

Міністерство освіти і науки України

ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут будівництва

ОСНОВИ СИСТЕМОТЕХНІКИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторних занять
для студентів освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
всіх форм навчання**

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри геодезії, картографії
та землеустрою
протокол № 3 від «12» вересня 2018р.

Чернігів - 2018

Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Основи системотехніки» для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» всіх форм навчання / Укл. Сахно Є.Ю., Терещук О.І. – Чернігів, ЧНТУ. – 2018. – 34с.

Укладачі: Сахно Євгеній Юрійович, д.т.н., професор, кафедри геодезії, картографії та землеустрою;

Терещук Олексій Іванович, к.т.н., професор кафедри геодезії, картографії та землеустрою.

Відповідальний за випуск: Корнієнко І.В., к.т.н., завідувач кафедри геодезії, картографії та землеустрою.

Рецензент: Дорош М.С.
д.т.н. доцент

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	4
Лабораторна робота № 1. Методи і засоби аналізу систем	5
Лабораторна робота № 2. Побудова системної моделі.....	8
Лабораторна робота № 3. Побудова технологічних систем.....	13
Лабораторна робота № 4. Побудова інформаційно-вимірювальної систем.	19
Лабораторна робота № 5. Побудова технічних систем методом морфологічного аналізу.....	27
Список літератури.....	32

Вступ

Створення ефективних систем управління технічними об'єктами одна з першорядних проблем сьогодення. Питання, що пов'язані зі збиранням, зберіганням, пошуком, обробкою, перетворенням, розповсюдженням і використанням інформації, мають вирішальне значення для ефективної її діяльності. Тому наука системотехніка, інформаційні системи управління виробництвом розвиваються дуже стрімко і потребують для їх створення фахівців відповідної кваліфікації.

Ускладнення сучасних інформаційних систем (ІС) вимагає використання ефективних технологій їх проектування, які прискорюють створення, впровадження і розвиток технічних проектів, підвищують їх надійність, сприяють їх адаптації до змін в навколишньому середовищі. У методичних вказівках до лабораторних робіт висвітлені питання теорії та практики створення технічних систем, а також проектування ІС за допомогою різноманітних методів і сучасних інструментальних засобів. Також методичні вказівки дають можливість розглянути практичні основи проектування ІС з точки зору технологічних моделей, що використовуються в інженерних проектах. Наведені приклади визначення основних показників технології проектування, розглянутий її формалізований опис, методи та засоби проектування. Особлива увага приділяється основам програмної інженерії. Розглянуті підходи до проектування ІС, а також особливості різних моделей програмного забезпечення.

Системне мислення означає здатність побачити проблему не відокремлено, а в контексті усіх взаємозв'язків. Однак системність має різні рівні. Сигналом про недостатність системності існуючої діяльності є поява проблеми; вирішення цієї проблеми відбувається шляхом переходу на новий, більш високий рівень системності в практичній діяльності.

Ознаки високого рівня системності мислення:

- знання категорій та понять;
- вміння аналізувати та синтезувати явища;
- вміння знайти проблему, поставити задачу;
- вміння прийняти правильне рішення.

Теорія систем тісно пов'язана з кібернетикою, інформаційними технологіями наукою про управління в складних системах. Також система має властивість керованості, тобто система підпорядковується управлінським законам.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 МЕТОДИ І ЗАСОБИ АНАЛІЗУ СИСТЕМ

Мета роботи. Формування у студентів системного мислення та системного підходу при аналізі об'єктів.

Теоретичні відомості

Системний аналіз об'єкту при його нормальному функціонуванні. Об'єкт аналізу - побутова машина для миття посуду.

1) Система в цілому являє собою електрогідромеханічний агрегат, що складається з наступних основних вузлів - підсистем:

- корпус, усередині якого розміщуються підсистеми, блоки й елементи системи;
- підсистема автоматики - програмний блок керування;
- блок електроживлення, що включає вимикач, мережний фільтр, реле захисту, трансформатор;
- підсистема мийка, до складу якої входить розбризгувач, полка для посуду, фільтр твердих відходів, зливний електроклапан, насос, електродвигун, контейнер для мийних засобів; теплообмінник; електронагрівник; термостат; гідросистема, що включає гідроклапан, вхідний фільтр, зм'якшувач води, шланги.

2) Навколишнє середовище. У нашому випадку оточенням, з яким стикається розглянута система, є атмосфера, мережа електроживлення, водопровід і каналізація. Система розрахована на роботу в певних умовах навколишнього середовища, які наведені в технічному паспорті, а саме: температуру повітря від 15 до 50 градусів Цельсія, атмосферний тиск від 600 до 800 мм. ртутного стовпчика, відносну вологість повітря від 20 до 95 %, напруга електроживлення 220 - 240 вольтів, частота змінного струму 50 герців, гідравлічний тиск водопроводу від 15 до 40 бар, температура води, яка надходить, до 65 градусів Цельсія.

3) Мета системи - економія часу й трудових витрат. Призначення системи - миття посуду. Призначення підсистем:

- корпус виконує роль захисного й несущого елемента. На ньому закріплені блоки й елементи системи;
- підсистема автоматики - управляє роботою системи відповідно до програми, яку обрав користувач;
 - блок електроживлення забезпечує виконавчі механізми електроживленням із заданими параметрами струму й напруги, а так само захист від перевантажень;
 - підсистема - мийка виконує головну функцію - миття посуду, що складає з декількох операцій, а саме: попереднє ополіскування, готування миючого розчину, миття, злив відпрацьованого миючого розчину, остаточне ополіскування; теплообмінник служить для передачі тепла від

електронагрівника до води, що використовується в процесі миття; електронагрівник - перетворює електричну енергію в теплову; термостат забезпечує підтримку температури води в заданих програмою межах; гідросистема служить для підведення й попередньої підготовки води (фільтрація, зм'якшення).

4) Вхід системи - брудний посуд, вода, мийні засоби, електроенергія. Споживані ресурси - вода, мийні засоби, електроенергія. Витрати - вартість споживаних ресурсів.

5) Вихід системи - чистий посуд, тверді відходи, відпрацьований розчин, гаряче повітря. Результат - економія часу й трудових витрат, внесок у збереження здоров'я. Прибуток для варіанта побутової машини виражається у відносних величинах, а саме в економії часу й збереженні здоров'я. У варіанті промислової машини прибуток виражається в грошових одиницях і дорівнює різниці вартості зекономлених трудових витрат і вартості спожитих ресурсів.

6) Програми роботи системи вибираються користувачем із числа можливих, закладених розроблювачами системи - ретельна мийка, звичайна мийка, легка мийка, ополіскування. Для забезпечення нормального функціонування системи необхідно виконати роботи із завантаження брудного посуду й завантаженню мийних засобів, вибрати програму й включити машину. Підпрограми - підігрів води, готування миючого розчину, миття, слив відпрацьованого розчину, ополіскування.

7) Як варіант системи, при використанні якій можуть бути досягнуті поставлені цілі - це промислова машина, більш потужна й продуктивна.

8) Досягнення цілей оцінюються по величині вартості ресурсів, які витрачаються для миття умовної одиниці посуду.

9) Варіанти перетворення входів у виходи закладені в програмах машини, вибір конкретної програми (варіанта) здійснює користувач.

10) Тип системи - технічна система.

11) Аналізована система має властивості ієрархічної впорядкованості, а саме - програмний блок керування визначає роботу інших підсистем й елементів машини. Система не володіє властивостями адаптивності. Вона не може пристосовуватися до навколишнього середовища.

При рішенні питання підвищення якості системи, що випускається, необхідно враховувати параметри систем, які являються джерелами споживаних ресурсів - якість води в регіоні (необхідність установки додаткових фільтрів й зм'якшувачей води), клімат (вибір конструкційних матеріалів), якість електропостачання (захист від стрибків напруги).

Порядок виконання роботи

1.1. При підготовці до виконання завдання необхідно ознайомитися з відповідними розділами теоретичного матеріалу по лекціям та рекомендованій учбовій літературі.

1.2. Проведіть системний аналіз об'єкту при його нормальному функціонуванні (наприклад, геодезичного приладу, комп'ютера, побутового приладу). Кожному № варіанту відповідає свій об'єкт з таблиці №1.

При аналізі визначите стосовно вибраної системи наступне:

- 1) систему в цілому, повну систему і підсистеми;
 - 2) навколишнє середовище;
 - 3) цілі і призначення системи і підсистем;
 - 4) входи, ресурси і (або) витрати;
 - 5) виходи, результати і (або) прибуток;
 - 6) програми, підпрограми і роботи;
 - 7) варіанти системи, при використанні яких можуть бути досягнуті поставлені цілі;
 - 8) критерії (міри ефективності), по яких можна оцінити досягнення цілей;
 - 9) моделі ухвалення рішення, за допомогою яких можна оцінити процес перетворення входів у виходи або здійснити вибір варіантів;
 - 10) тип системи;
 - 11) чи володіє аналізована система властивостями ієрархічної впорядкованості, адаптивності, в чому вони полягають;
 - 12) припустимо, що фірма хоче підвищити якість системи, що випускається. Які інші системи, окрім аналізованої, необхідно при цьому врахувати.
- 1.3. Накреслите функціональну схему системи, відобразивши її агрегати, вузли, окремі елементи і зв'язки.
- 1.4. Дайте відповіді на контрольні питання:
- 1.4.1. У чому полягає позиція користувача при дослідженні об'єкта?
 - 1.4.2. Що розуміють в системному аналізі під терміном „компонент”? Назовіть складові компоненти системи, що розглядається.
 - 1.4.3. Який синергетичний фактор присутній у системі?
 - 1.4.4. Назовіть „вхід” та „вихід” системи, що розглядається.
 - 1.4.5. У чому суть незбуреного спостереження? Наведіть приклади.

Табл. 1. Завдання до роботи

№ вар.	Об'єкт	№ вар.	Об'єкт
1.	Теодоліт з бусоллю та штативом	6.	Літак
2.	Комп'ютер	7.	Мобільний телефон
3.	Автомобіль	8.	Холодильник
4.	Телевізор	9.	Пральна машина - автомат
5.	Лазерний вимірювач відстаней	10.	Тепловізор

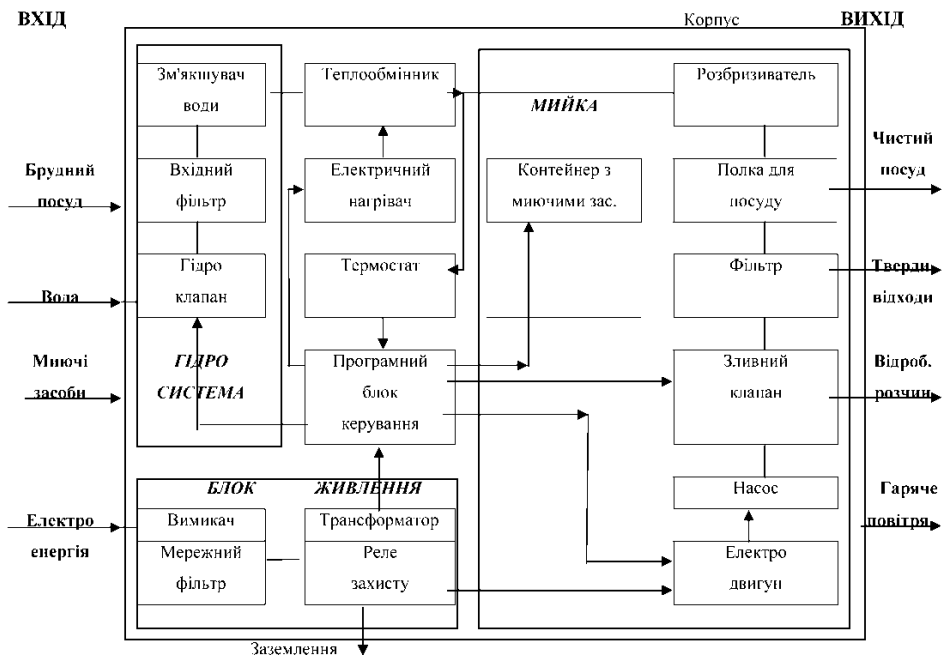


Рис.1.1 Функціональна схема машини для миття посуду

Зміст роботи

- 1.5. Провести системний аналіз заданого об'єкту.
- 1.6. Накреслити функціональну схему об'єкту з основними підсистемами.
- 1.7. Дати відповіді на контрольні питання.

Оформлення звіту.

Звіт про виконану роботу повинний містити:

- титульний лист з назвою роботи та відомостями про виконавця;
- мету та задачі роботи;
- умови завдань і їх рішення;
- рисунок системи (фото) та її функціональну схему;
- відповіді на контрольні питання.

Висновки про виконану роботу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 ПОБУДОВА СИСТЕМНОЇ МОДЕЛІ

Мета роботи: набути навички побудови системної моделі технічного об'єкту та визначення зв'язків між елементами підсистеми.

Теоретичні відомості

За ступенем визначеності моделі класифікуються як детерміновані, стохастичні, та з невизначеністю. Характерним для *детермінованих моделей* є те, що при певних конкретних значеннях вхідних змінних на виході моделі можна отримати лише один результат. Детермінована модель може відображати як детерміновану, так і стохастичну систему, в останньому випадку зі

спрощенням та абстрагуванням від випадкових факторів. Так, прогнозна модель зростання врожайності пшениці за роками планового періоду відображає тренд (тенденцію), є детермінованою і не відображає вплив багатьох випадкових факторів, як погодні умови, що діють в реальній системі.

В *стохастичних моделях* змінні параметри, умови функціонування та характеристики стану системи представляються випадковими величинами та зв'язані стохастичними (випадковими) залежностями. Тому характеристики стану та реакції в моделі визначаються законами розподілу ймовірностей їх виникнення. У процесі побудови стохастичних моделей для отримання характеристик моделі та опрацювання результатів моделювання широко використовуються методи регресійного, кореляційного та факторного аналізу.

В моделях з невизначеністю розподіл ймовірностей певних параметрів може або взагалі не існувати, або ж бути невідомим.

За фактором часу розрізняються статичні та динамічні моделі.

У *статичній моделі* всі залежності співвіднесені до одного моменту часу. Прикладом статичної моделі може бути модель структури системи, як незмінної в часі характеристики. В статичних моделях в явному вигляді відсутні залежності від часу. Статична модель може описувати й динамічну систему в певний момент часу.

В *динамічних моделях* значення змінних явно залежать від часу.

За засобами описання та оцінювання розрізняють дескриптивні та нормативні моделі.

Дескриптивні моделі не включають наочно сформульованого критерію (чи критеріїв) оцінки якості функціонування об'єкта, що моделюється, а тому з допомогою таких моделей можна лише описувати, аналізувати поведінку системи.

Нормативні моделі включають такі нормативні критерії, а тому й вказують норму функціонування системи, що моделюється. Нормативна модель, як правило, використовує й дескриптивну як свою складову частину.

Модель «чорної скрині».

Важливу роль для людини відіграють наочні, образні моделі. Серед них найпоширеніші графічні моделі, які зображають систему, її складові частини, зовнішнє середовище та зв'язки між ними у вигляді рисунка.

Найпростішою моделлю системи є модель так званої «чорної скрині», в якій акцент робиться на призначенні та поведінці системи, про її внутрішній устрій, будову, що відображається у зв'язках системи з середовищем. Зображення моделі чорної скрині подане на рис. 2.1.

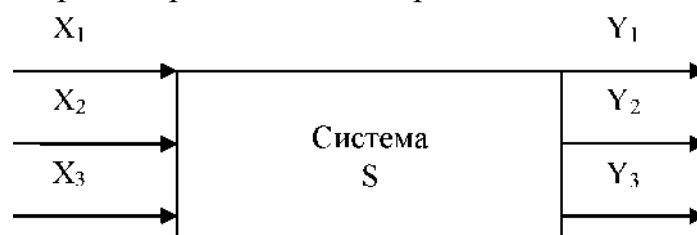


Рис 2.1. Модель «чорної скрині»

У визначенні поняття «система» відсутня конкретна інформація про її внутрішню будову. Тому систему можна зобразити у вигляді чорної непрозорої скрині, що виділена з середовища. Вже ця, максимально спрощена модель, відображає дві важливі властивості системи, а саме - цілісність та відокремленість від середовища. З іншого боку, хоча «чорна скриня» й відокремлена, виділена з середовища, тим не менше вона не є ізольованою від нього.



Рис. 2.2. Модель чорної скрині на прикладі системи „Посудомийна машина

Через виходи система, діючи на зовнішнє середовище, реалізує своє призначення, мету. Окрім того, у визначенні системи є й вказівка на наявність зв'язків іншого типу - система є засобом, а тому повинні існувати й можливості її використання, дії на неї, тобто зв'язки, що скеровані від середовища до системи - входи системи.

Назва «чорна скриня» образно підкреслює повну відсутність інформації про внутрішню будову «скрині»: в цій моделі задані, фіксуються та перераховуються лише вхідні та вихідні зв'язки з середовищем. В багатьох випадках, незважаючи на зовнішню простоту та відсутність даних про внутрішню будову системи, така модель виявляється корисною.

При детальнішому підході може виявитися необхідність кількісного описання деяких (чи всіх) характеристик входів та виходів. Формалізуючи модель «чорної скрині», ми отримуємо в результаті дві множини вхідних та вихідних змінних, між якими не зафіксовано ніяких відношень (в іншому випадку це вже буде «напівпрозора» - «сіра», чи «прозора» скриня). Приклад моделі чорної скрині наведений на рис.2.2

Модель складу системи

При дослідженні будь - якої системи перш за все виявляється, що цілісність та відокремленість, відображені у моделі чорної скрині, є зовнішніми властивостями. Внутрішність системи не однорідна, що дозволяє розрізняти складові частини системи. Ті частини системи, які вважаються найменшими та неподільними, називаються її *елементами*. Елементи системи вибираються дослідником залежно від мети, яку він ставить при моделюванні та аналізі системи, що входять до опису об'єкта дослідження. Частини системи, які складаються з кількох елементів (більш ніж одного) і мають певну цілісність,

називаються *підсистемами*. При необхідності вводять також терміни, які вказують на ієрархію частин (наприклад, підсистема, підсистема деякого рівня, надсистема тощо). Графічна *модель складу системи* відображає всі елементи та ієрархію підсистем. Приклади моделей складу систем наведені в табл.2.1 та рис.2.3.

Таблиця 2.1 - Спрощений приклад моделі складу

Система	Підсистема	Елемент
Супутникове телебачення	Комплекс телепередач	Передаючі телецентри та антени
	Канал зв'язку	антени
	Комплекс прийому	Приймаючі телецентри та антени

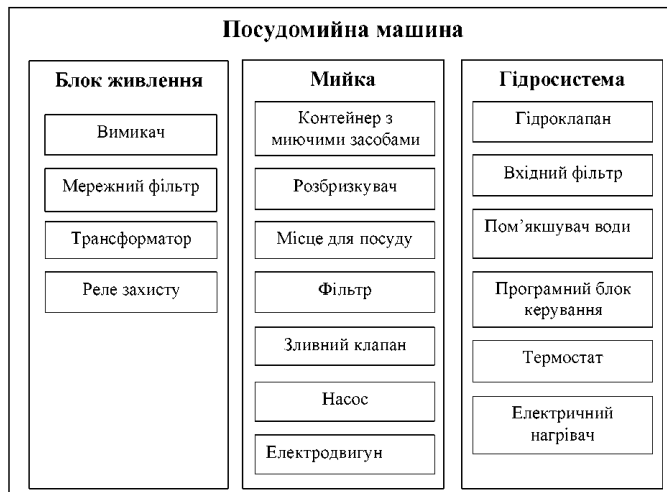


Рис.2.3 Модель складу системи на прикладі посудомийної машини

Важливою характеристикою цілісності системи є структура - сукупність елементів та зв'язків, які визначають внутрішню будову та організацію об'єкта та цілісної системи. При моделюванні системи дослідник звичайно використовує тільки ті зв'язки й відношення елементів системи, які дають змогу досягти поставленої мети, відкидаючи зайві зв'язки (рис. 2.4).

За основу математичної моделі технічної системи можна прийняти потік енергії між зовнішнім середовищем і системою з тим приміткою, що слово «енергія» не можна замінити іншим, тому що в дійсному випадку воно може означати параметри, сигнали, інформаційні потоки, матеріальні засоби і т.д. Таким чином, технічні системи доцільно характеризувати на основі **теорії потоку**.

Якщо X означає зміннустану, U - вхідні, Y - вихідні, а K кількості енергії, - що з'явилися і витрачені в системі тоді одержимо схематичне зображення технічної системи, дане на рисунку 2.4.

Опис роботи системи по теорії потоку, тобто з погляду потоку енергії, можна дати рівняннями балансу щодо змінних стану. Інтегральне рівняння балансу для якого-небудь досліджуваного інтервалу часу (t_0, t_N) :

$$X \left(\leftarrow_N \right) \stackrel{?}{=} X \left(\leftarrow_0 \right) \stackrel{?}{=} U \left(\leftarrow_0, t_N \right) \stackrel{?}{=} Y \left(\leftarrow_0, t_N \right) \stackrel{?}{=} K \left(\leftarrow_0, t_N \right) \stackrel{?}{=}$$

При визначенні ефективності роботи технічних систем з'єднав ланки в залежності від напрямку прямивання потоків енергії можна скласти математичну модель усього технічних пристроїв, або інших його елементів. При цьому можливі три засоби з'єднання динамічних ланок: послідовне, рівнобіжне і зворотної зв'язок. Структурні схеми ланцюгів при таких засобах з'єднання показані на рис. 2.5.

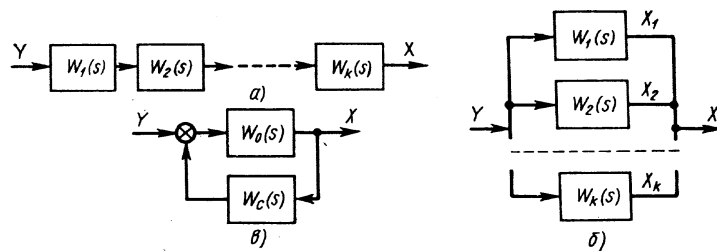


Рис. 2.4. Структурні схеми ланцюгів

Передатна функція $W(s)$ ланцюга, що складає з ланок, сполучених послідовно, дорівнює утвору передатних функцій цих ланок (рис 2.5. а):

$$W \left(\leftarrow \right) \stackrel{?}{=} W_1 \left(\leftarrow \right) \cdot W_2 \left(\leftarrow \right) \cdot \dots \cdot W_k \left(\leftarrow \right)$$

Передатна функція $W(s)$ ланцюга, що складає з ланок, сполучених паралельно, дорівнює сумі передатних функцій цих ланок (рис 2.5. б):

$$W \left(\leftarrow \right) \stackrel{?}{=} W_1 \left(\leftarrow \right) \stackrel{?}{=} W_2 \left(\leftarrow \right) \stackrel{?}{=} \dots \stackrel{?}{=} W_k \left(\leftarrow \right)$$

При з'єднанні ланок зворотної зв'язку, коли в прямоїланцюга знаходиться ланка, що має передатну функцію $W_0(s)$, а в ланцюзізворотної зв'язку - ланка, передатна функція якого є $W_c(s)$ (рис 2.5. в), шукана передатна функція ланцюга визначається співвідношенням

$$W(s) = \frac{W_0(s)}{1 \pm W_0(s) \cdot W_c(s)},$$

де знак плюс відповідає негативному зворотному зв'язку, а мінус - позитивному.

Порядок виконання роботи

- 1.1. Ознайомитись з теоретичними відомостями.
- 1.2. Визначити вхідні параметри, як системи.
- 1.3. Виходячи з існуючого принципу дії технічного об'єкту і використовуючи правила з'єднання динамічних ланцюгів, скласти структуру схему пристрою.
- 1.4. Виходячи з умов прикладу, теоретичних відомостей та обраного індивідуального варіанту, графічно зобразити модель чорної скрині та модель складу системи.
- 1.5. Визначити загальну передатну функцію системи.

Табл. 2.3. Вхідні та вихідні параметри системи

Енергія, що надходить у систему	Енергія, що виходить із системи
$U(t_0, t_N) = \begin{cases} U_a(t) - \\ U_e(t) - \\ U_f(t) - \\ U_g(t) - \\ U_i(t) - \end{cases}$	$Y(t_0, t_N) = \begin{cases} Y_a(t) - \\ Y_b(t) - \\ Y_d(t) - \\ Y_e(t) - \\ Y_g(t) - \end{cases}$

На графічній моделі структури системи зв'язки та відношення між елементами та підсистемами системи зображуються у вигляді направлених або ненаправлених ліній, що з'єднуються. Дослідження зв'язків між елементами зручно проводити за допомогою структурної матриці. Елементи структурної матриці $a = (a^j)$ визначаються таким чином: 1, якщо є зв'язок, що йде від елемента E до елемента E^j та 0, якщо такого зв'язку немає.

Відповіді на контрольні запитання.

1. Дайте визначення моделі технічної системи.
2. Наведіть класифікацію технічних систем.
3. Наведіть ознаки «чорної», «білої» скрині.
4. Приведіть приклади структурних схем ланцюгів технічних об'єктів.

Оформлення звіту.

Звіт про виконану роботу повинний містити:

- титульний лист з назвою роботи та відомостями про виконавця;
- мету та задачі роботи;
- умови завдань і їх рішення;
- рисунок системи, модель чорної скрині, вхідні та вихідні параметри системи;
- відповіді на контрольні питання.

Висновки про виконану роботу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 ПОБУДОВА ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: визначити основи побудови технологічної системи як сукупності функціонально-пов'язаних елементів виробництва.

Теоретичні відомості

Технологічна система як складний технічний об'єкт має низку характерних ознак, які створюють специфіку її дослідження та проектування. За нормативним документом, технологічна система - це сукупність функціонально взаємозв'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва та виконавців для здійснення в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів та операцій.

Предметом виробництва, або виробом, є матеріал, заготовка, напівфабрикат або виріб, що перебувають відповідно до виконуваного технологічного процесу в стадії збереження, транспортування, формоутворення чи обробки, складання, ремонту, контролю та випробувань. До регламентованих умов виробництва відносять регулярність подавання предметів виробництва, параметри енергозбереження та інші впливи зовнішнього середовища.

Технологічна система як технічний об'єкт вивчення має два аспекти опису: функціональний, що являє собою, по суті, опис процесу, який цією технологічною системою реалізується, і технічний, який включає опис технічних засобів та зв'язків між ними. Опис технічних засобів для виготовлення виробу визначає поняття технологічного комплексу - сукупність функціонально взаємозв'язаних засобів технічного спорядження для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів та операцій.

Процеси, які реалізують більшість технологічних систем, можуть бути розділені залежно від їх складності на: виробничий процес, технологічний процес і технологічну операцію.

Виробничий процес - це сукупність усіх дій людей та знарядь виробництва, необхідних на підприємстві для виготовлення чи ремонту виробів. Він включає як усі основні процеси, які безпосередньо пов'язані зі зміною стану предмета виробництва (механічної обробки, складання тощо) і необхідні для отримання із вихідних матеріалів готового виробу, так і допоміжні (транспортування предметів виробництва, їх зберігання, ремонт і обслуговування обладнання тощо), які виконуються на підприємстві і необхідні для здійснення основних. Кожен виробничий процес має в своєму складі технологічні процеси.

Технологічний процес - це частина виробничого процесу, що включає цілеспрямовані дії, пов'язані зі зміною та (або) визначенням стану предмета праці. Технологічні процеси розділяють за технологічним методом, покладеним в основу процесу. Розрізняють технологічні процеси механічної обробки, складання, термічної обробки, фарбування, переробки, пакування, лиття, штампування тощо.

Технологічні процеси, залежно від їх складності, поділяються на технологічні операції.

Технологічна операція - це завершена частина технологічного процесу; що виконується на одному робочому місці. Залежно від виду технологічного процесу (ТП), який реалізується технічною системою, розрізняють виробничу систему, технологічну систему (ТС), операційну систему (рис. 3.1). У цьому випадку стає очевидним, що метою функціонального проектування виробничої системи є створення структури виробничого процесу, технологічної системи — створення технологічного процесу, а операційної - технологічної операції.

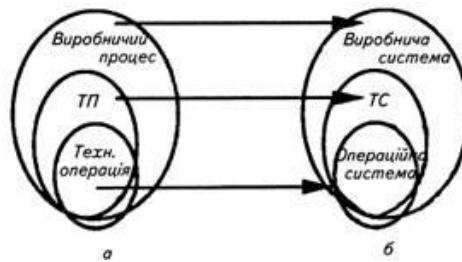


Рис 3.1 Співвідношення понять видів процесів та систем

При функціонуванні технологічної системи, яка реалізує технологічний процес, взаємодіють три види вхідних потоків: енергії, матеріалів та інформації, в результаті чого відбувається:

- формування у вхідних заготовках, які створюють вхідний матеріальний потік, параметрів якості виробу як предмета виробництва шляхом використання енергії неживої природи для реалізації технологічних перетворень;
- транспортне переміщення матеріального потоку предметів виробництва через технологічну систему, що забезпечує безперервність процесу формування якості виробу;
- проходження та переробка потоку інформації про предмет виробництва в керуючі впливи, що забезпечує функціонування технологічної системи. В цьому випадку технологічний процес, що реалізується технологічною системою, може розглядатись як процес послідовної матеріалізації інформації про якість виробу.

Технологічні системи мають багато ознак, за якими їх можна класифікувати. Обмежимося тільки основними. За видом реалізованого технологічного процесу розрізняють безперервні, дискретні та дискретно-безперервні технологічні системи. В основу покладено вид технологічного процесу (рис. 3.2.).

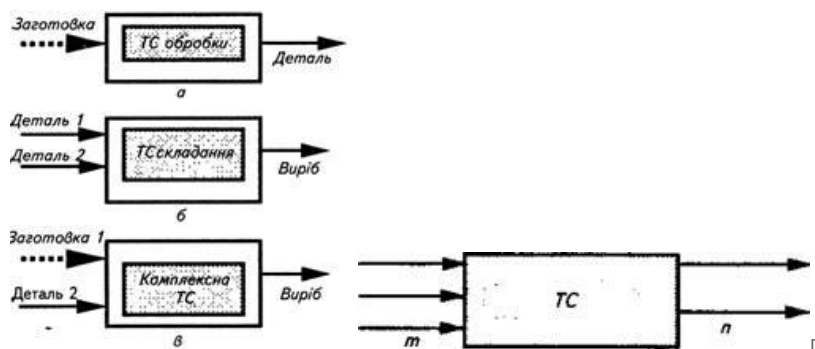


Рис. 3.2. а) Технологічні системи обробки (а), складання (б), комплексна (в), матеріальні потоки в технологічній системи (г): т - вхідні; п - вихідні

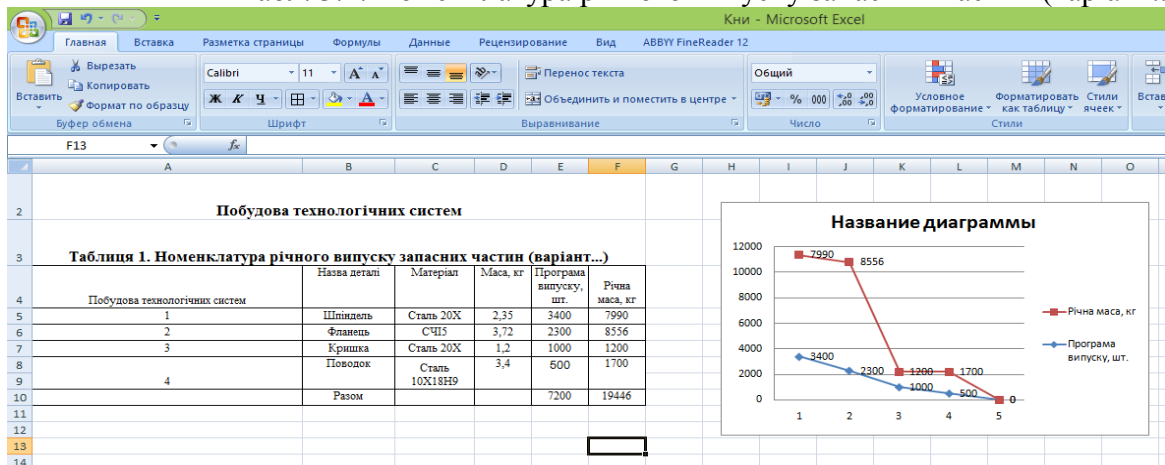
Втіленню в життя проекту любого виробництва передує його технологічна підготовка. В цьому параграфі студент повинен висвітлити основні види робіт, які необхідно виконати для організації підприємства по виробництву заданої номенклатури запасних частин.

Виконання роботи

1. Загальна характеристика номенклатури деталей

Матеріал цього параграфу слід подати у вигляді таблиці 1. Основні дані беруться із таблиці варіантів завдань. Маса деталі приймається з альбому запасних частин. Маса річного випуску деталей підраховується шляхом перемноження маси відповідної деталі на ринкову потребу деталей (річну програму випуску).

Табл. 3.1. Номенклатура річного випуску запасних частин (варіант...)



1.1. Службове призначення заданої деталі і опис її конструкції

Спочатку виконується креслення однієї із заданих деталей (за вказівкою керівника роботи).

Креслення виконується на окремому аркуші формату А-4 з дотриманням усіх вимог щодо оформлення креслень і всіх надписів. В записі у цьому параграфі студент повинен сформулювати службове призначення деталі, перелічити форми поверхонь, з яких вона складається, викласти свої міркування щодо видів деформації, на які працює деталь у процесі експлуатації, а також пояснити вимоги конструктора щодо точності і шорсткості окремих поверхонь.

1.2. Характеристика матеріалу і термічної обробки деталі

Відповідь на це запитання слід подати у вигляді двох таблиць 3.2 та 3.3.

Табл. 3.2. Хімічний склад матеріалу, %

Марка	Залізо	Хром	Кремній	Марганець	S,	P
					на більше	на більше
40Х	98,2	1	0,4	0,27	0,06	0,07

Табл. 3.3. Механічні властивості матеріалу

Марка	σ_r , МПа	σ_b , МПа	δ , %	Ψ , %	A_{kD} , Дж/м ²	Твердість НВ, МПа
СЧ25	245	451	-	-	-	1766...245

Якщо конструктором передбачена термічна обробка деталі або окремих її поверхонь, необхідно визначитись з назвою такої обробки і привести технологію її виконання (місце в технологічному процесі, використовуване обладнання, режими).

2.1. Вибір способу отримання заготовки і технологія її виготовлення

Для заданої деталі студент повинен вибрати і обґрунтувати спосіб отримання заготовки.

При виборі способу отримання заготовки необхідно враховувати: конфігурацію, розміри, масу, матеріал заготовки, кількість отримуваних заготовок, необхідну точність, шорсткість і якість її поверхонь, бажаний напрям волокон металу.

Спочатку визначають вид заготовки (штампівка, лиття, прокат), потім вибирають конкретний спосіб отримання заготовки. Якщо трапиться, що для заданої деталі можна застосувати декілька способів, то необхідно зробити їх аналіз і обґрунтувати найбільш сприйнятливий.

Остаточний прийнятий спосіб треба всебічно охарактеризувати і описати техніку і технологію його здійснення.

3.1. Призначення припусків на механічну обробку і визначення габаритних розмірів заготовки

Для заданої деталі студент повинен призначити припуски.

Припуски на механічну обробку у машинобудуванні можна визначити трьома способами:

- 1) розрахунково-аналітичний (за допомогою формул);
- 2) дослідно-статистичний (за довідниками);
- 3) орієнтовний (за приблизними рекомендаціями).

Перші два способи застосовують технологи. Третій спосіб може використовуватись будь-ким для швидкого визначення орієнтовної норми витрат матеріалу на 1 деталь.

В даній роботі пропонується скористатись третім способом, згідно з яким припуск на бік деталі призначається:

- при масі деталі до 1 кг - 2,5 мм;
- від 1 до 5 кг - 3,0 мм;
- від 5 до 10 кг - 4,0 мм;
- від 10 до 50 кг - 5,0 мм;
- більше 50 кг - 8,0 мм.

Наведені тут величини припусків є усередненими, тобто вони враховують напуски, уклони, тощо. Отже за цим способом, якщо вал має масу 8,5 кг і розміри $d=65$ мм, $l=220$ мм, то габаритні розміри заготовки дорівнюватимуть: $d=0,73$, $l=230$ мм. При цьому слід пам'ятати, що припуски встановлюються тільки на оброблювані поверхні. Визначивши припуски на всі оброблювальні поверхні, підраховують їх масу. Потім до маси деталі додають масу припусків і отримують масу заготовки, яку при попередніх розрахунках можна вважати за норму витрати матеріалу на одну деталь. Потім за формулою $K_{BM} = \frac{Q_{дет}}{Q_{заг}}$ визначають

коефіцієнт використання металу, який вважається тим кращим, чим більше він наближається до 1. У цьому розділі студент повинен виконати ескіз, на якому всі поверхні, де призначені припуски, повинні бути наведені червоним кольором. На ескізі слід проставити необхідні розміри. Ескіз може бути виконано в ізометрії.

Табл. 3.4. Визначення маси та об'єму заготовки

34					
35	$v=v1+v2+v3-v4-v5$				
36	$v_s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \rho$				
37					
38	d	l	p	n	
39		85	15		
40		60	10		
41		45	60		
42		25	70		
43		35	125	7,8	3,14
44					
45					
46	v=				422487 т

4.1. Визначення і опис загального маршруту обробки заданої номенклатури деталей

Маршрут обробки кожної деталі залежить від класу, до якого вона належить, типу виробництва, виду заготовки та ін. Можна дати лише деякі рекомендації щодо загального порядку виконання операцій.

Спочатку обробляють ті поверхні, які будуть використовуватись у подальшому в якості технологічних баз. Потім обробляють начорно плоскі та циліндричні поверхні. Чистова обробка цих поверхонь відбувається лише тоді, коли конструктор пред'являє до них високі вимоги (точність, шорсткість).

Після листового етапу обробляють дрібні елементи: лиски, канавки, різі, пази, впадини між зубцями та ін.

Наступним етапом є шліфування поверхонь: плоских, зовнішніх циліндричних та внутрішніх циліндричних. Далі можуть іти викінчувальні операції (притирання, хонінгування, суперфініш).

Після виготовлення запчастини миють, сушать, консервують і пакують.

Остаточний варіант маршруту студент приймає лише після узгодження з викладачем.

При описі маршруту слід враховувати конкретну номенклатуру заданих деталей згідно з варіантом. Описувати операції, які не передбачені маршрутом, це слід. Тобто опис повинен бути конкретним.

5.1 Визначення методів обробки і призначення різального і вимірювального інструменту для деталі №

Для заданої викладачем деталі студент нумерує поверхні, визначає маршрути їх обробки, для кожного технологічного переходу призначає різальний і вимірювальний інструмент (основні параметри і ГОСТ). Завдання цього параграфу доцільно подати у вигляді технологічної таблиці 3.5.

Табл. 3.5. Технологічна таблиця

Поверхня	Точність, квалітет	Шорсткість, Ra, мкм	Перелік технологічних переходів	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
1	9	0,32	1. Обточування поперелік 2. Обточування чистове	Різець прохідний Т6К10, 16х25 ГОСТ...	Штангенциркуль ШЦ-I, ГОСТ...
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-

6.1. Вибір необхідного обладнання

Вибираючи обладнання, слід мати на увазі всю номенклатуру запчастин, а

також можливість зміни її під впливом попиту на ринку збуту. Тому верстати слід вибирати для всієї номенклатури деталей, тобто широкого або загального призначення. Слід пам'ятати, що назва верстата і назва операції співпадають. Тому загальний перелік застосовуваного обладнання слід подати у вигляді таблиці 3.6.

Табл. 3. 6. Технологічне обладнання підприємства

№	Назва верстата	Модель	Маса верстата, т	Потужність електродвигуна, кВт	Номера закріплених деталей
67	п/п	Токарно-гвинторізний	16К20	7,4	1, 8, 15
68					
69					
70					
71	1		2,8		
72	2	-	-	-	-

Далі під таблицею слід привести паспортну характеристику одного з верстатів: назва, модель, потужність електродвигуна, ряд обертів шпинделя, ряд подач, габаритні розміри, маса, вартість.

Відповіді на контрольні питання

1. Дайте визначення технологічної системи.
2. Наведіть класифікацію технічних систем.
3. Наведіть характеристику дискретних та безперервних процесів.
4. Охарактеризуйте поняття «єдиний технологічний комплекс».

Оформлення звіту.

Звіт про виконану роботу повинний містити:

- титульний лист з назвою роботи та відомостями про виконавця;
- мету та задачі роботи;
- умови завдань і їх рішення;
- заповнені таблиці 3.1-3.5.
- відповіді на контрольні питання.

Висновки про виконану роботу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Мета роботи. Головною метою цієї лабораторної роботи є розробка теоретичних та методичних основ побудови інформаційних системи моніторингу будівель та споруд.

Теоретичні відомості

Комплексна реалізація стратегій енергетичної незалежності України визначається багатьма факторами, такими як: ціна на енергоносії, енергоефективність будівель та каналів передачі енергії, альтернативних джерел живлення. При цьому енергетичний стан міських будівель залежить від інформації щодо втрат теплової енергії кожного об'єкту при проведенні моніторингу, що дає можливість оцінити ефективність заходів енергоощадності. Всі ці проблеми є основою для створення інформаційно - вимірювальної системи

(ІВС) для оцінки стану енергоефективності муніципальних будівель та споруд та ініціювання енергоощадних проектів по їх реконструкції (табл. 4.1.).

При проектуванні ІВС моніторингу енергоощадності будівель слід зазначити, що раціональний розподіл функцій між людиною (експерт, що знімає показники тепловізора) та системою прийняття управлінських рішень залежить від організації їх взаємодії при вирішенні поставленої задачі. Ефективність автоматизованого управління даною системою може зменшитися через складність ЕОМ оперувати значною експериментальною інформацією та невизначеними параметрами. Тому побудуємо структуру ІВС для роботи з вимірювальними параметрами, в якій представлено три рівня управління: перший рівень – збір інформації про енергетичні параметри будівель – залишається за людиною, другий рівень – обробка даних за допомогою ЕОМ і отримання когнітивної моделі, і третій рівень прийняття рішень про енергоефективні заходи. Базові суб'єкти та об'єкти створеної ІВС представлено у таблиці 4.1.

Така система працює наступним чином (рис. 1, а): за допомогою спеціальних приладів проводиться вимірювання температурних параметрів об'єкту. Отримані дані генеруються в базі даних, потім передаються особі, яка приймає проектні рішення. На основі існуючих фінансових ресурсів СППР надає рекомендації з реконструкції приміщень, відповідно з отриманих даних, і надає їх в обслуговуючу компанію, яка виконує будівельно-монтажні роботи.

У відповідності з рис. 4.1,а на рис. 4.1,б представлено часовий графік моніторингу стану будівель та виконання проектно-монтажних робіт згідно проекту. В загальному вигляді дана ІВС функціонує наступним чином. Першим етапом являється збір інформації про температурний стан муніципального об'єкта.

Для цього експерту, за допомогою тепловізійної зйомки, необхідно виміряти температуру об'єкта в контрольних точках. Отримані дані обробляються та переносяться в інформаційну систему «Термографії будівель», де проводиться процес аналізу даних, побудова когнітивної карти оцінки енергоефективності об'єкта. Результати заносяться в базу даних, яка дозволяє об'єднати отримані дані і знайти найбільш вразливі точки по тепловтратам.

На основі систематизованих параметрів інженер енергоаудитор вводить отримані дані на сервер глобальної інформаційної мережі. Використавши звичні операції інтернет-користувач (особа, яка ініціює прийняття рішень на рівні міста, області або країни) скориставшись діями, які рекомендовані по енергозбереженню (заміна вікон, утеплення стін, додавання джерел енергії і т.д.) в залежності від наявних матеріальних ресурсів, дає команду на проведення ремонтних робіт. По закінченню операцій система присвоює об'єкту клас енергоефективності з візуалізацією параметрів і видає енергопаспорт на об'єкт. Алгоритм функціонування запропонованої системи представлено на рис. 4.2.

Таблиця 4.1. Базові суб'єкти та об'єкти для створення ІВС

Базові суб'єкти ІВС	Об'єкти системи	Фактори, що визначають функціонування ІВС
Споживачі енергії	Кінцеві споживачі енергії: промислові і муніципальні об'єкти, будівництво, діловий і комерційний сектор, приватна власність	Здатність до споживання та використання енергії, з можливістю її збереження
Ринки	Оператори і учасники ринку	Можливість організувати торгівлю енергією та засобами енергозбереження
Компанії з моніторингу та діагностики	Організації, які надають послуги енергоаудиту, моніторингу енергоощадності об'єктів	Наявність структур та інформаційних технологій, які забезпечують надання послуг
Муніципальні органи управління	Обласна, міська та районні ради	Здатність забезпечувати управління функціонуванням та розвитком енергосистеми міста та області. Розподіл енергії між споживачами
Постачальники енергії	Генеруючі компанії та організації, які передають енергію	Можливість вироблення енергії, зберігання для подальшого розподілу між споживачами
Передача інформації по каналам зв'язку	Канали зв'язку, інформаційні системи	Передача великого об'єму інформації, її зберігання та забезпечення доступу споживачів

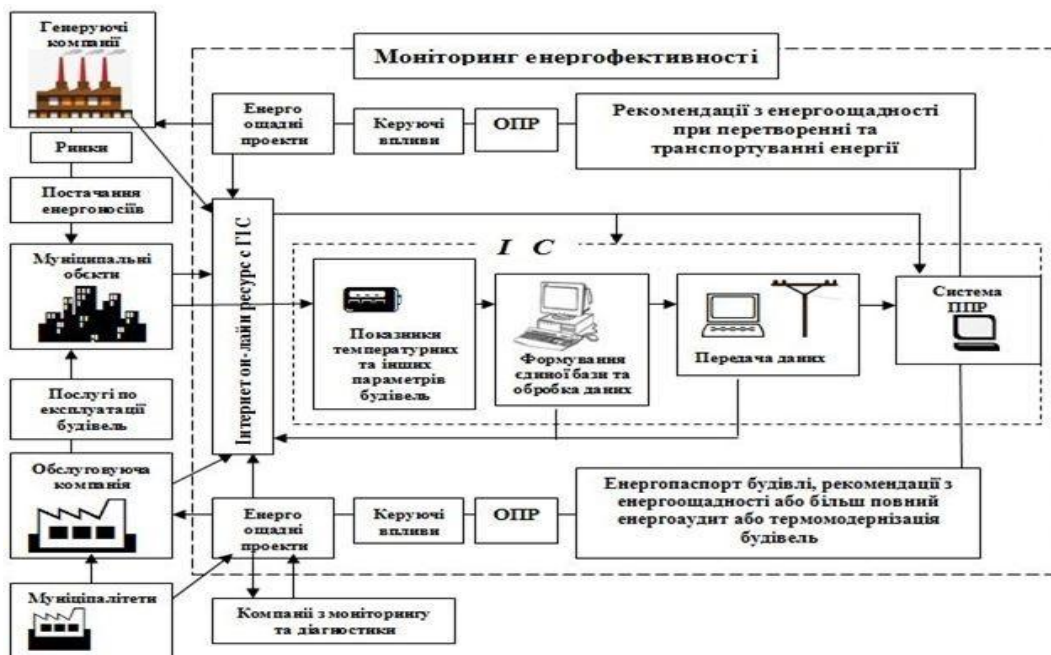
Основними функціональними характеристиками запропонованої ІВС є:

1. Інтерактивний інтерфейс для постановки завдань і вводу даних та обліку інформації проектувальником.
2. Можливість роботи з вхідними та вихідними файлами даних в командному режимі.
3. Наявність власної компактної БД та бази правил для зберігання в закодованому вигляді параметрів моніторингу енергоощадності будівель в обраній галузі.
4. Механізм вибору найкращих рішень по енергоощадності будівель.
5. Система кодування контексту моделей для передачі в Інтернет.
6. Здатність коригування параметрів в залежності від рішень СППР.

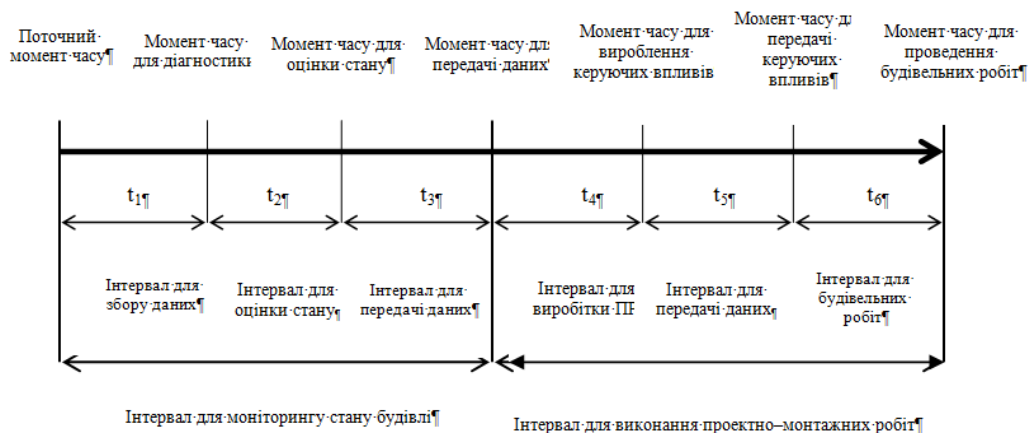
Для оцінки ефективності розробленої інформаційно-вимірювальної системи необхідно вибрати критерії та фактори аналізу. При цьому, для ефективного вибору системного та офісного програмного забезпечення, необхідно враховувати вид підприємства або проекту, для якого виконується оцінка ефективності. Аналіз факторів дозволяє визначити переваги або недоліки нової ІВС, оцінити гнучкість, а також врахувати можливі фінансові ризики при застосуванні нової системи.

Відомо, що в теорії інформаційних технологій використовуються різні критеріальні характеристики: точність, швидкодія, надійність, вартість та ін. Кожну з них можна розглядати як однопараметричний (частковий) критерій ефективності, чи використовувати узагальнений (комплексний) критерій, що

пов'язує у необхідних пропорціях основні, найважливіші часткові параметри системи.



а



б

Рис. 4.1 Моніторинг енергоощадності муніципальних будівель: а - схема моніторингу енергоощадності будівель; б - часовий графік енергомоніторингу та реконструкції будівель

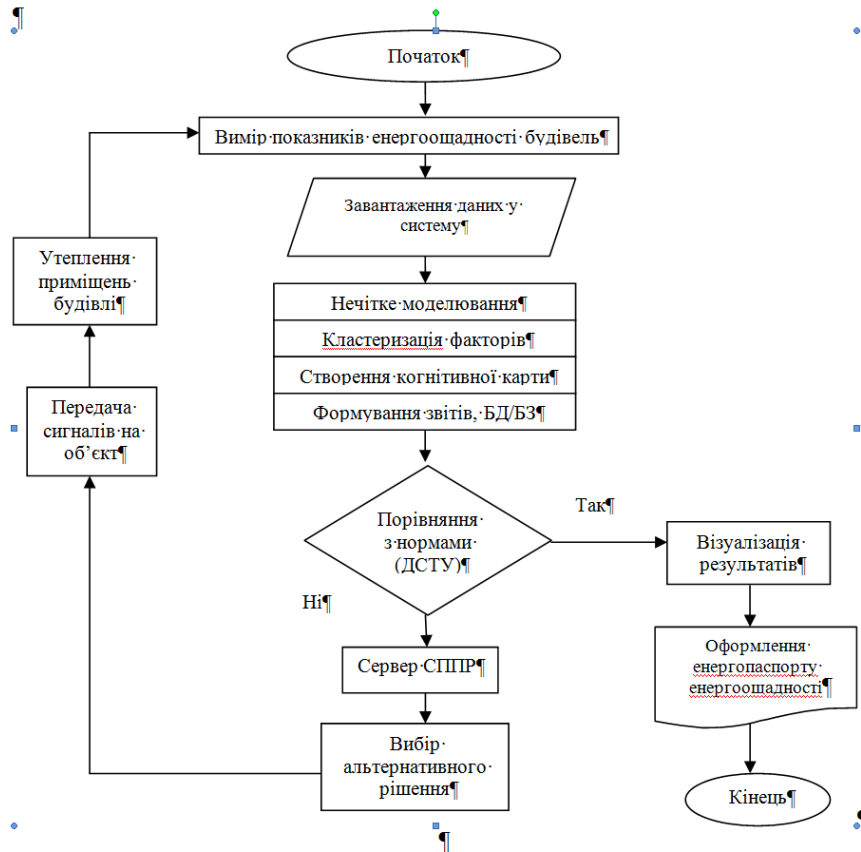


Рис. 4.2. Алгоритм роботи системи з об'єктами

Для створеної ІВС, запропонуємо наступні види однопараметричних критеріїв ефективності. Найважливіші з них подано в таблиці 4.2., де використовуються такі позначення: $V_b(t, \tau)$ – реальний об'єм інформації, що одержується в процесі контролю і керування; $H_o(t, \tau)$ – кількість інформації, що залишається на виході ІВС після обробки; t – поточний момент часу; τ – момент часу, відносно якого виконується робота; C_i – річні експлуатаційні витрати; $C_{роз}$ – вартість розробки; C_r – вартість виготовлення; n – гарантована кількість років роботи ІВС; λ_o – середня інтенсивність відмов ІВС; λ_y – середня ефективність безвідмовної роботи ІВС; $H_o(t, \tau)$ – ентропія об'єкта, що характеризує невизначеність до початку процесу контролю і керування; $H_i(t, \tau)$ – ентропія об'єкта, що залишилась, після контролю і керування; V_{oc} – об'єм пам'яті, що необхідно для зберігання файлів операційною системою та її функціонування; $V_{субд}$ – об'єм пам'яті, для зберігання файлів СУБД; $V_{даних}$ – об'єм пам'яті, для зберігання записів в базі даних та результатів виконання функцій; $V_{програм}$ – об'єм пам'яті, для зберігання текстів та бібліотек додатків; N_z – число запитів за годину; V_o – обсяг даних, які замовляються; $K_{гот}$ – коефіцієнт готовності системи; $K_{над}$ – коефіцієнт програмного надлишку; P_k^x – оцінка к-ї характеристики якості; V_k^x – ваговий коефіцієнт к-ї характеристики якості.

Табл. 4.2. Однопараметричні критерії ефективності

№ критерію	Домінуючі параметри	Вид критерію	Назва критерію	Зміст	Вагові коефіцієнти критеріїв
1	Кількість інформації	$V_b(t, \tau) = H_o(t, \tau)$	Інформаційний критерій	Пристрій вважається ідеальним, якщо працює без втрати інформації	$AL_1=0,25$
2	Вартість	$C_{\Sigma} = t \sum_i^n C_i + C_{роз} + C_r$	Критерій вартості	Фінанси, що необхідні для придбання і функціонування ІВС	$AL_2=0,1$
3	Надійність	$\tau = \frac{3600}{\lambda_b + \lambda_y}$	Критерій системної надійності	Середній час безвідмовної роботи пристрою	$AL_3=0,15$
4	Кількість інформації до і після оброблення	$E_p(t, \tau) = [H_o(t, \tau) - H_i(t, \tau)] / H_o(t, \tau)$	Інформаційний критерій	Відношення реальної і потенційної інформаційної можливості ІВС	$AL_4=0,05$
5	Об'єм оперативної пам'яті	$V_{оп} = V_{ос} + V_{субд} + V_{даних} + V_{програми}$	Інформаційний критерій	Обсяг інформації, що підтримується ІВС	$AL_5=0,08$
6	Продуктивність ІВС	$P = \frac{N_3 \cdot V_d}{3600} \cdot K_{гот} \left(- K_{над} \right)$	Критерій продуктивності	Кількість операцій, що виконується за встановлений час	$AL_6=0,3$
7	Якість інформаційної системи	$P^{\varrho} = \frac{\sum_{k=1}^k e^x \cdot V_k^x}{\sum_{k=1}^k V_k^x}$	Інтегрований критерій	Міра похибок системи під час експлуатації	$AL_7=0,07$

У загальному випадку при проектуванні ІВС необхідно враховувати такі показники як вартість ЕОМ, ПЗ, установки, підтримки і обслуговування, а також вартість втрат, які виникли внаслідок помилок в роботі системи. Необхідно враховувати, що дані витрати мають різні строки використання, так середній строк експлуатації ЕОМ складає 4-5 років, для ПО цей показник залежить від типу і виду ліцензії, але в середньому складає 3-4 роки. При цьому критерії, що наведено в табл. 4.2. можуть бути як якісними так і кількісними. Якісний критерій показує досягнута або не досягнута мета (ефект) ІВС. Цей критерій

ефективності можна розглядати у вигляді двох значень: 1 – якщо мета досягнута, 0 – у протилежному випадку. Кількість критеріїв є величиною, що характеризує роботу системи в чисельному вигляді. Розробка критерію ефективності основана на переліку вимог, що пред'являються до ІВС; сукупність цих вимог які узагальнені та сформульовано в роботі є наступними:

1. Візуальність – відобразити основне призначення ІС, виходячи з мети проектування й оптимізації.

2. Чисельність – виражатися в чисельній формі.

3. Межа – мати цілком певні й обґрунтовані межі.

4. Конкретність – мати ясний фізичний зміст.

5. Простота – мати порівняльну простоту і наочність.

6. Універсальність – забезпечувати можливість порівняння різних варіантів у різних умовах, наприклад бути нормованим.

7. Оптимальність – забезпечувати можливість вирішення задачі оптимізації.

8. Індивідуальність – забезпечувати можливість урахування індивідуальних вимог, наприклад шляхом введення вагових коефіцієнтів.

9. Прогноз – забезпечувати можливість прогнозування шляхів підвищення ефективності ІС.

10. Комплексність - забезпечувати можливість комплексного техніко-економічного аналізу.

В таблиці 4.3. наведено порівняльний аналіз сформованих критеріїв ефективності у відповідності від запропонованих у роботі вимог. З таблиці видно, що найбільш повно встановлені вимоги до системи критеріїв щодо об'єму оперативної пам'яті та продуктивності ІВС. Крім того, при створенні ІВС необхідно враховувати знання спеціаліста в даній галузі. Для виявлення таких вимог було проведено відповідні дослідження, в результаті моніторингу організацій, були виділені основні вимоги, які пред'являються користувачам к загальносистемному та офісному ПЗ. В результаті було встановлено, що вимоги користування до ПЗ у фірм різних типів практично однакові: знайомство ПЗ, зручність інтерфейсу, простота використання, швидкість роботи, стабільність роботи, швидкість розгортання, можливість видаленого адміністрування, можливість автоматизованої установки.

Табл. 4.3. Результати аналізу однопараметричних критеріїв

Номер критерію	Візуальність	Чисельність	Межа	Конкретність	Простота	Універсальність	Оптимальність	Індивідуальність	Прогноз	Комплексність	Сумарна оцінка
1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	+7
2	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	+7
3	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	+6
4	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	+7
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	+8
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	+8
7	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	+6

Порядок виконання роботи

Проведемо оцінку ефективності, яка розробляється ІВС за допомогою евристичних методів прийняття рішень, які враховують якісні оцінки експертів при виборі найкращого варіанту проектного рішення. Тут кожному факторові (j) в залежності від його важливості конкретному критерію (i) відповідає визначене число балів b_{ji} у межах від 0 до 10, тобто: $0 \leq b_{ji} \leq 10$, та кожному критерію привласнюється ваговий коефіцієнт a_i в залежності від його відносної важливості (визначається експертом), тобто $0 \leq a_i \leq 1$. При цьому сума відносних вагових коефіцієнтів усіх критеріїв повинна дорівнювати 1. Алгоритм використання проводиться за наступними етапами:

1. Аналізується ІС: вибирається m факторів B та k критеріїв K .
2. Задається матриця-стовпець вагових коефіцієнтів критеріїв та таблиця балів в залежності від відповідності j -го фактора i -ому критерію та визначається сума балів по кожному фактору:

$$BF = B \cdot AL = \begin{vmatrix} bf_1 \\ bf_2 \\ \dots \\ bf_m \end{vmatrix}; AL = \begin{vmatrix} AL_1 \\ AL_2 \\ \dots \\ AL_n \end{vmatrix}; B = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mn} \end{vmatrix} \quad (3.1)$$

де $bf_j = \sum_{i=1}^n a_i b_{ji}$ – сума балів j -го фактору по i -тому критерію, $j = 1, 2, \dots, m$.

3. Вибирається рядок з максимальною сумою балів – $\max(bf_j)$.
4. Називається фактор, що є визначальними для обраних критеріїв із заданими ваговими коефіцієнтами.

Проведемо аналіз запропонованої ІВС за наведеною методикою. Так, перелік критеріїв, за якими аналізується система представлена в табл. 4.4. Найбільш важливими факторами даної системи будуть:

1. Здатність системи до накопичення, обробки та зберігання інформації b_{i1} .
2. Наявність технологій, що забезпечують моніторинг температури в постійному режимі b_{i2} .
3. Передача та розподіл інформації між користувачами b_{i3} .
4. Своєчасність подачі інформації до СППР b_{i4} .
5. Можливість адаптивного управління інформаційною системою b_{i5} .
6. Можливість візуалізації отриманих даних b_{i6} .
7. Простота управління ІВС і сумісність з існуючими ПЗ b_{i7} .

Табл. 4.4. Вихідні дані до розрахунку

AL \ b	AL ₁ =0,25	AL ₂ =0,1	AL ₃ =0,15	AL ₄ =0,05	AL ₅ =0,08	AL ₆ =0,3	AL ₇ =0,07
b_{i1}	10	8	9	8	6	8	7
b_{i2}	10	9	9	8	8	7	7
b_{i3}	9	10	8	6	8	5	7
b_{i4}	10	8	9	5	4	8	5
b_{i5}	10	8	6	5	8	9	9
b_{i6}	8	8	10	10	8	7	6
b_{i7}	7	9	10	9	5	9	6

За обраними даними (табл. 4.4) формуємо матриці вагових коефіцієнтів критеріїв та знайдемо величину ВР використовуючи калькулятор множення матриць (рис. 4.3.).

Выберите необходимый вам размер матриц:

Количество строк матрицы A: 7
 Количество столбцов матрицы A: 7
 Количество строк матрицы B: 7
 Количество столбцов матрицы B: 1

Введите значения Матриц:

Первая матрица

10	8	9	8	6	8	7
10	9	9	8	8	7	7
9	10	8	6	8	5	7
10	8	9	5	4	8	5
10	8	6	5	8	9	9
8	8	10	10	8	7	6
7	9	10	9	5	9	6

Вторая матрица

0,25
0,1
0,15
0,05
0,08
0,3
0,07

Решение:

10	8	9	8	6	8	7	0,25	8,42
10	9	9	8	8	7	7	0,1	8,38
9	10	8	6	8	5	7	0,15	7,38
10	8	9	5	4	8	5	0,05	7,97
10	8	6	5	8	9	9	0,08	8,42
8	8	10	10	8	7	6	0,3	7,96
7	9	10	9	5	9	6	0,07	8,12

Рис. 4.3. Визначення вагових коефіцієнтів

На основі виконаних розрахунків видно, що найбільш впливовими факторами на ІВС є кількість інформації та об'єм оперативної пам'яті з коефіцієнтом $b_{fi} = 8,42$.

Відповісти на контрольні питання

1. Наведіть методи побудови сучасної ІВС.
2. Наведіть схемне рішення побудови інформаційно-вимірювальних систем.
3. Наведіть існуючі приклади ІВС моніторингу будівель та споруд.
4. Поясніть принцип дії тепловізора і результатів тепловізійного моніторингу.
5. Наведіть існуючі бази даних ІВС.

Оформлення звіту.

Звіт про виконану роботу повинний містити:

- титульний лист з назвою роботи та відомостями про виконавця;
- мету та задачі роботи;
- умови завдань і їх рішення;
- схему та алгоритм роботи ІВС, критерії ефективності інформаційної системи, вагові коефіцієнти.
- відповіді на контрольні питання.

Висновки про виконану роботу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 ПОБУДОВА ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМИ МЕТОДОМ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ

Мета роботи: навчитися будувати технічні системи за допомогою методу морфологічного аналізу.

Теоретична частина

Морфологічний аналіз (метод морфологічного аналізу) - заснований на доборі можливих рішень для окремих частин завдання (так званих морфологічних ознак, що характеризують пристрій) і подальшому систематизованому отриманні їх поєднань (комбінуванні). Відноситься до евристичних методів. Метод розроблений швейцарським астрономом Фріцем Цвіккі. Завдяки цьому методу він зміг за короткий час отримати значну кількість оригінальних технічних рішень в ракетобудуванні. Заснований на методології схатологічної системності - цільове управління, індикативність прийняття рішення.

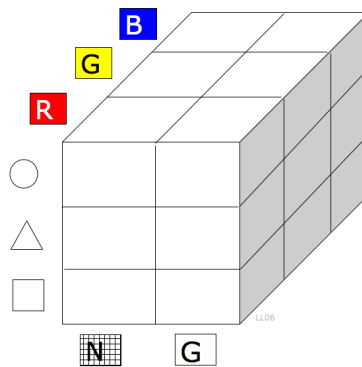


Рис. 5.1. Кубік Цвіккі

Куб Цвіккі дозволяє представити різні комбінації можливих реалізацій параметрів об'єкта, наприклад, кольору, форми і текстури.

Для проведення морфологічного аналізу необхідна точна формулювання проблеми для розглянутої системи. У результаті дається відповідь на більш загальне питання за допомогою пошуку всіляких варіантів приватних рішень, незалежно від того, що у вихідній задачі мова йшла лише про одній конкретній системі.

Основні етапи застосування методу.

1. З'ясовується мета завдання - пошук варіантів функціональних схем, або принципів дії, або структурних схем, конструктивних різновидів розроблюваної системи. Можливо дослідження одночасно за кількома ознаками.
2. Виділяють вузлові точки (осі, окремі частини завдання), які характеризують розроблювану систему з позиції раніше сформульованої мети. Це можуть бути приватні функції підсистем, принципи їх роботи, їх форма, розташування, характеристики та властивості (стан речовини і енергії, вид звершуваного руху, фізичні, хімічні, біологічні, психологічні, споживчі властивості тощо). Зручно попередньо (припустимо, з аналізу аналогічної системи) побудувати відповідну блок-схему (функціонування, принципу дії, структурну схему), елементи якої утворюють вузли.

Кількість вузлів зазвичай вибирається з умови видимості і реальності аналізу одержуваних згодом варіантів: при ручній обробці — 4...7 вузлів, при роботі на комп'ютері - у межах фізичної можливості обчислювальної техніки і

відведеного на рішення задачі часу. Зручно завдання вирішувати ряд етапів: спочатку по обмеженому числу найбільш важливих вузлових точок, а потім — для додаткових, другорядних або виявлених у ході аналізу і становлять інтерес для нових вузлів.

3. Для кожної вузлової точки пропонуються варіанти рішень: або виходячи з особистого досвіду (залежить від ерудиції), або беручи їх з довідників і банків (баз) даних (тобто на кожну вісь нанизуються можливі рішення, за аналогією з рахунками).

Варіанти повинні охоплювати всю область можливих рішень для даної вузлової точки. Але щоб задача була адекватною, рекомендується спочатку виділяти укрупнено-узагальнені групи варіантів, які при необхідності згодом конкретизуються. Варіанти можуть бути не тільки реальні, але й фантастичні.

4. Проводять повний перебір всіх варіантів рішень (кожен раз беруть по одному варіанту для кожної осі) з перевіркою комбінацій на відповідність умовам завдання, на несумісність окремих варіантів пропонованої їх загальній групі, на реалізованість та інші умови.

При необхідності для обраних рішень можна повторити морфологічний аналіз, конкретизуючи вузли (осі) і варіанти. Морфологічний аналіз зручніше і наочніше проводити з застосуванням морфологічних таблиць (ящиків).

Порядок виконання роботи.

Приклад 1. Необхідно запропонувати нову ефективну конструкцію пристрою для транспортування по снігу - снігохода.

Точне визначення класу досліджуваних систем (пристроїв) дозволяє розкрити основні характеристики і параметри, що полегшують пошук нових рішень. Стосовно до снігоходу як транспортного засобу морфологічними ознаками можуть бути функціональні вузли снігохода: А - двигун, Б - рушій, В - опора кабіни, Р - управління, Д - забезпечення заднього ходу і т. п.

Кожна характеристика (параметр) має певний числом різних незалежних властивостей. Так, двигуни: А1 - внутрішнього згоряння, А2 - газова турбіна, А3 - електродвигун, А4 - реактивний двигун т. д.;

рушії: Б1 - повітряний гвинт, Б2 - гусениці, Б3 - лижі, Б4 - снігометів, Б5 - шнеки тощо; опора кабіни: В1 - опора кабіни на сніг, В2 - на двигун, В3 - на рушій і т. д.;

По заданій проблемі в матричному вираженні (морфологічному ящику) фіксуються найбільш суттєві параметри.

Наприклад, для снігохода матриця буде мати вигляд:

(А1 А2 А3 А4);

(Б1 Б2 Б3 Б4 Б5);

(В1 В2 В3).

Можливі поєднання: А1, Б3, В2, або А1, Б2, В3, або А2, Б1, В2 і т. д. Загальна кількість поєднань в морфологічному ящику дорівнює добутку елементів на осях. У нашому прикладі: $4 \cdot 5 \cdot 3 = 60$.

Матриця = символічна форма опису рішень. Вона дає уявлення про всіх можливих конструктивних схемах снігохода шляхом фіксування в кожному рядку матриці одного з елементів. Набір цих елементів буде представляти

можливий варіант вихідної задачі. Розглядаючи різні поєднання цих елементів, можна отримати велику поєднання різноманітних варіантів рішень, у тому числі і самих несподіваних. Так, морфологічна матриця для реактивних двигунів, що працюють на хімічному паливі, побудована Ф. Цвіккі, містила 576 можливих варіантів рішень.

Відповідальний етап методу - оцінка варіантів рішень, що впливають із структури морфологічної матриці. Порівнюють варіанти по одному або декільком найбільш важливим для даної технічної системи показників.

Приклад 2. Розробка нових схем автоматичного зрівноважування ротора.

Нова система зрівноважування ротора повинна мати наступні взаємопов'язані елементи: коригувальні маси та привід для їх гальмування, якій повинен включати гальмову гідроопору чи поршні з гідроциліндрами, керуючий золотник для передачі коливальних шпindelного вузла та подільник потоку, якій управляє потоками рідини що подаються до гідроциліндрів.

Табл.5.1. Морфологічна скриня

характеристика		властивості					
		1	2	3	4	5	...
А	двигун	Внутрішнього згорання	газова турбіна	електродвигун	реактивний двигун	5	...
Б	двигитель	повітряний гвинт	гусениці	лижи	снігомет	шнеки	...
В	опора кабіни	на сніг	на двигун	на двигун	4	5	...
Г	управління	1	2	3	4	5	...
Д	забезпечення заднього ходу	1	2	3	4	5	...

Враховуючи властивості обертової неврівноваженої системи, можна сформулювати вимоги, які пред'являються до сучасних пристроїв автоматичного балансування:

1. Пристрій повинен компенсувати найбільшу можливу неврівноваженість у машині. Величина залишкового дисбалансу повинна бути мінімальною.
2. Додаткова неврівноваженість, яка внесена пристроєм, не повинна робити шкідливих впливів на режими роботи машини.
3. ПАБ повинно ефективно працювати в області як нижче так і вище критичної швидкості, тому що поблизу критичної швидкості чутливість до неврівноваженості найбільша.
4. Пристрій повинен автоматично реагувати на зміни неврівноваженості в процесі роботи.
5. Пристрій повинен ефективно працювати як при вертикальному, так і при горизонтальному розташуванні ротора, що врівноважується.
6. При зрівноважуванні ротора повинні зменшуватися не тільки реакції в опорах, але і згинаючі зусилля в роторі.

Для синтезу схем пристрою автобалансування гібридним методом Цвіккі обираємо прийнятні варіанти реалізації функціональних елементів і зв'язків між ними і складаємо морфологічну матрицю конструктивних ознак (табл. 2.1). У таблиці 2.1 наведено обмежена кількість варіантів виконання основних елементів. Однак навіть із такої морфологічної матриці можна отримати множину рішень, що дорівнює $3^6=729$. У відповідності з поставленою задачею синтезу з таблиці 5.2 виключаємо варіанти виконання функціональних елементів, які не призводять до зменшення залишкового дисбалансу, що неприйнятні у зв'язку з вимогою точності врівноважування, складні у технологічному відношенні та ін.

У якості об'єкта зрівноважування обираємо варіант 1.1 (з урахуванням сучасних вимог до шпинделів металорізальних верстатів), для подальшого проведення статичної, моментної чи динамічної невірноваженості (варіанти 2.1, 2.2, 2.3). Переміщення корегуючих мас на шпинделі здійснюється методом випадкового пошуку стану врівноваженості (варіант 3.1) із периферійним чи торцевим гальмуванням (варіанти 4.1, 4.2). У гальмівному пристрої корегуючих мас перевагу віддаємо рідинній передаточній ланці (варіант 5.1) з однієї чи двома ступенями корегування (варіанти 6.1, 6.2).

Табл. 5.2. Варіанти виконання основних елементів системи врівноважування

Ротор		Процес зрівноваження корегуючими дисками		Гальмівні пристрої	
1. Тип	2. Вид незрівноваженості	3. Переміщення корегуючих мас	4. Гальмування корегуючих мас	5. Переда точна ланка	6. Кількість ступенів корегування
1.1 Жорсткий	2.1 Статична	3.1 Випадковий пошук	4.1 Периферійне	5.1 Рідинна	6.1 Одна
1.2 Жорсткий слабодетформуючий	2.2 Моментна	3.2 Направлений пошук	4.2 Торцеве	5.2 Повітряна	6.2 Дві
1.3 Гнучкий	2.3 Динамічна	3.3 За допомогою слідкуючих систем	4.3 Комбіноване	5.3 Механічна	6.3 Більше двох

Таким чином на основі розв'язання задачі комбінаторики обираємо чотири найбільш прийнятні варіанти комбінацій:

- 1 варіант: 1,1-2,1-3,1-4,1-5,1-6,1;
- 2 варіант: 1,1-2,3-3,1-4,1-5,1-6,2;
- 3 варіант: 1,1-2,2-3,1-4,1-5,1-6,1;
- 4 варіант: 1,1-2,3-3,1-4,2-5,1-6,1.

Реалізація варіантів представлена у таблиці 5.3.

Наведені схеми дозволяють здійснювати статичне балансування в динамічному режимі, усуваючи технологічний дисбаланс в одній та двох площинах корекції, при обертанні ротора.

Відповіді на контрольні запитання.

1. Дайте загальну характеристику методу морфологічного аналізу.

2. Перерахуйте задачі які вирішуються за допомогою методу морфологічного аналізу.
3. Дайте визначення статичної, динамічної та стохастичної системи.

Оформлення звіту.

Звіт про виконану роботу повинний містити:

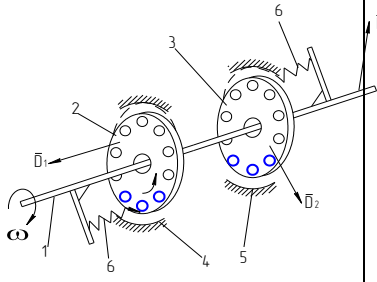
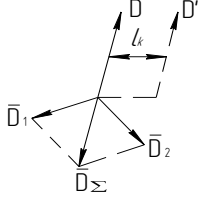
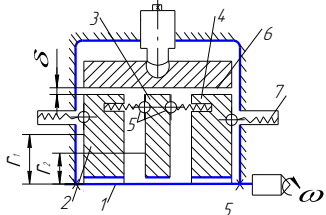
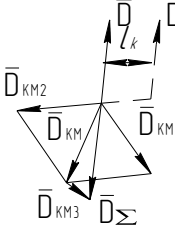
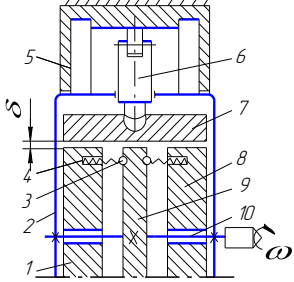
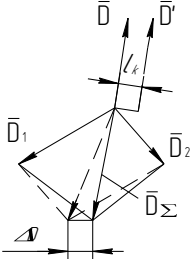
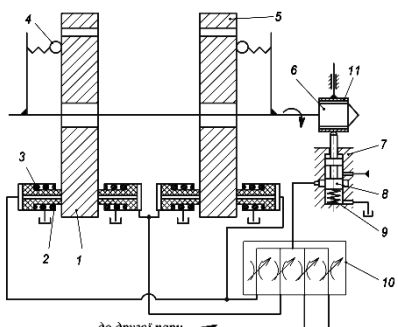
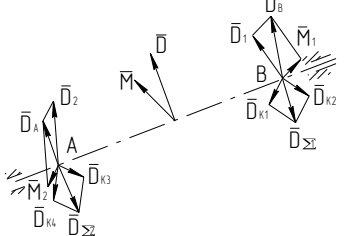
- титульний лист з назвою роботи та відомостями про виконавця;
- мету та задачі роботи;
- умови завдань і їх рішення;
- заповнені таблиці 5.1-5.2.
- відповіді на контрольні питання.

Висновки про виконану роботу.

Список літератури

Основна

1. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації. Навчальний посібник. / А.В. Катренко-Львів, 2003. -420с.
2. Основи теорії систем і системного аналізу: Навч. посібник /К.О. Сорока. – ХНАМГ:, 2004. – 291 с.
3. Бурячок В.Л., Толюпа С.В., Аносов А.О., Козачок В.А., Лукова-Чуйко Н.В. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: підручник. / В.Л. Бурячок, С.В.Толюпа, А.О. Аносов, В.А.Козачок, Н.В. Лукова-Чуйко / – К.:ДУТ, 2015. – 345 с.
4. Дудник І.М. Д 815 Основи теорії систем і системний аналіз : курс лекцій / І.М. Дуд- ник. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 108 с.
5. Ушакова І.О.Основи системного аналізу об'єктів і процесів комп'ютеризації. Ч. 2. Навчальний посібник для студентів напряму "Комп'ютерні науки" / І. О. Ушакова. — Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. — 308 с.
6. Аршинова О.І. Системнийаналіз: навч. посібник / О.І. Аршинова, А.В. Шев- ченко. – К.: НАУ, 2008. – 128 с.
7. Роїк, О. М. Р 65 Системнийаналіз. Навчальнийпосібник / О. М. Роїк, А. А. Шиян, Л.О. Нікіфорова – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 83 с.
8. Методичний посібник з дисципліни "Системний аналіз" / Дивак М.П. - Тернопіль: Тернопільська академія народного господарства, 2004. – 136с.
9. Конспект лекцій з дисципліни «Основи теорії систем і системного аналізу» (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Менеджмент») /Укл.: О.Г.Водолазська, Н.В.Водолазська. – Краматорськ: ДДМА, 2003.- 75 с.
10. Системний аналіз [Електронний ресурс]:Методичні рекомендації до практичних занять для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютернінауки» денної та заочної форм навчання/ уклад. В. В. Самсонов. – К.: НУХТ,2013. – 28 с.

№ з/п	Схема центрування неврівноваженого ротора	Векторна схема компенсації технологічного дисбалансу	Техніко-економічна характеристика системи
1	 <p>Пат. RU №2070479</p>	 $\Delta D = \bar{D} - \bar{D}_{\Sigma} = (\bar{D}_1 + \bar{D}_2) - \bar{D}_{\Sigma}$ $M = \bar{D}' \cdot l_k$	<p>Рівень залишкових коливань шпинделя відповідає 2-му класові точності балансування за ГОСТ 22061-76. Спрощено систему автоматичного керування процесом, відсутній датчик зворотного зв'язку, пристрій посилення і порівняння фактичних коливань і заданих. Знижено енерговитрати і експлуатаційні витрати.</p>
2	 <p>Пат. UA №24227A</p>	 $\Delta D = (\bar{D}_{KM1} + \bar{D}_{KM2} + \bar{D}_{KM3}) - \bar{D}_{\Sigma}$ $M = \bar{D}' \cdot l, \quad \Delta D \rightarrow \min$	<p>Підвищено клас точності балансування. Зменшено величини залишкового дисбалансу в порівнянні зі схемою 1 у 2-2,5 рази. Рівень залишкових коливань відповідає 1-му класові точності балансування по ГОСТ 22061-76.</p>
3	 <p>Пат. UA №33621A</p>	 $\Delta D \rightarrow \min, l_k \rightarrow \min$ $\Delta D = \bar{D} - \bar{D}_{\Sigma}$	<p>Зменшена моментна неврівноваженість. Стало можливим вбудовувати ПАБ у вузли, які автономно обертаються, наприклад, у затискні пристрої металорізальних верстатів.</p>
4	 <p>до другої пари корект. дисків Пат. UA N50229A</p>	 $\bar{D}_A + \bar{D}_B = \bar{D}_{\Sigma 1} + \bar{D}_{\Sigma 2} = \bar{D}$	<p>Спрощено конструкцію ПАБ, розміщення площин корекції на роторі адаптовано до шпинделя токарного верстата для ефективного автобалансирування з високою точністю корекції при зміні напрямку вектора дисбалансу. D - статична неврівноваженість M - динамічна неврівноваженість</p>

1. Перегудов Ф. И. Введение в системный анализ./ Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко - М.: Высшая школа, 1989.- 367 с.
2. Николаев В. И. Системотехника: методы и приложения/В.И. Николаев, В. М. Брук -Л.: Машиностроение, 1985. - 199 с.
3. Острейковский В.А. Теория систем/ В.А. Острейковский-М.:Высш. шк., 1997.-240 с.
4. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем/ А.И. Уемов - М.: Мысль, 1978.-341с.
5. Романов В.Н. Основы системного анализа/ В.Н. Романов - СПб: СЗПИ, 1996.- 234с.
6. Блауберг И.В. Системный подход в современной науке/ И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, З.Е. Юдин// Проблемы методологии системного исследования. М.: Мысль, 1970.-с.58-65.
7. Методические указания и задания к контрольным работам по курсу «Теория технических систем» для студентов специальности 7.090202 «Технология машиностроения» дневной и заочной форм обучения / Сост.: В. А. Федорович, П. И. Литовченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. – 40 с.
8. Інформаційне забезпечення мобільних систем телекомунікацій [Текст]: метод. вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки "Інформаційні мережі зв'язку" / Уклад.: Глоба Л.С. – К.: НТУУ "КПІ", 2013. – 31 с.
9. Теорія систем і системний аналіз. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.030601 “Менеджмент” всіх форм навчання. / Укладач: Бутко М.П., Повна С.В.– Чернігів: ЧНТУ, 2014. – 50 с.