка частин проекту, ...).

Показники технічного процесу наведені в табл.2.2.

Таблиця 2.2 Показники технічного процесу

Показники	Технічні	Економічні	Планові
1	2	3	4
Операнд Вхід Вихід	Матеріал, розміри, форма, стан поверхні, тиск, температура	Ціна Витрати	Кількість Термін(стро к) Постачальни к
Технологія	Специфікація операцій Послідовність операцій	Витрати	Час роботи Оператор Робоче місце

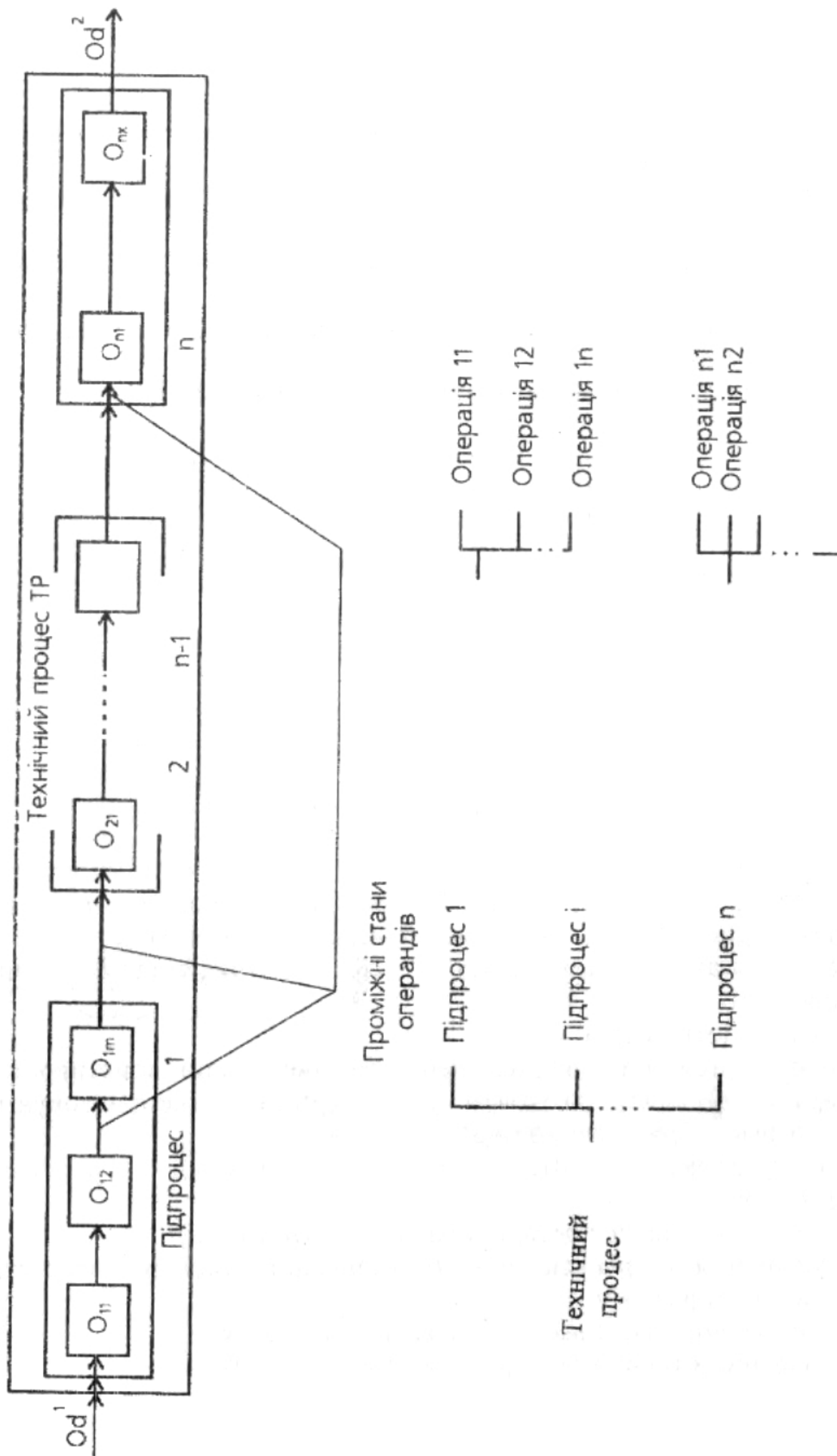


Рис.2.2 – Структура технічного процесу [1].

1	2	3	4
Оператор-робітник	Спеціальні знання. Досвід. Особисті якості	Заробітна плата	Години роботи Кількість робітників
Технічна система	Функціональні властивості Експлуатаційні властивості Естетичні властивості Ергономічні властивості Маніпуляційні властивості, тощо	Ціна Експлуатаційні витрати	Час постачання Кількість Постачальник
Спеціальна інформація	Перелік типів інформації Джерела інформації	Витрати	Термін(строк) Робітник Робоче місце
Умови оточення	Фізичні: розташування, потреба в просторі, температура, вологість, освітлення, шум	Витрати	Термін(строк) Оператор Робоче місце
Умови оточення	Психологічні: робоча обстановка	Продуктивність праці	
	Соціальні: суспільні умови	Економічна ситуація	

3. Класифікація і опис технічних процесів

Можуть бути використані такі способи опису (зображення) технічних процесів:

а) блок-схеми (прямокутні з текстом або рисунком);

б) граф (ребра – процеси, вузли – стани операндів);

в) часова діаграма;

г) математичний опис;

д) словесний опис;

є) спеціальний опис (зображення) (наприклад, опис намові Ляпунова або завдяки символам, наприклад, діаметр 90 H7 – виконати діаметр 90 с допуском H7).

В табл.2.3 наведена класифікація технічних процесів.

Таблиця 2.3 Класифікація технічних процесів

Показники	Класи процесів
1	2
Операнд	Процеси переробки матерії Процеси переробки енергії Процеси переробки інформації Процеси, які пов'язані з біологічними об'єктами
Явища, на котрих базуються робочі дії	Фізичні. Механічні. Електроні. Теплові. Хімічні. Біологічні. Комбіновані.
Робоча дія	Транспортування Сортування Подріблення Обробка Складання

Спосіб робочої дії	Ручна праця. Використання сили тварин Механізований процес
Спосіб керування і регулювання	З участю людини Автоматизований процес
Складність процесів	Операції. Підпроцеси. Складні процеси
Спів-відношення між входом і виходом	Об'єднання: кількість входів більше кількості виходів. Поділення: кількість входів менше кількості виходів.
Характер протікання перетворення	Безперервний процес Дискретний (перервний) процес

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

1. На чому будується модель технічного процесу?
2. Що визначає узагальнений технічний процес?
3. Які показники технічного процесу необхідно визначити?
4. Що або хто може бути операндом технічного процесу?
5. За яких умов операндом технічного процесу є людина?
6. Що називають операцією?
7. Скільки робочих дій відповідає одній операції?
8. В чому полягає суть робочих операцій?
9. В чому полягає суть підготовчих операцій?
10. В чому полягає суть операцій обслуговування?
11. В чому полягає суть операцій керування?
12. В чому полягає суть операцій погодження?
13. Які існують способи опису технічного процесу?
14. Що означає поняття технологічний принцип?

Практична робота № 5

“СТРУКТУРА ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ТИПУ «ТЕХНІЧНИЙ ОБ’ЄКТ» (ТО)”

Мета: Ознайомлення студентів з структурою технічних систем типу «Технічний об’єкт».

Зміст:

1. Поняття про призначення і структуру технічної системи типу «Технічний об’єкт».

2. Функціональна та органоструктура технічної системи типу «Технічний об’єкт».

1. Поняття про призначення і структуру технічної системи типу «технічний об’єкт»

При розгляді ТС треба визначити такі ключові характеристики, як **призначення, спосіб дії та структуру**.

Призначення ТС є виконанням певного впливу в технічному процесі.

Причинний ланцюг з перетворенням наслідку (виходів) у причини (входи) наступних операцій характеризує **спосіб дії (спосіб функціонування) ТС**.

Структура ТС поділяється на структурні елементи і групи в залежності від прийнятої точки зору (наприклад, складання або функціонування). Структурні елементи і групи знаходяться між собою в певних геометричних, механічних, енергетичних та інших відношеннях. Таким чином, всяка ТС може бути розділена на підсистеми, що свідчить про її ієрархічність.

З точки зору основної комбінаторної концепції ТС можна зобразити (графічно) у вигляді дерева блоків накладання один на одного різних ознак розчленування – факторів, через котрі доводиться по різному ділити об’єкт (ТС) на частини. Розчленування можуть бути функціональними, технологічними та іншими. ТС можна зобразити графічно у вигляді дерева ознак побудови об’єкту або у вигляді списку ієрархії специфікації.

Для систематизації тієї чи іншої предметної області зручно застосовувати картотеки (файли), в будь-яке місце котрих можна легко вставити нову картку, знайти потрібну, виключити її, тощо. Цю властивість використовують в процесі проектування ТС при обробці великих масивів з побудовою комбінаторного файлу-списку лексографічних упорядкованих записів. Таким чином, комбінаторний файл – спискова структура, в котрій враховані її альтернативи і комбінації ознак побудови; він описує деяке сімейство об'єктів в цілому і жодного об'єкту окремо.

Структуру ТС можна уявити на різних рівнях абстрагування, а саме, як: функціональну, органоструктуру, конструктивну схему.

Можливості символічного уявлення ТС не вичерпуються цими трьома структурами, їх може бути більше.

Взаємозв'язки між розглядуваними структурами ТС легко зрозуміти, використовуючи відношення «мета-засіб». З цієї точки зору призначення ТС (як мета) забезпечується певною функціональною структурою (як засіб); ця функціональна структура (як мета) може бути реалізована різними органоструктурами (як засіб); органоструктури (як мета) можуть бути реалізовані різними конструктивними схемами (як засіб).

Всі зовнішні дії ТС відносяться до активних (крім сторонніх впливів середовища, які називають завадами). Кожному впливу на ТС відповідає дія ТС (за принципом «вплив-реакція») – випадок «чорного ящика».

2. Функціональна та органоструктура технічної системи типу «технічний об'єкт»

Функціональна структура ТС визначається як упорядкована сукупність функцій і відношень між ними і будується стосовно до її робочого стану.

Технічна функція – це здатність ТС при певних умовах перетворювати вхідну величину в потрібну вихідну величину при забезпеченні чіткої відповідності залежної вихідної величини незалежної вхідної.

Серед технічних функцій (для яких основні три можливих характеристики – складність, ступінь абстрактності, призначення) треба виділити таке:

- логічна функція, яка перетворює одну або дві незалежні величини в залежні, котрі можуть приймати тільки два значення (наприклад, 0, 1);
- узагальнена елементарна функція, яка створюється при об'єднанні операцій загального характеру (накопичення, передача, перетворення) з об'єктами таких узагальнених категорій як людина, матерія, енергія та інформація;
- нормативна елементарна функція, яка відповідає операціям об'єднання, розподілу та керування;
- фізична елементарна функція відповідно до 12 основних фізичних операцій: випускати, відділяти, збирати (складати), підганяти, перетворювати, помножити, направляти, з'єднувати, підключати, змінювати напрямок, встановлювати, ховати (зберігати).

Органоструктура – це абстрактна модель ТС, яка містить технічні засоби (виконавчі органи) і відношення, які реалізують способи дії певного класу.

Окремі виконавчі органи можна об'єднати по їх відношенню до перетворень і отримати структуру більш високого рівня – органоструктуру перетворень, подібну сукупності функцій ТС.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

1. Які ключові характеристики визначаються при розгляді ТС?
2. Що є призначенням ТС?
3. Що є способом дії ТС?
4. Що є структурою ТС?
5. Яким може бути розчленування ТС на частини?
6. Як можна зобразити ТС графічно?
7. Що уявляє собою комбінаторний файл?
8. Як можна уявити структуру ТС на різних рівнях абстрагування?
9. Скориставшись відношенням «мета-засіб» вкажіть взаємозв'язок між ТС та функціональною структурою?
10. Скориставшись відношенням «мета-засіб» вкажіть взаємозв'язок між функціональною структурою та органоструктурою?
11. Скориставшись відношенням «мета-засіб» вкажіть взаємозв'язок між органоструктурою та конструктивною схемою?

- 12.Що називають завадою?
- 13.Як визначається функціональна структура ТС?
- 14.Що таке технічна функція?
- 15.В чому полягає сутність логічної функції?
- 16.В чому полягає сутність узагальненої елементарної функції?
- 17.В чому полягає сутність нормативної елементарної функції?
- 18.В чому полягає сутність фізичної елементарної функції?
- 19.Як визначається органоструктура ТС?

Практична робота № 6

“ТЕХНІЧНІСЬКІ СИСТЕМИ ТИПУ «ТЕХНІЧНИЙ ОБ’ЄКТ»”

Мета: Ознайомлення студентів з технічними системами типу «Технічний об’єкт».

Зміст:

- 1.Конструктивна система технічної системи типу «Технічний об’єкт».
- 2.Параметри технічної системи типу «Технічний об’єкт».
- 3.Поняття про фізичну операцію.
- 4.Принцип дії технічної системи типу «Технічний об’єкт».

1. Конструктивна система технічної системи типу «технічний об’єкт»

Виконавчі органи (органоструктура) конкретизуються у вигляді конструктивних елементів (конструктивних схем). **Конструктивна схема** в загальному вигляді втілює усі потрібні властивості та ознаки ТС. Органоструктура може бути реалізована різними конструктивними схемами, в яких можуть існувати три типи відношень:

- просторові (визначаються розміщенням елементів ТС в просторі);
- механічні (зв’язки) окремих елементів (характеризуються ступенями вільності);
- енергетичні, які задаються, зокрема, силовим взаємовпливом між деталями.

Конструктивна схема визначається не тільки типом впливу, способом дії та властивостями операнда, котрі вона повинна реалізовувати, але також і принципом її побудови.

Типовим є, наприклад, модульний принцип побудови, котрий позитивно зарекомендував себе не тільки при проектуванні, але також при виготовленні та використанні ТС.

Часто комбінують різні принципи, що дозволяє залучати її переваги і виключити недоліки.

2. Параметри технічної системи типу «технічний об'єкт»

Параметри і показники характеризують ступінь виконання функцій або ступінь функціонування ТС. Особливістю параметрів і показників є можливість їх безпосереднього кількісного вираження.

Параметри (більш загальне поняття ніж показники) – це комплексні характеристики ТС і їх можна виразити через один або декілька показників, котрі для машин прийнято називати техніко-економічними. Одними з основних для машин є показники, які характеризують їх призначення: продуктивність, швидкість роботи, тиск та інші.

Однією з найважливіших властивостей машин, які характеризують ступінь їх корисності, є якість. До якісних характеристик ТС відносять такі їх властивості, як: надійність, технологічність, ергономіка, естетика, екологічність, транспортабельність і т.і.

3. Поняття про фізичну операцію

Для опису технічної функції (ТФ) потрібно мати таку інформацію:

- потреба, яку може задовольнити технічний об'єкт (ТО), або ТС;
- фізична операція (фізичне перетворення), за допомогою якої реалізується потреба.

Таким чином, ТФ складається з двох частин:

$$F=(P,Q),$$

де Р – потреба, що задовольняється, яка описується формулою $P=(D,G,H)$ (D – вказівка дії, яка виконується ТС і призводить до бажаного результату; G – вказівка об'єкта або предмету обробки, на який направлена дія D; H – вказівка окремих умов і обмежень, при яких виконується дія D);

Q – фізична операція.

Опис фізичної операції формалізовано можна зобразити з трьох компонент:

$$Q=(A_t, E, C_t) \quad Q=(A_t \rightarrow E \rightarrow C_t),$$

де A_t , C_t – відповідно вхідний та вихідний потоки (фактори) речовини, енергії або сигналів;

E – назва операції Комера за перетворенням A_t в C_t .

Цей опис відповідає на питання «що» A_t , «як» E , «у що» C_t перетворюється за допомогою ТО. Число входів A_t , дій E і виходів C_t у загальному випадку довільне.

Таким чином, **фізична операція** є фізичним перетворенням заданого вхідного потоку (або фактору) у вихідний потік (фактор).

4. Принцип дії технічної системи типу «технічний об'єкт»

Елементарною фізичною операцією є така фізична операція, яка може бути реалізована за допомогою одного фізико-технічного ефекту.

Фізико-технічний ефект – це застосування фізичних ефектів та явищ, що можуть бути реалізованими в технічних пристроях.

При вивченні будь-якої ТС слід виходити з того, що її робота ґрунтується на одному або декількох фізичних ефектах, законах або явищах.

Тобто фізичний ефект це результат дії одних фізичних об'єктів на інші, що призводить до певних змін значень фізичних величин.

Окремий фізичний ефект можна записати трьома компонентами: фізична дія, фізичний об'єкт, на котрий дія направлена, результат фізичної дії, тобто

$$(A, B, C) \text{ або } (A \rightarrow B \rightarrow C),$$

де A – вхідний потік речовини, енергії або сигналів;

C – вихідний потік;

B – фізичний об'єкт, який забезпечує або здійснює перетворення A в C .

Звичайно, при розв'язанні технічної задачі використовується декілька фізичних ефектів, які створюють фізичний принцип дії ТС.

Фізичний принцип дії – структура сполучених фізичних ефектів, об'єднаних так, що результат дій попереднього фізичного ефекту еквівалентний вхідній дії наступного фізичного ефекту, причому у сукупності фізичні ефекти

забезпечують перетворення заданої початкової вхідної дії у заданий кінцевий результат.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

1. Які типи відношень існують в конструктивних схемах?
2. Особливості просторових відношень?
3. Особливості механічних відношень?
4. Особливості енергетичних відношень?
5. Чим визначається конструктивна схема?
6. Що характеризують параметри та показники ТС?
7. Назвіть основні показники машин.
8. Назвіть найважливішу властивість машин.
9. Які характеристики машин відносять до якісних?
10. Яку інформацію необхідно мати для опису технічної функції?
11. Визначте фізичну операцію.
12. Як формалізовано записується фізична операція?
13. Сутність елементарної фізичної операції.
14. Визначте фізичний принцип дії.
15. Визначте фізичний ефект.

Практична робота № 7

“ЗАКОНИ ПОБУДОВИ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ”

Мета: Ознайомлення студентів із законами побудови технічних систем.

Зміст:

1. Поняття про аналіз технічних систем
2. Закон прогресивної еволюції техніки.
3. Закон відповідності між функцією та структурою.
4. Закон стадійного розвитку технічних систем.

1. Поняття про аналіз технічних систем

Найвищий рівень інженерної діяльності полягає у виявленні та формулюванні законів і закономірностей побудови і розвитку ТС та цілеспрямованому їх використанні при пошуку більш ефективних та раціональних конструкторсько-технологічних рішень.

Наука про закони техніки лише починає формуватись. На сучасному етапі її розвитку започатковуються і обґрунтовуються перші гіпотези щодо побудови і розвитку ТС. Досі нема загальновизнаних і строго доведених окремих законів, і тим більше вони не оформлені в єдину послідовну і замкнену систему. Побудова такої системи, так само як і обґрунтування окремих законів, є одним із найважливіших сучасних та майбутніх напрямів наукових досліджень в галузях технoзнавства і загальної теорії проектування.

Проте трактування відкритих на даний час законів ТС відповідні розробки теоретичного та методичного плану, що базуються на цих законах, а також знання більш локальних закономірностей, дають змогу використовувати їх в практичній інженерній діяльності. Перш за все це стосується синтезу оптимальних методології і методів інженерного творення та визначення найбільш правильних структурних та інших характеристик конкретних класів ТС в наступних поколіннях.

2. Закон прогресивної еволюції техніки

Прогресивна еволюція ТС аналогічна еволюції видів в живій природі. Закон пояснює, чому відбувається перехід від попереднього покоління ТС до наступного - удосконаленого; за яких умов, коли і які структурні зміни мають місце при такому переході.

Існуюча гіпотеза про закон прогресивної еволюції техніки в умовах конкурентної боротьби і ринкових відносин дає таке його формулювання:

«В ТС з однаковою функцією перехід від покоління до покоління покликаний усуненням виявленого основного дефекту чи дефектів, пов'язаного з покращенням критеріїв розвитку ТС, і відбувається за наявності необхідного науково-технічного рівня та соціально-економічної доцільності».

Закон також передбачає, що при переході ТС від покоління до покоління відбуваються зміни конструкції, кореляційно пов'язані з характером дефекту у попереднього покоління. Реалізуються перш за все такі зміни конструкції, які передбачають необхідне або суттєве усунення дефекту за мінімальних виробничих та інтелектуальних витрат.

Найважливіше прикладне значення закону прогресивної еволюції ТС полягає в побудові на його основі методології системного ієрархічного вибору глобально оптимальних конструкторсько-технологічних рішень. Методологія передбачає свідоме використання закону для управління еволюцією ТС з метою її прискорення. При цьому вирішується ієрархічна послідовність задач проектування і конструювання нових ТС.

На першому етапі для заданої функції синтезується певна функціональна структура ТС (машини, приладу, верстатного комплексу і т.і.).

Другий етап передбачає вибір найбільш ефективного для даної функціональної побудови фізичного принципу дії ТС.

На третьому етапі здійснюється прийняття найбільш доцільного технічного рішення.

Четвертий етап полягає в моделюванні та оптимізації параметрів розроблюваної ТС.

Практика створення нових ТС показує, що закон прогресивної еволюції техніки не є абсолютним. Адже очевидно, що ієрархічне вичерпання можливостей удосконалення конструкції не є формальним.

Вивчення закону прогресивної еволюції дозволяє використовувати часткові закономірності зміни конструкторсько-технологічних рішень, зокрема використовувати і розвивати метод евристичних прийомів.

Важливим є прогнозування з допомогою S-подібної функції значень критеріїв розвитку. Так, наприклад, можливо встановити, наскільки недовикористані можливості застосовуваного принципу дії. Знання закону прогресивної еволюції особливо необхідне на початкових стадіях проектування нових поколінь ТС, при виконанні робіт з аналізу та дослідження історії техніки, її прогнозування.

3. Закон відповідності між функцією та структурою

Цей закон має загально філософську інтерпретацію і виражає взаємозв'язок і співвідношення між функцією і структурою будь-якої системи живої чи неживої природи, в тому числі ТС.

Щодо інженерного кількісного аспекту визначення цього закону, то існуюча гіпотеза про закон відповідності між функцією і структурою ТС має таке формулювання: "Кожний елемент ТС чи його конструктивна ознака мають хоча б одну функцію по забезпеченню реалізації функції ТС, тобто виключення елемента чи ознаки призводить до погіршення якогось показника ТС чи припинення виконання нею своєї функції".

Вираз закону відповідності між функцією та структурою в кількісній формі забезпечує формалізований опис функцій елементів через компоненти D - дії, здійснюваної ТС, яка призводить до бажаного результату; G – об'єкту чи предмету обробки, на який направлена дія D; H - особливих умов і обмежень.

Функціональна структура ТС представляється у вигляді орієнтованого графу, вершинами якого є елементи ТС, а ребрами - функції елементів по забезпеченню роботи інших елементів або (і) потоки речовини, енергії чи сигналів, що передаються між елементами.

Закон має декілька важливих практичних закономірностей, що відображають узагальнені функціональні структури широких класів ТС:

- 1) закономірність функціональної побудови технічних машин;
- 2) закономірність функціональної побудови перетворювачів енергії та інформації;
- 3) закономірність функціональної побудови споруд;
- 4) закономірність багатозначної відповідності між функцією і структурою;
- 5) закономірність мінімізації компоновочних витрат.

4. Закон стадійного розвитку технічних систем

Закон стадійного розвитку ТС відображає процес революційних змін техніки, пов'язаних з передачею ТС функцій, виконуваних людиною. Цей закон, в основному, стосується задач інженерної творчості, які пов'язані з крупними винаходами, і явно співвідноситься із закономірністю функціональної побудови обслуговуючих (технологічних) машин.

Гіпотеза про закон має таке формулювання:

"ТС з функцією обробки матеріального предмету має чотири стадії розвитку, пов'язані з послідовною реалізацією за допомогою технічних засобів чотирьох фундаментальних функцій: технологічної, енергетичної, керування та планування, і послідовним виключенням із технологічного процесу відповідних функцій, виконуваних людиною".

Таким чином, на першій стадії своєї розвитку ТС здійснює лише обробку предмету праці, тобто реалізує технологічну функцію.

На другій стадії - окрім технологічної, ТС реалізується також функція забезпечення енергією процесу обробки, тобто енергетична функція.

Третя стадія розвитку ТС передбачає здійснення системою додатково також і функції керування процесом обробки предметів праці.

Нарешті, четверта, найвища стадія розвитку, зумовлюється реалізацією ТС ще і функції планування для себе об'єму і якості продукції, отримуваної в

результаті обробки. Людина повністю виключається із конкретного технологічного процесу.

Постадійний перехід відбувається, коли вичерпуються природні можливості людини по покращенню кількісних і якісних показників процесу обробки на тій чи іншій стадії, а також за наявності необхідного науково-технічного рівня і соціально-економічної доцільності.

Загальна теорія ТС охоплює і інші закони побудови і розвитку техніки, знання яких є надзвичайно важливим в процесі інженерної діяльності.

При розробці ТС з ідентичною функцією корисним є закон кореляції параметрів однорідного ряду ТС. Однорідний ряд утворюють ТС, що мають однакові функції, структуру, потрібні умови роботи і відрізняються лише значеннями головного параметру.

Цікавим і корисним є аналіз і оцінка розроблюваної ТС з точки зору виконання в ній законів симетрії. ТС, яка піддається суттєвому впливу середовища у вигляді потоків речовини, енергії чи інформації, має певний тип симетрії, зумовлений комбінацією і характером цих потоків.

Зокрема, можна виділити симетрію ТС двосторонню при дії потоків середовища, що знаходяться під кутом один до одного (наприклад, літак), а також осьову - при суттєвій односпрямованій або рівномірно розподіленій зі всіх боків дії середовища (наприклад, гребний гвинт, гайка, вал змінного січення).

Якщо за умовами роботи ТС повинна мати якийсь тип симетрії, то він повинен знайти відображення в конструкції, бо порушення цього принципу погіршує технічне рішення.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

1. В чому полягає закон прогресивної еволюції техніки?
2. Що відбувається на першому етапі проектування і конструювання нових ТС?
3. Що відбувається на другому етапі проектування і конструювання нових ТС?

- 4.Що відбувається на третьому етапі проектування і конструювання нових ТС?
- 5.Що відбувається на четвертому етапі проектування і конструювання нових ТС?
- 6.Чи є закон прогресивної еволюції техніки абсолютним?
- 7.В чому полягає суть закону відповідності між функцією та структурою?
- 8.На які системи розповсюджується закон відповідності між функцією та структурою?
- 9.Назвіть закономірності, що діють в межах закону відповідності між функцією та структурою?
- 10.В чому полягає суть закону стадійного розвитку ТС?
- 11.Скільки стадій розвитку передбачає закон стадійного розвитку ТС?
- 12.В чому полягають особливості першої стадії розвитку ТС?
- 13.В чому полягають особливості другої стадії розвитку ТС?
- 14.В чому полягають особливості третьої стадії розвитку ТС?
- 15.В чому полягають особливості четвертої стадії розвитку ТС?

Практична робота № 8

“СТВОРЕННЯ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ”

Мета: Ознайомлення студентів зі створенням нових технічних систем.

Зміст:

- 1.Методологія створення технічних систем.
- 2.Стадії та етапи технічного проектування технічних систем.
- 3.Загально-технічні основи конструювання технічних систем.
- 4.Пошукове проектування технічних систем.

1. Методологія створення технічних систем

З розвитком техніки принципи та методологія створення ТС безперервно змінюються та удосконалюються внаслідок впровадження нових способів виготовлення машин, ускладнення їх конструкцій та умов збуту, більш повного вивчення ряду технічних та економічних питань.

В процесі створення ТС виконують такі роботи:

- обґрунтування необхідності створення нової ТС;
- науково-технічні дослідження; розробку конструкторського проекту;
- виготовлення, випробування та доведення дослідних зразків.

Необхідність створення сучасної машини як ТС виникає із загальних умов розвитку нової техніки стосовно до конкретного випадку.

Нова техніка - це результат науково-технічного досягнення, яке впливає при його реалізації на розвиток продуктивних сил і задовольняє потреби суспільства у продукції на більш високому рівні, ніж відомі раніш прототипи або аналоги.

Враховуючи різноманіття об'єктів за ступенем новизни, можна відокремити **два основних напрямки**:

- **кількісний**, при якому враховується термін, що пройшов з того чи іншого моменту появи або реалізації нових виробів (наприклад, термін з моменту появи нової техніки, реалізованої ідеї або термін з початку промислового виробництва нової продукції);

– **якісний**, при якому технічна новинка (пристрій) в залежності від його рівня поділяється на декілька ступенів, починаючи від створення принципово нової конструкції і закінчуючи зміною її зовнішнього вигляду, а нова технологія (спосіб) призначена для виготовлення принципово нової продукції або підвищення ефективності виробництва.

Кожна впроваджена в експлуатацію нова ТС повинна перевищувати за своїми показниками і техніко-економічними характеристиками кращі світові стандарти і зразки, які раніше використовувались.

Процес створення нової ТС або її окремого функціонального вузла складається з чотирьох етапів:

- науковий (інженерне прогнозування);
- конструкторський (проектування);
- технологічний (підготовка виробництва);
- організаційний (освоєння виробництва).

Науковий етап пов'язаний з інженерним прогнозуванням, яке обґрунтовує необхідність створення нової ТС. Основу інженерного прогнозування складають три напрямки, які визначають:

- а) значимість нових відкриттів і винаходів;
- б) мету і технічну стратегію;
- в) перспективний рівень розвитку конструкцій ТС (а, б - на 20-30 років, в - на 5-10 років).

При інженерному прогнозуванні використовують теоретичні і експериментальні засоби аналізу і синтезу. Прогнозування - це не передбачення, а наукове теоретичне обґрунтування того, що повинно здійснитись.

Існує два принципових шляхи побудови прогнозу, котрі використовуються паралельно:

- 1) той, що йде від існуючого базису у майбутнє (дослідницьке або наукове прогнозування);
- 2) той, що рухається від мети, яка повинна бути досягнута у майбутньому, до теперішнього (нормативне прогнозування).

Процес прогнозування, виходячи з вимог по точності, може бути розподілений на такі три частини:

- 1) детерміновану, яка піддається точному розрахунку;
- 2) вірогідну, яка дозволяє встановити допустиму закономірність протікання процесу;
- 3) "чисто" раптову, котра не піддається розрахунку.

Співвідношення між частинами залежить від рівня наукового пізнання розглядуваного процесу і може змінюватись з часом. Науково-технічний прогрес сприяє підвищенню впливу детермінованої частини і зниженню впливу інших частин. Тому підвищення значимості детермінованої частини і точності вірогідної частини сприяє підвищенню загальної точності прогнозування.

Необхідність створення техніки за короткий термін на рівні кращих світових зразків висуває особливі вимоги до другого (конструкторського) етапу, котрий поділяється на творчий і технічний етапи.

Процес творчого проектування ТС носить багатоваріантний характер, є складними є послідовним рішенням багаторівневих, багатоциклічних, багатокритеріальних і багатоекстремальних задач синтезу, аналізу і вимірювання, починаючи з вибору технічних ідей (технологічний принцип, спосіб формоутворення, принцип затиску і т.д.) і закінчуючи створенням конструкції з оптимальними параметрами.

Технічне проектування ТС - це процес створення необхідної для виготовлення і експлуатації ТС технічної документації (наглядне відображення конструкції машини в цілому і її деталей - ескізи, моделі, макети, креслення із зазначенням необхідних розмірів, посадок, ступенів точності та інших технічних умов; інструкції, які стосуються випробовувань і доводки машини; механічні паспорти виробів, які містять основні відомості про їх техніко-економічні параметри і вказівки щодо експлуатації).

Процес розробки конструкторської документації є поступовим уточненням проекту і наближенням до розробки робочої документації, за якою виготовляють вироби в одиничному, серійному або масовому виробництві.

Рівень конструкторської діяльності можна оцінити ступенем новизни розробки.

Найвищим I рівнем є творче конструювання (оригінальне), коли розробляються конструкції на підставі нових принципів роботи машин.

Наступним II рівнем - конструктивне удосконалення, коли створюються машини, принцип роботи яких відомий, але конструктор добивається нових якісних характеристик.

До III рівня можна віднести розробку відомих за принципом роботи пристосованих до певних умов експлуатації.

До IV рівня відносять створення ряду (гами) машин певного призначення, які відрізняються лише деякими параметрами.

Найменш творчий вклад вноситься на V рівні конструювання деталей або складальних одиниць з метою погодження їх з умовами конкретного виробництва і стандартами. Починаючи свою роботу з останнього V рівня конструкторської діяльності, набуваючи досвід і навички, можна досягнути значного успіху, - творчого рішення серйозних конструкторських задач, тобто навчитися бути конструктором.

В процесі проектування треба дотримуватись деяких принципів, таких як: конструктивне наступництво, оптимум, уніфікація, стандартизація, тощо.

За масштабами проведення розрізняють уніфікацію: заводську, міжзаводську, галузеву і міжгалузеву.

Існують також 4 форми проведення уніфікації: модифікаційна (відносно базової моделі), розмірна, міжтипова, загальна.

2. Стадії та етапи технічного проектування технічних систем

Державний стандарт передбачає 5 стадій розробки конструкторської документації на вироби усіх галузей промисловості:

- технічне завдання (ТЗ);
- технічна пропозиція (ТП);
- ескізний проект (ЕП);
- технічний проект (ТП-Т);

– розробка робочої документації (РД) або робочий проект (РП).

Процес розробки конструкторської документації є поступовим уточненням проекту і наближенням до розробки робочої документації, за якою виготовляють вироби в одиничному, серійному і масовому виробництві.

Багатостадійність процесу проектування вказує на складність задачі і високі вимоги, що викликає невиправдані додаткові витрати часу і засобів.

Технічне завдання (ТЗ) включає призначення, технічні характеристики і показники якості, а також техніко-економічні вимоги, які висувають до розроблюваної конструкції машини.

Бажано, щоб в ТЗ була вказана виробнича база, обсяг потрібної і планованої продукції, термін її виготовлення, можливі шляхи модернізації і т.і. ТЗ після погодження і затвердження є підставою для виконання проектних розробок.

Технічна пропозиція (ТП) містить технічне і економічне обґрунтування доцільності проектування машини згідно з ТЗ, можливі варіанти його реалізації, а також порівняння розроблюваної конструкції з аналогічними, перевірку патентоспроможності і т.і.

Ескізний проект (ЕП) містить принципові конструктивні рішення, які дають загальне уявлення про будову і принцип роботи машини, а також дані, які визначають її призначення, основні параметри і загальний вигляд. ЕП після погодження і затвердження служить підставою для подальшої розробки проекту.

Технічний проект (ТП-Т) містить кінцеві технічні рішення, які дають повне уявлення про будову розроблюваної машини, і необхідні вихідні дані для підготовки робочої документації. ТП-Т після погодження і затвердження служить підставою для розробки робочої документації.

Робочу документацію (РД) використовують для одиничного, серійного і масового виробництва машин. У процесі розробки РД найбільш повно враховують технологічні і організаційні фактори виробництва. Ця стадія розробки найбільш довготривала і потребує найбільших витрат часу і засобів. РД розробляють послідовно для виготовлення і випробування дослідного зразка (партії), установчої серії, серійного та масового виробництва.

3. Загально-технічні основи конструювання технічних систем

Процес конструювання безперервно удосконалюється у напрямку розробки нових методів роботи конструктора, розширення повторного використання конструкторської документації, покращення умов інформованості. застосування технічних засобів ЕОМ. Повторне використання існуючої конструкторської документації сприяє економії засобів на проектування, а також і економії на підготовку виробництва, тому що якщо виріб вже використовувався, то, отже, і технологічна сторона питання вирішена. Ефективне також часткове використання готової документації або повне використання розробки як частини нового проекту.

Слід пам'ятати, що в процесі конструювання необхідно:

- суворо дотримуватись вимог ЄСКД;
- дотримуватись патентної чистоти конструкції, пам'ятаючи, що використання закордонних запатентованих конструкцій допустимо лише на законних підставах;
- широко використовувати стандартні, нормалізовані і уніфіковані у даній галузі (на даному підприємстві) деталі;
- прямувати до обмеження номенклатури матеріалів, намагаючись застосувати лише ті, котрі не є дефіцитними в певній галузі;
- пам'ятати, що як і у всякій життєвій ситуації, на завжди перше рішення є найкращим; найкраще рішення знаходять іноді завдяки (або в результаті) послідовної розробки ряду варіантів. Корисно кілька варіантів забракувати на папері, ніж один у натурі.

При створенні нових ТС необхідно враховувати такі технічні вимоги:

1. Систему типізації машин.
2. Автоматизацію керування сучасними машинами.
3. Зниження маси сучасної машини.
4. Технологічність сучасної машини.
5. Надійність машини.
6. Художньо-естетичне оформлення машин.

- 7.Небезпечність роботи машини.
- 8.Конкурентна здатність машини.
- 9.Характер діяльності оператора у керуванні машиною.
- 10.Систему людина-машина.
- 11.Розподіл функцій керування в сучасних машинах.
- 12.Надійність людини-оператора.
- 13.Системний підхід до конструювання.

Конструкторські документації (КД) ескізного, технічного і робочого проектів істотно відрізняються.

Склад КД на стадії ескізного проекту:

- 1) загальний вид машини (ескізний);
- 2) кінематична схема;
- 3) загальні види основних вузлів;
- 4) пояснювальна записка з такими розділами: а) технічна характеристика машини (призначення, габарити, маси, потужність, продуктивність, режим роботи і т.і.); б) опис конструкції машини із зазначенням її особливостей; в) розрахунок ТЕП роботи машини в порівнянні з найбільш високими показниками на даний час;
- 5) розрахунки (кінематичні, динамічні, на міцність та інші).

Склад КД на стадії технічного проекту:

- 1) креслення загального виду машини;
- 2) креслення загальних видів вузлів машини; кінематичні електричні, гідравлічні та інші схеми, перелік комплектуючих виробів; перелік спеціального інструменту і запасних частин;
- 3) пояснювальна записка з такими розділами: а) призначення та область використання розробленої машини; б) огляд існуючих зразків машин конкретного призначення вітчизняного закордонного виробництва і порівняльна оцінка їх конструктивних особливостей і експлуатаційних показників; в) короткий конструктивних особливостей нової машини; г) рішення питань; техніки безпеки і виробничої санітарії; д) рішення питань; технологічності з точки зору виробничих умов заводу-виробника; е) розрахунки масштабу виробництва нових машин і ефекту від; впровадження їх у народному господарстві;

4) розрахункова записка, яка містить детальні розрахунки кінематичні, динамічні, на міцність та інші.

Склад КД на стадії робочого проекту:

- 1) креслення загальних видів;
- 2) креслення вузлів та деталей;
- 3) специфікація деталей;
- 4) кінематична, електрична, гідравлічна, пневматична схеми, циклограми та інше;
- 5) пояснювальна записка з технічною характеристикою і перевірочними розрахунками вузлів і деталей;
- 6) проект технічних умов на виготовлення, приймання, упаковку і транспортування (при необхідності включаючи креслення тари, розміщення і закріплення на залізничному рухомому потязі);
- 7) відомості оригінальних і нормалізованих деталей і вузлів, покупних деталей і виробів, застосування посадочних розмірів, різей, модулів тощо;
- 8) технічний паспорт і інструкція з експлуатації, догляду та монтажу (з пояснювальними схемами і кресленнями) з картою змащування, складеною згідно з відповідною інструкцією;
- 9) відомі погодження комплектуючих виробів;
- 10) проект програми випробувань.

В загальній документації робочого проекту креслення деталей складають приблизно 60-80 %.

4. Пошукове проектування технічних систем

Методологія пошукового конструювання (творчого конструювання) містить чотири характерних етапи, кожен з яких вимагає застосування певної системи методів:

I етап – зовнішнє проектування, застосування методу формулювання узагальненого критерію якості K на підставі кваліметрії і визначення сукупності обмежень;

II етап – синтез знакової моделі (принципової схеми) з прийнятими умовними знаковими позначеннями, застосування методу синтезу на підставі математичного програмування на цифровій ЕОМ, яке зводиться у більшості випадків до пошуку глобального екстремуму багаторозмірної цільової функції (найбільш корисно на сітці коду Грея);

III етап – синтез образної моделі (конструктивної схеми) застосування евристичного методу синтезу без чіткої формалізації процедур синтезу;

IV етап – перевірка виконання деяких умов функціонування ТС, застосування методу аналізу додаткових властивостей тому, що може виявитися, що деякий з показників якості не був врахований на II і III етапах.

При позитивних результатах перевірки проектування ТС вважається економічним і можна переходити до розробки документації (робочих креслень).

Пошукове конструювання може бути машинним і безмашинним.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

- 1.Що є новою технікою?
- 2.Із скількох етапів складається процес створення нової ТС?
- 3.В чому полягає особливість наукового етапу створення нової ТС?
- 4.В чому полягає особливість конструкторського етапу створення нової ТС?
- 5.В чому полягає особливість технологічного етапу створення нової ТС?
- 6.В чому полягає особливість організаційного етапу створення нової ТС?
- 7.Чим є прогнозування при створенні нової ТС?
- 8.В чому полягають особливості двох принципових шляхів побудови прогнозу?
- 9.В чому полягає процес творчого конструювання ТС?
- 10.Чим є технічне проектування ТС?
- 11.Які існують рівні новизни розробки?
- 12.Суть I рівня новизни розробки.
- 13.Суть II рівня новизни розробки.
- 14.Суть III рівня новизни розробки.
- 15.Суть IV рівня новизни розробки.
- 16.Суть V рівня новизни розробки.

17. Які існують форми та масштаби проведення уніфікації?
18. Які стадії та етапи технічного проектування передбачає стандарт?
19. В чому полягає стадія технічного завдання?
20. В чому полягає стадія технічної пропозиції?
21. В чому полягає стадія ескізного проекту?
22. В чому полягає стадія технічного проекту?
23. В чому полягає стадія підготовки робочої документації?
24. В чому полягає пошукове конструювання ТС?
25. Суть I етапу пошукового конструювання.
26. Суть II етапу пошукового конструювання.
27. Суть III етапу пошукового конструювання.
28. Суть IV етапу пошукового конструювання.

Практична робота № 9

“АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ”

Мета: Ознайомлення студентів з аналізом технічних систем.

Зміст:

1. Поняття про аналіз технічних систем.
2. Математична постановка типових задач аналізу технічних систем.
3. Аналіз технічних процесів.
4. Функціонально-вартісний аналіз технічних систем.

1. Поняття про аналіз технічних систем

Процес проектування ТС розглядають як сукупність процедур переробки інформації, в результаті чого виникає кінцевий продукт цього процесу – проект. Значна частина таких процедур є типовими, тобто вони призначені для багаторазового застосування при проектуванні багатьох типів ТС.

Розрізняють проектні процедури аналізу і синтезу.

Синтез передбачає створення опису ТС.

Аналіз ТС – проектна процедура, яка полягає у визначенні властивостей проектованої системи і дослідженні працездатності ТС за її описом. Аналіз передбачає розв’язання задач функціонального проектування з допомогою математичних моделей (ММ) ТС на мікро-, макро- і метарівнях.

Процедури аналізу поділяють на процедури одно- і багатоваріантного аналізу.

Основою функціонального проектування є одноваріантний аналіз ТС – визначення вихідних параметрів ТС при заданих внутрішніх і зовнішніх параметрах. Геометрична інтерпретація цієї задачі пов’язана з поняттям простору внутрішніх параметрів. Це n -вимірний простір, в якому для кожного із n внутрішніх параметрів x_i виділена координатна вісь. При одно варіантному аналізі задається деяка точка в просторі внутрішніх параметрів і необхідно в цій точці визначити значення вихідних параметрів. Подібна задача звичайно передбачає

одноразове розв'язання рівнянь, що складаються ММ, що і зумовлює назву цього виду аналізу.

Більшість задач одноваріантного аналізу (моделювання перехідних процесів, статичних режимів, частотних характеристик і т.д.) зводяться до розв'язання систем звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР), а також систем нелінійних і лінійних алгебраїчних рівнянь (АР).

Задачі розв'язання систем ЗДР і АР можуть виникати на різних етапах і рівнях проектування.

Успішне розв'язання задач одно варіантного аналізу створює передумови для постановки і рішення задач багатоваріантного аналізу, який полягає в дослідженні властивостей ТС в деякій області простору внутрішніх параметрів. Багатоваріантний аналіз дозволяє визначити поведінку об'єкту проектування при зміні його внутрішніх і зовнішніх параметрів. Такий аналіз потребує багаторазового розв'язання систем рівнянь (багаторазового виконання одно варіантного аналізу).

Основними задачами багатоваріантного аналізу є аналіз чутливості і статистичний аналіз.

При виборі і розробці методу чи алгоритму аналізу перш за все встановлюють область його застосування. Чим ширше коло задач і ММ, які вважаються допустимими для розв'язку даним методом, тим цей метод універсальний.

У більшості випадків чітке і однозначне формування обмежень на застосування методу викликає певні труднощі. Ймовірність успішного застосування методу в окремому колі задач менша одиниці. Ця ймовірність є кількісною оцінкою важливої властивості методів і алгоритмів, яка називається надійністю.

Відмови у розв'язанні задач можуть проявлятися у розбіжності ітераційного процесу, у перевищенні похибок гранично допустимих значень і т.і. Причинами відмов можуть бути погана обгрунтованість ММ, обмежена область збіжності, обмежена стійкість.

До методів і алгоритмів аналізу, як і до ММ, висувають вимоги точності і економічності. Точність характеризується ступенем співпадіння точного розв'язання рівнянь заданої моделі наближеного розв'язання, отриманого з допомогою оцінюваного методу, а економічність – витратами обчислювальних ресурсів на реалізацію методу (алгоритму).

Оцінки точності і економічності можуть бути теоретичними і експериментальними.

2. Математична постановка типових задач аналізу технічних систем

Аналіз перехідних даних та їх процесів є основним видом одно варіантного аналізу ТС. При цьому визначаються залежності фазових змінних від часу при заданих значеннях внутрішніх і зовнішніх параметрів.

ММ, що описує динамічні властивості ТС, представляє собою систему звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР). При цьому ММ може бути отримана або в певній формі ЗДР, або в нормальній Формі Коші.

Для більшості проєктованих динамічних ТС перехідні процеси носять асимптотичний стійкий характер. В зв'язку з цим дуже важливою задачею одно варіантного аналізу є розрахунок значень фазових змінних ТС в стійкому стані, тобто аналіз статичного режиму ТС. Іноді динамічний об'єкт має декілька стійких станів і тоді необхідно розрахувати декілька його статичних режимів.

Аналіз статичного режиму можна здійснити, інтегруючи початкову систему ЗДР на достатньо великому інтервалі часу (метод установаження). Це надійний, але не завжди ефективний метод.

В ряді областей техніки частина вихідних параметрів визначається на основі аналізу частотних характеристик.

При проєктуванні систем автоматичного управління важливе значення має задача динамічної стійкості. Аналіз стійкості може бути виконаний або безпосереднім інтегруванням системи ЗДР, або її дослідженням у відповідності із відомими критеріями стійкості.

Аналіз чутливості полягає у визначенні впливу внутрішніх і зовнішніх параметрів на вихідні параметри y_j , де $i=1,2,\dots,n$.

Статистичний аналіз виконується з метою отримання інформації про розсіювання вихідних параметрів Y і розрахунок ймовірності виконання умов працездатності при заданих статистичних даних про параметри X .

3. Аналіз технічних процесів

Процедури аналізу технічних процесів передбачають розв'язання їх функціональних моделей.

Функціональні моделі відображають фізичні процеси, що мають місце в ТС (наприклад, у функціональному обладнанні, інструменті, пристосуванні, оброблюваному матеріалі). Розповсюдженими є дискретні моделі, змінні яких дискретні, а кількість рішень обмежена. В більшості випадків проектування процесів використовують статичні моделі, рівняння яких не враховують інерційність процесів в ТС.

За формою зв'язків між вихідними, внутрішніми і зовнішніми параметрами при здійсненні технічних процесів розрізняють моделі у вигляді систем рівнянь (алгоритмічні моделі) і моделі у вигляді залежностей вихідних параметрів від внутрішніх і зовнішніх моделей.

Опис математичних співвідношень на рівнях структурних і кількісних властивостей приймає конкретні форми певного технічного процесу.

Особливості процедур аналізу технічних процесів в залежності від складності задач визначають різні принципи побудови і вибору моделей. Часто виникає необхідність розробки менш точної моделі, але разом з тим більш корисної для практики. Виникають дві задачі: з одного боку, - треба розробити модель, на якій простіше отримати чисельне розв'язання, а з другого - забезпечити максимально можливу точність моделі. З метою спрощення ММ для аналізу використовують такі прийоми, як виключення параметрів, зміна характеру параметрів, зміна функціональних співвідношень між параметрами (наприклад, лінійна апроксимація), зміна обмежень (їх модифікація, поступове включення обмежень до умови задачі).

Процедури аналізу технічних процесів передбачають використання типових методів і алгоритмів рішення задач, які розглянуті вище.

4. Функціонально-вартісний аналіз технічних систем

Проведена статистика різних країн показала, що функціонально-вартісний аналіз (ФВА) дозволяє на 1 грошову одиницю витрат отримати до 20 одиниць економії.

Основна суть ФВА полягає у наступному:

- застосування системного підходу при виявленні по можливості усіх зайвих витрат (трудомісткість, витрати матеріалів, енергії, тощо) у існуючих або проєктованих виробках;
- систематичне застосування методів інженерного творення при пошуку нових технологічних рішень зі зниженими витратами;
- чітка організація робіт, яка іде від керівництва підприємством і спрямована на проведення ФВА і реалізацію його пропозицій.

ФВА – метод раціоналізації і винахідництва, побудований на вивченні функцій ТС з метою зниження їх вартості і витрат (до 5...20%). переважно без зміни основних принципів (деталь або вузол легше удосконалити, ніж цілий верстат).

ФВА проводять постійно функціонуючі групи чисельністю 3-6 чоловік, серед котрих обов'язково повинні бути конструктори, технологи та і економісти.

ФВА застосовує діалектичний підхід до розвитку ТС, згідно з яким основні принципи організації виробничих процесів не залишаються незмінними і повинні бути розглянуті з нових точок зору. Вироби, які виконують однакові функції і мають одне і те ж призначення, часто виявляються носіями різних за величиною виробничих і експлуатаційних витрат. Це пояснюється не тільки організаційно-технічним рівнем підприємства і ступенем підготовки до освоєння, але і різним рівнем якості проєктування, в тому числі техніко-економічного відпрацювання рішень.

Початок ФВА – засіб усунення "лишків". Сучасний ФВА -наукова, функціонально і системно орієнтована методологія комплексної творчої раціоналізації діяльності.

Область застосування ФВА:

- проектування нових виробів і технологій;
- модернізація освоєних у виробництві виробів; реконструкція підприємств;
- зниження витрат основного і допоміжного виробництва;
- зниження витрат сировини, матеріалів.

Існують три форми застосування ФВА:

- 1) творча – проектування нової ТС;
- 2) коректуюча – удосконалення раніше випущеної ТС;
- 3) інверсна (як варіант коректуючої).

Залежно від форми існують різні етапи проведення ФВА.

Для кожного етапу проведення ФВА характерні такі види робіт:

– 1.Підготовчий етап.

1.1. Вибір технічного об'єкту (ТО) і визначення мети (цілей) ФВА.

1.2. Підбір і затвердження складу дослідницької групи.

1.3. Навчання спеціалістів групи основа ФВА.

1.4. Складання, погодження і затвердження технічного завдання (ТЗ) на проведення ФВА.

– 2.Інформаційно-аналітичний етап.

2.1. Збір та вивчення інформації з проектно-конструкторських рішень ТО, існуючих витрат, умов роботи і недоліків ТО.

2.2.Побудова конструктивної функціональної структури ТО.

2.3. Визначення переліку основних показників і вимог до ТО, критеріїв розвитку ТО.

2.4. Аналіз і класифікація функцій елементів ТО.

2.5. Визначення і порівняння вартостей функцій.

2.6. Виявлення функціональних зон найбільшого зосередження витрат в ТО.

2.7. Постановка задач пошуку найбільш раціональних і оптимальних конструкторсько-технологічних рішень.

– 3.Пошуково-дослідницький етап.

3.1. Пошук поліпшених технічних рішень (ТР).

3.2. Математичне моделювання поліпшених ТР.

3.3. Пошук оптимальних параметрів поліпшених ТР.

3.4. Експериментальне дослідження нових ТР.

3.5. Вибір найкращих варіантів ТР.

3.6. Оформлення результатів у вигляді технічної пропозиції або (і) ескізного проекту, їх погодження зацікавленими підрозділами і затвердження.

– 4. Розробка і впровадження результатів ФВА.

4.1. Складання і оформлення проектно-технологічної документації і рекомендацій щодо реалізації результатів ФВА з уточненням розрахунків ефективності.

4.2. Погодження пропозицій по п.4.1 з зацікавленими підрозділами, службами і їх затвердження.

4.3. Організація роботи з реалізації пропозицій.

4.4. Матеріальне і моральне заохочування учасників розробки і впровадження рекомендацій ФВА. Оформлення звіту про виконання роботи з пропозиціями щодо покращення проведення ФВА.

Методи і прийоми, які застосовуються при проведенні ФВА включають:

1. Поелементна обробка конструктивних рішень.

2. Систематизований аналіз функцій (за допомогою системи логічних тестів).

3. Мозковий штурм.

4. Морфологічний аналіз.

5. Алгоритм розв'язання винахідницьких задач (АРВЗ).

Для якісної і вартісної оцінки варіантів використовують методи:

1. Розстановки пріоритетів.

2. Розрахунку собівартості виробів за питомими показниками.

3. Елементно-коефіцієнтів.

4. Експертних оцінок.

5. Структурної аналогії.

6. Оцінки собівартості за допомогою математико-статистичного апарату.

Контрольні запитання для самоаналізу та тестування:

1. В чому полягає аналіз ТС?
2. В чому полягає одно варіантний аналіз ТС та його задачі?
3. В чому полягає багато варіантний аналіз ТС та його задачі?
4. В чому полягає основна суть функціонально-вартісного аналізу?
5. Назвіть основні форми застосування функціонально-вартісного аналізу.
6. Яка форма функціонально-вартісного аналізу використовується при проектуванні нової ТС?
7. Назвіть області застосування функціонально-вартісного аналізу.

Список літератури

1. Кузнєцов Ю.М Теорія технічних систем/ Ю.М. Кузнєцов, І.В. Луців, С.А. Дубняк – К,: – Тернопіль, 1997.
2. Хубка В.С. Теориятехнических систем/ В.С. Хубка – М., Мир, 1987.
3. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень/ Ю.П. Нагірний-К., Урожай, 1994.-216с.
4. Бриль А.Р. Функционально-стоимостной анализ в экономических расчетах/ А.Р. Бриль - Л., Изд-во ЛГУ, 1989. 149 с.
5. Кибанов Ф.Я. Управление машиностроительным предприятием на основефункционально-стоимостного анализа/ Ф.Я.Кибанов - М., Машиностроение, 1991. 157 с.

Навчальне видання

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Методичні рекомендації

Укладачі: **Горбенко** Олена Андріївна

Стрельцов Володимир Вадимович

Норинський Олексій Ігорович

Формат 60x84 1/16 Ум. друк. арк. 3,875

Тираж 20 прим. Зам. №_____

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №4490 від 20.02.2013 р.

