

Основні поняття теорії керування

Поняття керування відомо нам із самого дитинства. Це одне з найбільш інтуїтивних і природних понять людської діяльності.

Сила й складність теорії керування полягає в тому, що вона розглядає явища в самих різних галузях науки й техніки, без якоїсь конкретної прив'язки. Системи керування – це, у першу чергу, інформаційні системи. Це означає, що має місце абстрагування від фізичної сутності процесів, що відбуваються в керованих системах, і описується їхній стан за допомогою інформаційних сигналів $x(t)$ – деяких змінних, значення яких змінюються з часом. Значення конкретного сигналу в системі керування може відповідати якомусь конкретному фізичному параметру (наприклад, швидкості руху), але в загальному випадку явної відповідності може й не бути. У цьому полягає одна з відмінних рис теорії керування, яка відрізняє її від інших дисциплін (наприклад, фізики), де принципово важлива фізична сутність змінних і залежностей між ними.

Керування – це досягнення заданого стану фізичного об'єкта за рахунок здійснення над ним певних дій. Фізичний об'єкт, стан якого необхідно змінити (наприклад, перемістити в інше положення, нагріти, розігнати до деякої швидкості тощо), називається об'єктом керування або в англійській літературі – *plant*. Об'єкт керування – це деяка система, яка має вихідні сигнали $y(t)$ і

вхідні $u(t)$. Значення вхідних сигналів завжди задаються ззовні, значення вихідних визначаються поведінкою об'єкта керування за вхідними сигналами.

Прийнята наступна математична нотація: $u(t) \rightarrow y(t)$, це означає, що кожному вхідному сигналу ставиться у відповідність вихідний сигнал.

Більш конкретно, керування – це планування керуючого впливу і його застосування до об'єкта керування для досягнення заданого стану або режиму роботи об'єкта керування. Пристрій або підсистема, яка обчислює (виробляє) керуючий вплив на основі заданої мети та інформації про стан об'єкта керування, називається системою керування (в англійській літературі – *controller*).

В теорії керування прийняте, що об'єкт керування задається апіорі, тобто він не може змінюватись. Безумовно, у практиці конструювання мехатронних систем часто буває, що об'єкт керування й система керування „взаємодіють”: обирається конкретний об'єкт керування і вирішуються певні завдання керування. Якщо виникають принципові труднощі, то змінюють щось в об'єкті керування й знову займаються системою керування і так далі. Однак, майже всі методи теорії керування сконцентровані навколо заданого і незмінного об'єкта керування.

Регулятор завжди з'єднується послідовно з об'єктом керування в тому розумінні, що вихід регулятора – це керуючий вплив, який безпосередньо подається на об'єкт керування. Існують різні варіанти мети керування, але всі вони можуть розглядатися як окремий випадок однієї мети: намагаються досягти на виході об'єкта керування бажаного сигналу $r(t)$, тобто зробити так, щоб $r(t) \approx y(t)$ або в ідеалі $r(t) = y(t)$, де $r(t)$ – сигнал, заданий користувачем системи (об'єкта керування й регулятора в цілому) [34]

Рис. 2.5. Етапи проектування системи керування

На практиці звичайно виконують таке проектування систем керування мехатронними об'єктами (рис. 2.5):

1. **Побудова моделі об'єкта керування.** Модель об'єкта керування будується або з аналізу фізичних процесів, що відбуваються в ньому, або на основі комбінування моделей процесів, які виникають у різних частинах об'єкта керування. Ще один шлях – використовувати які-небудь стандартні абстрактні моделі, які „підганяються” до результатів вимірів, отриманих при експериментуванні з реальним об'єктом керування. Звичайно поєднують всі ці способи, використовуючи подекуди інтуїцію й природні припущення. Побудова моделі – це справжнє мистецтво (і як у будь-якому мистецтві тут важливо вчасно зупинитися).
2. **Побудова моделі системи керування.** Отже, знання про об'єкт керування акумульовані в його моделі. Аналізуючи цю модель, можна побудувати регулятор для вирішення завдань керування. Регулятор може мати стандартну структуру, а може, навпаки, бути досить специфічним для керованого об'єкта. У будь-якому разі, перш ніж застосовувати регулятор до реального об'єкта керування, завжди починають з моделювання

замкненої системи (об'єкта керування й регулятора). Отже, предмет теорії керування – це вивчення моделі об'єкта керування й побудова моделі регулятора, який вирішує задані завдання керування. Існує величезний арсенал формальних і „напівформальних” методів і інструментів, за допомогою яких можна одержати (синтезувати) регулятор за заданою моделлю об'єкта керування.

3. **Реалізація системи керування.** Модель регулятора – це опис того, як він працює. На сучасному технічному рівні, регулятори реалізуються за допомогою спеціальних комп'ютерних систем. Завдання реалізації регулятора полягає в переході від його моделі до формального опису алгоритму на якій-небудь мові програмування для обраної комп'ютерної системи. Крім того, повинні враховуватися багато технічних особливостей, наприклад: як реалізовано вимірювання стану об'єкта керування і як подаються керуючі впливи на керований об'єкт. Цим моментам часто мало приділяють увагу.
4. **Тестування системи керування з реальним об'єктом.** Це завжди ключовий етап, який визначає наскільки врахована вся необхідна інформація про об'єкт керування, чи коректно реалізований сам регулятор. Випробування з реальними об'єктами керування завжди пов'язані із певним ризиком. Звичайно в системах керування передбачають можливість безумовної ручної зупинки й вимикання на випадок виникнення небезпечних ситуацій. Крім того, необхідно заздалегідь продумати програму тестування й випробувань, з якої було б ясно наскільки система керування задовольняє поставленим завданням. Якщо за результатами випробувань, система керування не задовольняє якимось необхідним їй властивостям, то це означає, що цикл проектування необхідно повторити. Виходячи із ситуації, або уточнюють модель (переходять до п.1), або вибирають інший метод для реалізації

моделі регулятора (переходять п.2), або розглядають питання про використання іншого обладнання (переходять до п.3).

Таким чином, проектування систем керування – це циклічний процес, який містить у собі експериментування, розрахунки і моделювання [34].

