

1.2.1. Функціональний опис

Першим по значимості можна вважати функціональний опис, тому що будь-яка система насамперед цікава місцем, яке вона займає серед інших систем і об'єктів у навколишньому світі, та своїми функціями. Функціональний опис виходить із цільових функцій (однієї або декількох) системи. Як приклади простих функцій визначимо наступні [25]:

- пасивне існування;
- матеріал для інших систем;
- обслуговування систем більш високого порядку;
- протистояння іншим системам;
- перетворення інших систем і зовнішнього Середовища і т.д.

Для систем високого порядку формулювання єдиної “глобальної” цільової функції представляє складну неоднозначну задачу; її вирішення залежить від одночасного виконання декількох **локальних** функцій, найчастіше взаємозалежних, а іноді і взаємовиключних. Наприклад, *для живих систем глобальною функцією є функція “забезпечення життєдіяльності”, досягнення якої можливо при якісному виконанні процесів життєдіяльності всіх органів і фізіологічних систем організму у відповідних умовах зовнішнього Середовища.* На виконання локальних та глобальних функцій можуть впливати зовнішні і внутрішні протидіючі фактори, на які система зобов'язана реагувати, щоб вижити. Однак функції системи виконуються доти, поки її характеристичні параметри і параметри зовнішнього Середовища змінюються у визначених межах, поза якими система руйнується або істотно змінює свої властивості.

Як уже було відзначено, функціональний опис повинен містити дані про призначення системи, її відношення до інших систем, її контакти з навколишнім світом, напрямок можливих змін функції. Він відображає зв'язок зовнішніх впливів на систему з її реакцією, відповіддю, поведінкою, впливом на елементи системи.

Послідовність дій при виконанні системою деякої функції відображає зміст **закону поведінки**, що залежить від процесів, що протікають всередині системи (тобто законів внутрішнього функціонування), і від процесів, в яких задіяна вся система в рамках метасистеми (тобто від законів зовнішнього функціонування). Закон поведінки відображає зв'язок реакції (відповіді, дії) системи на впливи. У загальному

випадку можливо декілька одночасних впливів, а загальна реакція системи може бути виражена в сукупності поведінкових актів. Тому цей зв'язок виражається системою нелінійних рівнянь виду [25]:

$$y_j = f_j(x_1, x_2, \dots, x_n, u_1, u_2, \dots, u_r),$$

де y_j – вихідний сигнал на j -му виході системи; $j = 1, m$; x_1, x_2, \dots, x_n – вхідні сигнали; u_1, u_2, \dots, u_r – характеристичні параметри системи; f_j – функціонал, що зв'язує сигнал на j -му виході з вхідними сигналами і визначальними параметрами.

Функціональний опис всієї системи складається з опису зовнішніх функцій, процесів і характеристичних параметрів, що визначають **закони зовнішнього функціонування**, які відображають поведінку системи в зовнішньому Середовищі, і ефективність виконання своїх функцій.

Під **ефективністю** визначається деякий інтегральний показник якості реагування, що пов'язує якість поведінки з витратами внутрішніх ресурсів системи (під **ресурсами** визначаються запаси енергії, що система може витратити на здійснення поведінкового акта без збитку для свого існування), якими вона володіє. Чим менше витрати у відповідь на вплив, тим вище ефективність системи. Тут доречно згадати про відомий **принцип Ле-Шательє**, який стверджує: "якщо на будь-яку систему, що знаходиться в стаціонарному режимі, подіє зовнішнє збурювання, то в ній відбудуться зміни, що зменшать результат його дії". Зрозуміло, що це зменшення відбудеться за рахунок використання внутрішнього ресурсу системи (для кожної системи він індивідуальний), що також зменшиться. Якщо взяти до уваги, що кожна система має обмежений ресурс, то можна зробити висновок про те, що будь-який вплив, зменшуючи ресурс, зменшує можливості системи "опору" впливам. А значний вплив (або одночасний вплив багатьох факторів) може призвести до вичерпання ресурсу і до загибелі системи. Такі представлення дозволяють визначити "**запас міцності**" системи як різницю між повним і тим ресурсом, який використовується, і **мету удосконалення системи** – підвищення повного ресурсу (запасів внутрішньої енергії) за рахунок більш ефективного функціонування при мінімізації витрат енергії на відповідні реакції [25].

Закони зовнішнього функціонування виконуються, якщо всі її елементи-підсистеми також виконують свої функції. Тому для системи варто розрізнити **закони внутрішнього функціонування**, які характеризують поведінку окремих елементів-підсистем, з яких склада-

ється система. Кожна підсистема сама містить набір елементів, що виконують свої частки функції, тому закони внутрішнього функціонування системи одночасно є законами зовнішнього функціонування для будь-якої підсистеми цієї системи – закони зовнішнього функціонування першого нижнього рівня. Закони внутрішнього функціонування залежать від функцій підсистем першого рівня, процесів, що протікають всередині системи, і параметрів підсистем. **Показники якості** виконання функцій першого рівня впливають на ефективність усієї системи. Поведінка елементів підсистем буде вже описуватися законами внутрішнього функціонування першого нижнього рівня, що, у свою чергу, є законами зовнішнього функціонування другого нижнього рівня і т.д. Таким чином, у міру просування всередину системи функціональний опис включає все нові рівні організації і нові морфологічні структури. Впливи зовнішнього Середовища можуть виявлятися на будь-якому рівні функціонального опису і побічно викликати зміни ефективності всієї системи [25].

На кожному рівні системи її стан (а, отже, і закони функціонування, системи, підсистеми, елементи підсистем і т.п.) визначається значеннями характеристичних параметрів, параметрів складових її елементів, положенням у просторі, а також значеннями їх похідних. Значення параметрів і їх похідних можуть змінюватися в часі та у просторі, що означає перехід системи з одного стану в інший.

Системи, здатні змінювати стан під впливом керуючих впливів, стають **динамічними**, *тобто здатними до руху* (у широкому контексті) – *змін взагалі, всяких взаємодій з іншими об'єктами.* Якщо похідні дорівнюють нулю, динамічна система переходить у стан спокою і стає статичною.

Таким чином, повний функціональний опис системи можна представити як *структуру вкладених один в один та ієрархічно побудованих описів різних рівнів її розгляду.*

Функціональний опис може задаватися деяким оператором G_{Φ} [25]:

$$G_{\Phi} = \{T, X, x, Y, y, Q, q, \Phi\},$$

де T – множина моментів часу, в які отримані дані для побудови функціонального опису; X – множина значень припустимих вхідних впливів; x – конкретні значення впливів з X ; Y – множина значень відповідних реакцій системи; y – конкретні реакції з Y ; Q – множина можливих станів; Φ – перехідна функція стану, q – один із станів, що характеризує заданий момент часу.

Оператор G_Φ може бути представлений в алгебраїчній, логічній, диференціальній, інтегрально-диференціальній формі, що входить у скалярне, векторне або матричне керування. Він складається на підставі виміру зовнішніх характеристик (принцип **“чорного ящика”**: вивчення зв’язку “вплив – реакція”) або на підставі знання структури системи. Представлення про структуру системи можна отримати з морфологічного опису [25].