

Кафедра механічної та біомедичної
інженерії



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

Тема 2: Побудова структури біотехнічних систем

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



Побудова структури біотехнічних систем



У багатьох сферах діяльності людини при розробці та дослідженнях нових зразків техніки виникають біотехнічні проблеми. У медицині, при створенні технічних засобів для діагностики і лікування захворювань, на транспорті при розробці засобів управління рухом швидкісних об'єктів, в енергетиці при контролі та управлінні коштами розподілу ресурсів, тощо [1].

Вирішення біотехнічної проблеми вимагає формування структури БТС. Структура БТС показує зв'язок і взаємодію в системі технічних ланок та фізіологічних систем живого організму. Найбільшу складність при побудові БТС викликає спільний опис біологічних і технічних ланок. Це пов'язано, в першу чергу, з різними підходами до моделювання, що сформувалися в біології, медицині та техніці.

Технічні засоби створюються, як правило, на основі відомих процесів і явищ, що мають формалізований опис фізичними (хімічними) законами. Механізм дії біологічних об'єктів часто не зрозумілий і при його описі часто доводиться обмежуватися феноменологічними моделями. Для опису БТС в цілому при розгляді біологічних ланок необхідний «техногенний» підхід, що передбачає виділення таких атрибутів, які б відображали виконання цільової функції системи і були б прийнятними для використання в описі технічних ланок.

Побудова структури біотехнічних систем

Етапи формування БТС



Виконання цих умов вимагає певної послідовності у формуванні та дослідженні БТС [1].

Перший етап формування БТС – біологічний. Відповідно до біотехнічної проблеми формується цільова функція системи і визначаються можливі біологічних та технічних ланок БТС. Складається структурно-функціональна схема БТС. Проводиться вивчення фізіологічних процесів організму, в умовах його взаємодії з технічними ланками системи. В результаті, визначається завдання біологічної ланки БТС і формується його модель, в якій фігурують атрибути завдання (вхідні, вихідні змінні, показники стану, параметри управління тощо).



Побудова структури біотехнічних систем

Етапи формування БТС



Другий етап синтезу БТС – етап узгодження. На цьому етапі формується модель технічної ланки БТС. Формується модель БТС у цілому. Досліджуються процеси взаємодії ланок на основі виконання принципів адекватності та єдності інформаційного середовища БТС. Відбувається ітераційне опрацювання моделі з метою оптимізації параметрів, за обраними критеріями ефективності.

Ведеться пошук найбільш інформативних показників, що вимагають мінімуму аферентної інформації від живого організму. На другому етапі проводиться оптимізація вирішальних правил і алгоритмів функціонування, розробляються вимоги до технічних засобів та програмного забезпечення.



Побудова структури біотехнічних систем

Етапи формування БТС



Третій етап проектування БТС – технічний. На цьому етапі розробляються макети і експериментальні взірці технічних засобів, проводяться напівнатурні та натурні випробування. У результаті визначаються технічні характеристики елементів системи, необхідні для розробки дослідних зразків апаратних засобів, складаються медико-технічні вимоги на дослідно-конструкторські роботи.

Далі проводиться проектування виробу в межах технічного завдання. Постановка виробів на виробництво проводиться відповідно до ДСТУ, який регламентує вимоги до технічної документації, дослідних зразків, випробувань, сертифікації тощо.



Побудова структури біотехнічних систем

Етапи формування БТС



Наведену методологію вирішення біотехнічних проблем називають методом поетапного моделювання БТС.

Цей метод передбачає перехід від початкового формулювання біотехнічної проблеми до БТС із заданою цільовою функцією, через накопичення експериментальних даних про біооб'єкти до моделі БТС в цілому, і на кінцевому етапі до медико-технічних вимог (МТВ) і дослідних взірців апаратури.

Найбільш відповідальним етапом синтезу БТС є біологічний етап, що визначає біологічну ланку БТС. Відзначимо особливості живого організму як ланки БТС.



Побудова структури біотехнічних систем



Живі організми є відкритими системами, в яких здійснюється керований обмін інформацією і речовиною з навколишнім середовищем [1]. При розгляді живого організму як ланки БТС можна виділити низку його функцій, що забезпечують взаємодію з навколишнім середовищем:

- кібернетичні функції, пов'язані з інформаційною взаємодією з середовищем, вибором і реалізацією адекватних форм поведінки;
- метаболічні функції, пов'язані з енергетичним і субстратним забезпеченням різних форм поведінки.



Побудова структури біотехнічних систем

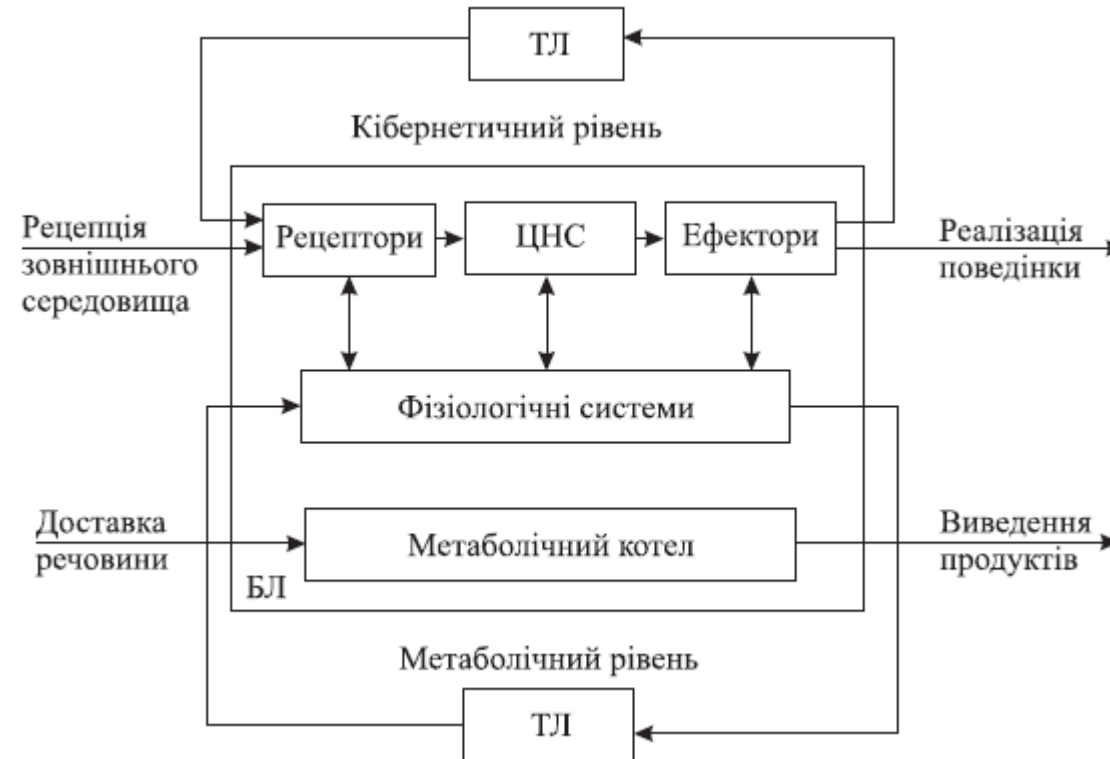


Кібернетичні функції організму включають в себе рецепцію зовнішнього і внутрішнього середовищ (сенсорні органи, рецептори внутрішніх органів), переробку інформації та діяльність мозку (прийняття рішень, управління активністю), реалізацію форм поведінки за допомогою ефекторних систем (рух, мова), регуляцію внутрішнього середовища організму (функціональні системи).

Метаболічні функції організму включають доставку з середовища субстратів, речовин живлення, окислювачів (вуглеводи, білки за допомогою шлунково-кишкового тракту, кисень за допомогою дихальної системи і кровообігу), отримання енергії, синтез та перетворення речовин (біохімічні процеси), виведення з організму продуктів життєдіяльності (води, вуглекислого газу, твердих фракцій).



Побудова структури біотехнічних систем



Рівні взаємодії технічних та біологічних ланок БТС



Побудова структури біотехнічних систем



Характер взаємодії технічних і біологічних ланок визначає структуру БТС. Для ергатичних БТС, де біологічна ланка представлена людиною-оператором, яка виконує різні функції в замкнутому контурі управління технічною системою, характерним є кібернетичний рівень взаємодії.

У цьому випадку ефективність БТС буде оцінюватися показниками технічної ланки, наприклад, точністю руху літака по заданій траєкторії, швидкістю руху прокатного стану та ін.



Побудова структури біотехнічних систем



У разі побудови медичних БТС біологічні ланки системи представлені фізіологічними системами організму. Наприклад, у випадку терапевтичних БТС, організм виступає в ролі керованого об'єкта. Ефективність БТС в цьому випадку визначається ступенем близькості поточного стану організму або показників ефективності функціонування фізіологічних систем до норми. Тут в основному проявляється метаболічний характер взаємодії біологічних і технічних ланок. Однак, кібернетична взаємодія може зберігатися.



Побудова структури біотехнічних систем



Наприклад, створення протезів сенсорних органів і ефекторних систем, приладів біологічного зворотного зв'язку для навчання управлінням вегетативними функціями, протезів кінцівок вимагає аналізу БТС з кібернетичним рівнем взаємодії ланок.

Метаболічний рівень взаємодії в БТС найбільшою мірою проявляється при створенні штучних органів (штучне серце, нирки), а також систем життєзабезпечення при роботі людини в екстремальних умовах середовища (космічні апарати, глибоководні дослідження).



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.
ISBN 978-966-285-254-7



Кафедра механічної та біомедичної інженерії



Дякую за увагу!

Викладач: Онищенко С.В.

btpm.nmu.org.ua

Email: onyshchenko.s.v@nmu.one

