

Кафедра механічної та біомедичної
інженерії



**Дисципліна: Розрахунки
біотехнічних систем на персональних
електронно-обчислювальних
машинах (РБТСПЕОМ)**

**Тема 5: Основні положення теорії ідентифікації.
Метод простору станів**

Викладачі: Онищенко С.В., Чечель Т.О.
btpm.nmu.org.ua
Email: onyshchenko.s.v@nmu.one



Основні положення теорії ідентифікації



Ідентифікація – це підбір еквівалентної моделі, яка відповідає вхідним та вихідним системам, що проектуються. Еквівалентність моделі передбачає її об'єктивну відповідність об'єкту, що моделюється, а також здатність заміщати об'єкт, для отримання інформації оцінки різних варіантів еволюції системи [1].

Особливістю моделювання біологічних об'єктів, що входять до БТС в якості біологічних ланок, є формалізація фізіологічних процесів у вигляді фізичних моделей, які можуть бути узгоджені з описом технічних ланок системи.

Для вирішення такої задачі є доцільним при описі біологічних об'єктів обирати атрибути, що характеризують взаємодію біологічних та технічних ланок.

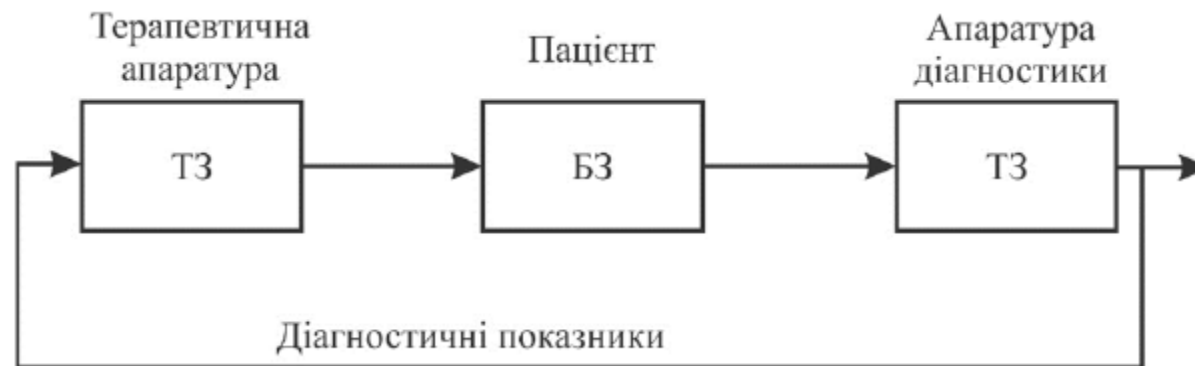


Основні положення теорії ідентифікації



При створенні медичних БТС, в яких як біологічна ланка розглядається одна з фізіологічних систем організму, що визначає його поточний стан, модель доцільно представити у вигляді опису залежності показників, що характеризують стан пацієнта (вихідні дані) від показників лікувального впливу (вхідні дані).

Модель біологічної ланки в термінах «вхід – вихід – стан» дозволяє досить просто провести опис БТС в цілому. Побудова моделей біологічних ланок БТС, що відрізняються складністю і великою кількістю зв'язків, здійснюється методами функціональної та структурної ідентифікації.



Зв'язок змінних у медичній БТС

Основні положення теорії ідентифікації



Функціональна ідентифікація дозволяє описати поведінку об'єкта шляхом обробки результатів його тестування, тобто впливу на нього за допомогою стимулу і реєстрації реакції на вплив. Для функціональної ідентифікації необхідна наявність експериментальних даних про поведінку системи при різних входних впливах. Об'єкт представляється у вигляді «чорного ящика», а метою дослідження найчастіше є визначення його характеристик передачі. Причому вид тестуючого впливу та його параметри визначають вид одержаної характеристики передачі.

Тестування об'єкта на певному рівні біологічної ієрархії визначає рівень моделі. Наприклад, у неврологічній діагностиці при визначенні рівня нейром'язової провідності, тестування нейром'язової передачі здійснюється за допомогою електричних стимулів, подібних до природної біоелектричної активності. Це визначає опис процесу перетворення стимулюючого впливу на характеристики м'язового скорочення, за якими визначається діагностичний показник нейром'язової передачі – порогова інтенсивність стимулу. Фізико-хімічні процеси утворення медіаторів нейром'язової передачі в цій моделі не описуються.

Основні положення теорії ідентифікації



В окремих випадках механізм функціонування об'єкта, що досліджується, передбачається відомим. Тоді виникає можливість зробити припущення про клас функціонального опису поведінки об'єкта (у вигляді рівняння моделі, параметри якої залишаються невідомими). У цьому випадку задача ідентифікації об'єкта зводиться до задачі оцінювання параметрів рівняння моделі.

Функціональна ідентифікація передбачає визначення функції передачі об'єкта, не надаючи інформації про внутрішню будову. Однак, у міру того, як стає можливим спостереження більшої кількості показників, що описують стан об'єкта, можуть виявлятися приховані раніше компоненти.

Об'єкт може бути розбитий на частини, тобто може бути проведена декомпозиція «чорного ящика». Таким чином, можлива почергова функціональна та структурна ідентифікація об'єкта.



Основні положення теорії ідентифікації



Структурна ідентифікація дає можливість встановити, як взаємодіють окремі компоненти об'єкта в процесі формування його поведінки. Структурна ідентифікація пов'язана з вивченням механізмів функціонування, способів організації та внутрішньої будови біологічних ланок БТС. Одним з можливих шляхів дослідження структурної організації біологічних ланок є анатомічне та фізіологічне вивчення об'єкта, подання його у вигляді окремих складових, опис біофізичних і біохімічних механізмів функціонування цих складових.



Основні положення теорії ідентифікації



Функціональна ідентифікація може бути реалізована за допомогою методів, заснованих на тестуванні об'єкта за допомогою сигналів, що дозволяють визначити його функцію передачі. В якості сигналів тестування використовуються синусоїдальний, ступеневий, імпульсний або шумовий вплив.

Обробка реакцій, викликаних тест-впливом, за допомогою методів, заснованих на перетворенні Фур'є, дозволяє знайти частотну характеристику, далі функцію передачі об'єкта і перейти до опису поведінки об'єкта у вигляді диференціальних рівнянь.



Основні положення теорії ідентифікації

Метод простору станів



Метод простору станів дозволяє представити модель, що описується функцією передачі, у вигляді системи диференціальних рівнянь першого ступеня, що часто мають цілком певний біофізичний сенс. Інтерпретація рівнянь за допомогою компартментальних моделей дозволяє в деяких випадках від моделювання біологічних об'єктів перейти до структурного моделювання, що характеризує механізми, які відбуваються.

Чисельні параметричні методи ідентифікації є пошуковими методами, за допомогою яких, шляхом перебору значень параметрів, можна визначити модель об'єкта, що описує взаємодію її складових.



Основні положення теорії ідентифікації Метод простору станів



Моделювання біологічних ланок БТС за допомогою методів функціональної ідентифікації часто призводить до функцій передачі, що визначають опис поведінки системи у вигляді диференціальних рівнянь високого порядку.

Це обумовлено складною динамікою процесів, що відбуваються в біологічних системах, пов'язаних зі структурною і функціональною різноманітністю компонентів системи, що беруть участь у формуванні механізмів її поведінки. Зокрема, для фізіологічних систем організму людини характерним є одночасна робота декількох груп біологічних регуляторів, що мають різну швидкодію і неоднакову кількість ступенів свободи.



Основні положення теорії ідентифікації Метод простору станів



У біології та медицині поняття стану формувалося як якісне визначення узагальненої характеристики системи, пов'язане з її показниками. Спостереження за зміною фізіологічних параметрів організму пацієнта (температурою, ЧСС, артеріальним тиском, сатурацією крові киснем і т. п.) дозволяє судити про відхилення параметрів від норми і класифікувати клінічний стан пацієнта за ступенем тяжкості. В екології поняття стану системи пов'язують з якою-небудь інтегральною характеристикою середовища, наприклад, токсичністю, мутагенністю, канцерогенністю і т. п.

У теорії систем під станом динамічної системи розуміється мінімальний набір даних, який необхідно задати в деякий момент часу, щоб у межах математичного опису системи можна було передбачити поведінку системи в будь-який наступний момент часу.



Основні положення теорії ідентифікації Метод простору станів



Використання поняття стану системи дозволяє у межах моделювання біологічних систем методом простору станів строго визначити вектор стану, що повністю описує поведінку системи. Змінні стану моделі, що мають формальний математичний вираз, який виходить, наприклад, при розкладанні диференціального рівняння високого порядку на систему рівнянь стану, можуть мати цілком певний біофізичний або фізіологічний сенс. Такий підхід дозволяє найбільш повно описати систему, що моделюється, а в деяких випадках, за допомогою методів структурної ідентифікації уявити механізми, що лежать в основі поведінки системи.



Список літератури



1. Мустецов Т.М. Теорія біотехнічних систем: навчальний посібник / Т.М. Мустецов, А.С. Нечипоренко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 188 с.



Кафедра механічної та біомедичної інженерії



Дякую за увагу!

Викладач: Онищенко С.В.

btpm.nmu.org.ua

Email: onyshchenko.s.v@nmu.one

