

2. МЕТОДИ КЕРУВАННЯ МЕХАТРОННИМИ СИСТЕМАМИ

2.1. Ієрархія систем керування у мехатроніці

Структура модулів систем керування припускає багаторівневу організацію й включає стратегічний, тактичний і виконавчий рівні керування, що мають доступ до сенсорної інформації для розв'язування завдань керування даного рівня.

Слід підкреслити, що принцип ієрархічної побудови систем керування складними динамічними об'єктами сам по собі не є оригінальним. Він був сформульований ще на рубежі сімдесятих-восьмидесятих років XX століття стосовно проблем керування багатофункціональними роботами. Нова концепція ієрархічної побудови систем керування визначає необхідність інтелектуалізації кожного з рівнів керування. Розглянемо завдання, що розв'язуються на кожному рівні керування.

Стратегічний рівень керування призначений для планування руху мехатронної системи в умовах неповної інформації про зовнішнє середовище й об'єкт керування. Планування рухів означає розбивку завдання руху на послідовність погоджених у часі дій, оперативну корекцію руху з урахуванням зміни середовища й формалізацію цілей керування для кожного із цих дій. Формалізація цілей керування означає, що для кожної дії повинні бути записані математичні співвідношення, виконання яких забезпечує успішне виконання кожної дії. Сенсори стратегічного рівня повинні відповідати органам почуттів людини (технічний зір, тактильне й силомоментне відчуття, пристрій аналізу звукових і ультразвукових сигналів тощо).

Тактичний рівень виконує перетворення команд керування рухом, що надходять зі стратегічного рівня керування в програму керування, яка визначає закони погодженого руху в часі усіх ланок механічного пристрою мехатронної

системи з врахуванням технічних характеристик блоку приводів (у першу чергу обмежень на узагальнені швидкості, прискорення й сили).

На **виконавчому рівні** виконується розрахунки й видача керуючих сигналів на блок приводів мехатронної системи відповідно до програми керування й з урахуванням технічних характеристик силових перетворювачів.

Для ієрархічних систем керування в мехатроніці діє принцип, сформульований в 1989 р. проф. Сарідісом (*Saridis G.N.*), згідно з яким в міру просування від вищих до нижчих рівнів керування знижується інтелектуальність системи, але підвищується її точність (даний принцип в англomовній літературі має абревіатуру IPDI – *Increasing Precision with Decreasing Intelligence*) [32]. При цьому під „інтелектуальністю” розуміється здатність системи здобувати спеціальні знання, що дозволяють уточнити поставлене завдання і визначити шляхи його розв’язку, а під „неточністю” – невизначеність в операціях по вирішенню даного завдання.

Датчики тактичного й виконавчого рівнів повинні забезпечувати достовірну інформацію про стан системи й об’єкта керування, а також адекватність перетвореної інформації до цілей функціонування мехатронної системи.

При керуванні складними динамічними об’єктами в реальних умовах виникає невизначеність, пов’язана з формуванням керуючих впливів по вимірюваній та апіорній інформації.

Аналіз джерел невизначеності дозволяє розділити невизначеність на два види: **передбачувану** й **непередбачувану**.

Передбачувана невизначеність має місце в тому випадку, коли відома апіорна інформація про характер закону зміни керованих координат. Наприклад, траєкторії руху робочого органа робота, рівняння руху якого відомі, можна апроксимувати кінцевим набором сплайнів; при цьому невизначеність

буде полягати тільки у виборі відповідного сплайна. А **непередбачувана невизначеність** має місце, коли такої інформації немає.

Так, наприклад, для складальних роботів, які працюють у рамках певного набору технологічних рухів, характерних для складального роботизованого процесу, невизначеність може бути класифікована як передбачувана. Роботи, призначені для екстремальних середовищ, в основному працюють в умовах непередбачуваної невизначеності, тому що траєкторію їх руху не можна заздалегідь передбачити.

Такий підхід дозволив виділити два класи інтелектуальних систем керування, що принципово відрізняються по архітектурі, принципу дії і області застосування. Інтелектуальні системи керування I роду призначені для роботи в умовах передбачуваної невизначеності, в основному пов'язаної із взаємним впливом окремих ступенів вільності складного багатоланкового об'єкта керування один на одного. Інтелектуальні системи керування II роду орієнтовані на роботу в умовах непередбачуваної невизначеності й функціонують на основі реалізації своїх адаптивних властивостей за рахунок використання технології асоціативної пам'яті.

Системи керування в умовах невизначеності, як правило, будуються за ієрархічним принципом. На рис. 2.1 представлена ієрархічна схема інтелектуальної системи керування I роду, що забезпечує роботу в умовах передбачуваної невизначеності.

На стратегічному рівні керування формуються траєкторія й динамічні характеристики руху по ній. Функції інтелектуального регулятора розподіляються на тактичному й виконавчому рівнях. На тактичному рівні керування шляхом розв'язку зворотної задачі кінематики формуються програмні узагальнені координати. У результаті розв'язку зворотної задачі динаміки (по відомій моделі об'єкта керування й апіорній інформації про залежність структури й параметрів об'єкта від траєкторії руху) визначаються

структура й параметри регулятора, які реалізуються на виконавчому рівні й можуть мінятися в процесі функціонування.

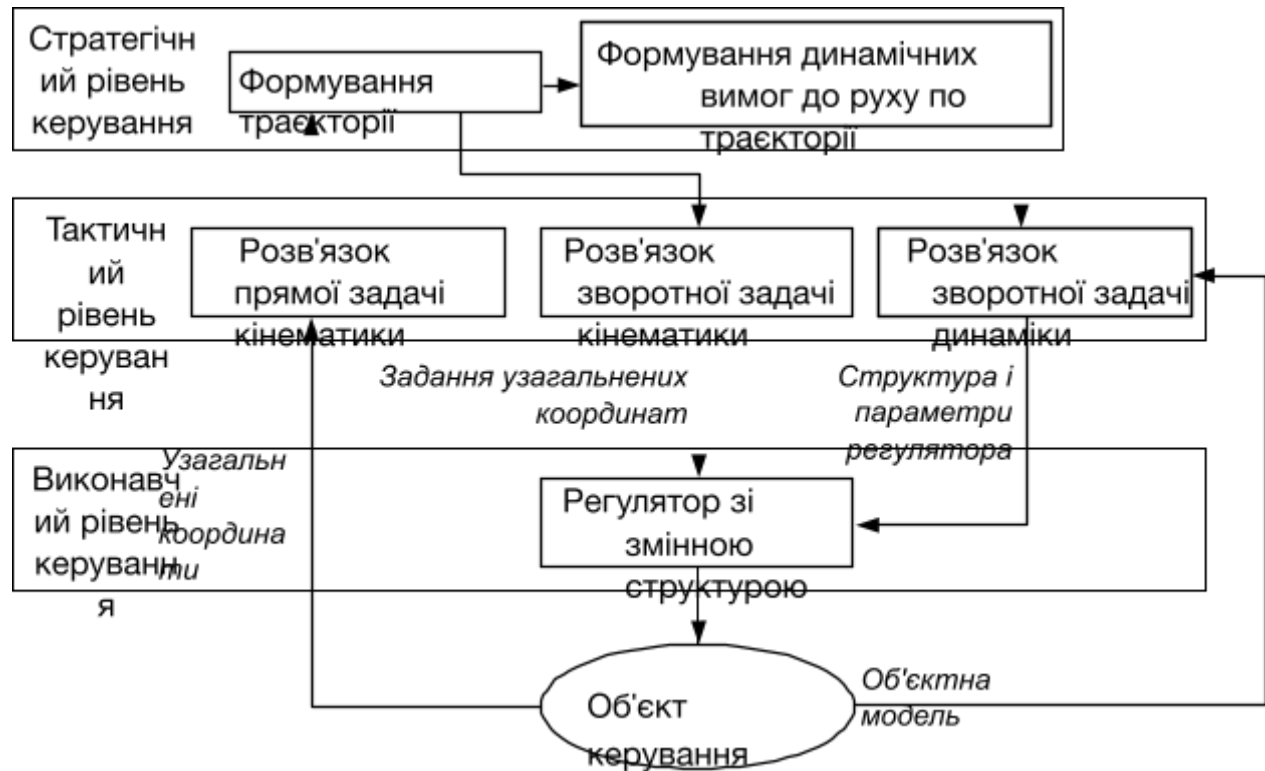


Рис. 2.1. Ієрархічна схема інтелектуальної системи керування I роду

