

### 1.2.3. Інформаційний опис

Розглянутий вище опис, здавалося б, повинен дати вичерпну інформацію про досліджувану систему про призначення, структуру, закони поведінки, про усі прояви системи в зовнішньому навколишньому Середовищі. Однак роль інформаційного опису як самостійної характеристики системи не можна зменшити. І це визначається насамперед значенням інформаційного забезпечення функціонування систем, теорії інформації та інформатики для опису процесів, що протікають у системі, і помилок функціонування, розуміння принципів побудови, організації і функціонування, особливостей взаємодії систем у зовнішньому Середовищі і підсистем у самій системі. **Інформаційний опис** дозволяє оцінити організованість (або неорганізованість) системи, характеризує циркулюючі в системі інформаційні потоки, визначає впорядкованість системи і, отже, висвітлює здатність системи прогнозувати свою майбутню поведінку та оцінити перспективи вдосконалювання. Щоб система існувала, взаємодіяла із середовищем, воно повинно обмінюватися з нею інформацією. *Обмінний процес, що відображає взаємодію підсистем і зв'язаний з передачею речовини, енергії й інформації в кількостях окремих квантів-порцій, значимо помітних для взаємодіючих підсистем, визначається як метаболізм. Розрізняють інформаційний, речовинний і енергетичний метаболізм, що разом складають повний метаболізм системи [25].*

Функціональні процеси в складній системі тісно пов'язані з інформаційними. Джерелом інформації для функціонування системи є підсистема і зовнішнє Середовище. Зміст інформації складають усі можливі дані (повідомлення) про об'єкти-передавачі інформації, представлені у вигляді конкретної системи символів, що розрізняються підсистемами-приймачами цієї інформації. Повідомлення відображають за допомогою носія-сигналу, що представляється у формі речовини або енергії шляхом зміни (модуляції) параметрів сигналу. За допомогою сигналів між підсистемами здійснюється обмін інформаційними повідомленнями. Один сигнал при використанні для модуляції декількох його параметрів здатний передавати кілька повідомлень.

Сигнали передаються через зв'язки між підсистемами, для характеристики яких можна ввести такі показники, як [25]:

- **вірність передачі** – міра відповідності прийнятого повідомлення переданому;
- **перешкодостійкість** – здатність системи протистояти шкідливому впливові перешкод;
- **швидкість передачі** – кількість інформації  $J$ , переданої через лінію зв'язку між джерелом і приймачем повідомлень в одиницю часу.

Теоретично досяжна максимальна швидкість передачі інформації є вже показником відповідної лінії зв'язку і визначає її пропускну здатність:

$$C = \lim J/T = J_{\max}/T,$$

де  $T$  – час передачі всіх повідомлень за один сеанс зв'язку.

Оскільки виконання тієї або іншої функції пов'язано із взаємодією підсистем, то показники якості залежать від параметрів інформаційних потоків, якими обмінюються підсистеми. Тому характеристика цих потоків входить в інформаційний опис системи.

Інформаційний опис тісно пов'язаний з іншим не менш важливим поняттям – “**ентропія**” – міра невизначеності випадкової величини з кінцевим числом результатів  $n$ , обумовлена як кількість інформації  $J$ , що приходить на один символ повідомлення в середньому. Величина ентропії  $H$  залежить від апіорної імовірності ( $p_i$ ) перебування системи в кожному з  $n$  можливих станів. Кількість інформації, яка отримується при реалізації  $i$ -го стану (тобто апостеріорна імовірність  $i$ -го стану  $p_i^* = 1$ ), дорівнює:  $J_i = \log p_i$ , тому величина  $H$  розраховується як

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i.$$

Ентропія є речовинною невід'ємною величиною, обмеженою зверху; вона служить апіорною характеристикою і розраховується по так званому статистичному ряду, що характеризує імовірності реалізації різних станів системи. При цьому чим більше  $n$ , тим у більшому ступені майбутнє системи залежить від випадковості. При рівних імовірностях усіх можливих станів система цілком дезорганізована, тому що у всякий момент часу вона може перейти в будь-який стан. Про такі системи говорять, що вони мають максимальну ентропію. Підвищення впорядкованості означає збільшення залежності між факторами, що визначають поведінку системи, вигляд кращих станів,

що приводить до прогнозованості її поведінки. Стосовно до зовнішніх випадкових факторів необхідною умовою появи можливості прогнозування поведінки системи є наявність моделі середовища в системі (принцип “**відображення Середовища**”) [25].

Найбільше значення інформаційний опис має для складних систем, особливо для тих з них, морфологія і функціонування яких підлягає імовірнісним законам. Реалізацію конкретної морфологічної структури або конкретної реакції на зовнішній вплив з визначеної множини можливих структур і реакцій прийнято розглядати як реалізацію деякого повідомлення – події, для яких можна ввести інформаційні представлення. Тому інформаційний опис неможливо розглядати як абсолютно самостійний. У ньому варто розрізняти морфологічну  $J_M$  і функціональну  $J_F$  частини, що легко було б одержати з повних морфологічного і функціонального описів. Однак, незважаючи на це, інформаційний опис є одним з найважливіших для характеристики складних систем. Багато даних, які в нього входять, можна одержати експериментальним шляхом, використовуючи методи інформатики, а потім користуватися ними як самостійною інформацією. Крім того, для хаотичних, слабо структурованих і нестійких систем інформаційний опис часто є єдиним, що дозволяє одержати представлення про властивості подібних систем.