Тема 2. Схеми надійності технічних систем та їх аналіз

План

1. Поняття системи. Історія розвитку.

2. Основні поняття в галузі надійності технологічних систем

3.Види технологічних систем. основне з'єднання механічних систем. Показники надійності основного з'єднання.

1. Поняття системи. Історія розвитку.

Система в перекладі з грецької мови означає ціле складене з частин. В другому значені це перекладається як порядок визначений правильним розташуванням частин і їх взаємозв'язком. Зараз цей термін дуже поширений оскільки означає специфічний ефективний стиль мислення, тобто поняття система сприймається як метод (інструмент) пізнання.

Без системного підходу зараз не обходиться ні одна сфера високопрофесійної діяльності. Можна без перебільшень стверджувати, що багато помилок особливо в управлінській діяльності породжені не володінням теорією і практикою системного підходу до вирішення проблем. Рішення приймаються без бачення впливу на окремі підсистеми складного і взаємопов'язаного загального цілого.

Елементи системного світогляду виникли вже в античний період. За свій розвиток людство накопичило багатий досвід системних ідей, які розкидані в різних наукових сферах.

Системний погляд відноситься до дуже плідних винаходів людства, без якого неможлива успішна професійна діяльність.

Перші роботи, що містять елементи системних досліджень з'явилися наприкінці XIX століття в Росії і зв'язані з іменами А.М. Бутлерова в області хімічної будівлі, Д.І. Менделєєва по систематизації елементів, Е.С. Федорова в області кристалографії, Н.А. Белова - в області фізіології.

У 20-і роки в СРСР вийшла книга А.А. Богданова "Общая организационная наука (технология)". Це був перший варіант теорії систем. Однак книга не знайшла підтримки і позитивного наукового резонансу у ті роки.

Засновником узагальнюючого напрямку, названого теорією систем, прийнято вважати австрійського вченого Д. Берталанфі, що у 30-і роки минулого сторіччя виклав системні концепції на філософському семінарі.

Концептуальні ідеї Л. Берталанфі одержали широке поширення. Теорія систем почала формуватися в самостійну наукову дисципліну.

Розвиток теорії систем дав поштовх розвитку інших наукових напрямків. Так у 1948 р. вийшла книга Н. Вінера "Кибернетика". Кібернетичні ідеї дали у свою чергу поштовх розвитку системних досліджень. Деякою мірою цьому ж сприяв науковий напрямок "Дослідження операції, що виник в роки другої світової війни. Розвиток теорії систем у цей період зв'язаний з іменами вчених У.

Элби, О. Ланге, а також Л.Т. Козина, Л.А. Растрига, що працюють в області створення автоматичних і автоматизованих систем керування.

У 50-і роки набула розвитку галузь теорії систем – системотехніка. Цей термін був запропонований проф.. Ф.Е. Темниковим. Їм же була заснована перша в країні кафедра системотехніки в Московському технічному інституті.

Поряд з розвитком власне теорії систем розвиваються методи системних досліджень. У 1948 р. у зв'язку з задачами військового керування в дослідженнях корпорації РЄВД (США) уперше був застосований системний аналіз, що швидко знайшов впровадження в системних дослідженнях.

В даний час при дослідженні складних технічних систем застосовують методи системного аналізу. При такому системному підході будь-яке приватне рішення одержують після ретельного розгляду і встановлення усіх найбільш істотних взаємозв'язків, що визначають взаємозв'язки даного приватного питання з усіма питаннями, характерними для системи в цілому. Подібне урахування і дослідження взаємних зв'язків найбільш доцільно проводити використовуючи математичні моделі за допомогою яких можна, змінюючи значення параметрів і різних перемінних (користуючись обчислювальними засобами), одержати представлення про поводження складних систем у різних умовах.

При конкретному аналізі складних технічних систем дослідникам доводиться зіштовхуватися з проблемами, що виникають на етапах планування, організації і вибору умов проведення натурних іспитів таких систем з урахуванням економічних факторів і потребуючих розробки і розвитку нових, нетрадиційних методів рішення. У роботах МП. Бусленко, Р. Калмана, Г. Крона, В.Н. Пугачева і багатьох інших показано, що тільки комплексний підхід до дослідження вищезгаданих проблем може привести до практичних рішень.

У 60-70-і роки починаються спроби створення загальної теорії технічних систем на дуже високому рівні формалізації. Ці спроби зв'язані з іменами американських вчених М. Месаровича, Д. Мано, Н. Такахара, вітчизняних вчених О.И. Уемова, Ю.А. Урманцева та ін.

Практичні проблеми аналізу і синтезу сучасних складних технічних систем, з одного боку, і весь історичний шлях розвитку системних досліджень і науки кібернетики з іншого, і, нарешті, поява і бурхливий розвиток інформаційних систем, - усе це говорить про доцільність і необхідність сполучення-системних і інформаційних методів аналізу і синтезу.

В наш час є велика кількість науково-практичних робіт присвячених системному аналізу, системології (В.М. Глушков, М.М. Моисеев, В.В. Дружинін та інші).

Сучасні складні технічні системи характеризуються великою кількістю показників для оцінки ефективності їх функцюювання. Причому показники надійності чим складніше система, тим важливіше місце займають серед інших.

2. Основні поняття в галузі надійності технологічних систем

Державним стандартом ГОСТ 27.004-85 „Системы технологические, термины и определения" вводяться основні поняття в галузі надійності технологічних систем.

Технологічна система (ТС) – сукупність функціонально пов'язаних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва і виконавців, для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів або операцій.

Підсистемна (ТС) – технологічна система яка може бути виділена по функціональній або структурній ознаці з технологічної системи більш високого рівня.

Роботоздатний стан ТС – стан ТС при якому значення параметрів і показників якості виробляємої продукції, продуктивності та інше відповідає вимогам, встановленим в конструкторській і технологічній документації.

Нероботоздатний стан ТС - стан ТС, коли хоча б один параметр не відповідає вимогам, встановленим в конструкторській і технологічній документації.

Функціональна відмова ТС – відмова ТС, в результаті якої вона перестає функціювати.

Ймовірність безвідмовної роботи ТС – ймовірність того, що в межах заданого наробітку не відбувається відмова ТС.

Виникає проблема організації діяльності таких систем щоб забезпечити якісне виконання виробничих процесів. Полягатись на досвід і інтуїцію вже недостатньо. Необхідно залучити наукові методи, яки нам дає теорія систем.

Теорія систем – це науковий напрямок, що вивчає загальні властивості систем, способи їхньої організації і процеси, що в них протікають.

Системотехніка тяжіє до формального (математичного) метода і моделі. хоча і широко використовує філософсько-методологічні методи.

Основним методом вивчення технічних систем є системний підхід.

Основним інструментом проведення системних досліджень є засоби ЕОМ.

Маючи на увазі дуже широкий клас цілеспрямованих систем можна дати наступне визначення системи:

Система – це комплекс взаємозалежних і взаємодіючих між собою об'єктів, призначених для рішення єдиної задачі.

Вивчення бідь-якої системи починається з її опису. Опис системи – це модель, що відображає групу властивостей (чи навіть одну властивість) системи. В рамках нашого курсу нас цікавить така властивість як надійність.

Стан системи – це сукупність існуючих властивостей (характеристик) системи в розглянутий момент часу.

Під впливом на систему будемо розуміти процес взаємодії або між елементами системи, або між елементом і навколишніми об'єктами. В першому випадку це внутрішній вплив, у другому – зовнішній.

Підсистемою – називається певним чином виділена сукупність елементів системи, що мають схожі ознаки.

Зв'язок – це об'єкт системи, за допомогою якого здійснюється взаємодія елементів між собою. Зв'язки відіграють дуже важливу роль, тому що забезпечують функціювання системи як єдиного цілого.

Зв'язки

Зв'язки бувають прямі і зворотні. Останні відіграють важливу роль у розвитку систем.

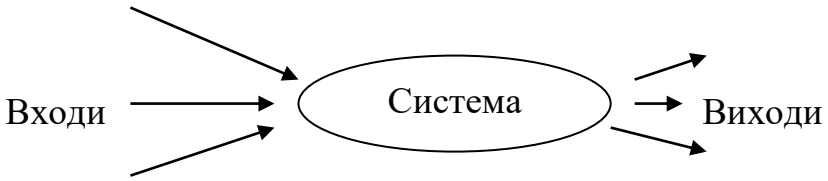
Під структурною схемою розуміють взаєморозташування елементів з їх взаємозв'зками, що відбиває пристрій системи. Структура характеризує організованість системи і стійку упорядкованість її елементів. Структуру зображають у вигляді графів. При цьому вершини (вузли) означають елементи, а ребра (гілки, дуги) - зв'язку між ними.

3. Види технологічних систем. основне з'єднання механічних систем. Показники надійності основного з'єднання.

Бувають слідуючи види ТС:

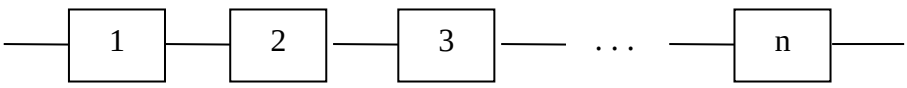
1. послідовна – технологічна система всі підсистеми якої послідовно виконують різні частини заданого технологічного процесу.
2. паралельна – ТС, підсистеми якої паралельно виконують технологічний процес або задану технологічну операцію.
3. комбіновані – ТС, структура якої може бути представлена у вигляді об'єднання послідовних і паралельних систем більш низького рівня.

Навколишнє середовище – це сукупність об'єктів, що не входять у систему, але впливають на неї. Середовище і система знаходяться в єдності і взаємодії. Взаємодія здійснюється за допомогою входів і виходів.



Насамперед під дією зовнішнього середовища система міняє свої показники роботи, а може і свій стан. Стосовно технічних систем з часом експлуатації формуються відповідні потоки подій яки знижають показник надійності.

Якщо відмова системи наступає при відмові одного елементу то такий пристрій має основне з'єднання елементів. Це характерно для багатьох механічних систем.



Вважається, що відмови є випадковими і незалежними. Тоді :

$$P_c(t)=\prod_{i=1}^{n}P_i(t)$$

Так як $P_i(t)=f(t)$, то для експоненціального закону маємо:

$$P_i(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t)dt},$$

а для системи з послідовним з'єднанням:

$$P_i(t) = e^{-\sum_{i=1}^{n}\int_0^t \lambda_i(t)dt},$$

В нормальний період експлуатації коли λ=const:

ймовірність безвідмовної роботи $P_c(t) = e^{-\lambda_c t} = e^{-\frac{t}{\overline{T_c}}}$ $\lambda_c = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i$

частота відмов $a_c(t) = \lambda_c \cdot e^{-\lambda_c t}$

середній наробіток на відмову $\overline{T_c} = \frac{1}{\lambda_c}$

Якщо всі елементи даного типу рівнодійні, інтенсивність відмов системи буде дорівнювати: $\lambda_1=\lambda_2=\lambda_3=. . .=\lambda_n$

$$\lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + ... + \lambda_n = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i = n \cdot \lambda_i$$

В загальному вигляді, коли є N_i – число елементів *i*-го типу і *r* – число типів елементів, то:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^{r} N_i \lambda_i$$

Для високо надійних систем де $\lambda_c \cdot t \ll 1$ ($\lambda_t \leq 0{,}1$), а $P(t) \to 1$ ($P(t) > 0{,}9$) розклавши $e^{-\lambda_c t}$ в ряд і взявши перших два члени з достатньою точністю можна розрахувати $P_c(t)$:

$$P_c(t) \approx 1 - t\sum_{i=1}^{r} N_i \lambda_i = 1 - \lambda_c t, \qquad \sum_{i=1}^{r} N_i \lambda_i = \lambda_c$$

де $\lambda_c = \sum_{i=1}^{r} N_i \lambda_i$, $\overline{T_c} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{r} N_i \lambda_i} = \frac{1}{\lambda_c}$

відповідно частота відмов буде дорівнювати:

$$a(t) \approx \lambda_c(1 - \lambda_c t)$$

$$e^{-\lambda t} = 1 - \lambda t$$