

Кафедра механічної та біомедичної
інженерії



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

Тема 4: Проектування біотехнічних систем.
Біотехнічні системи ергатичного типу

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



Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Потреба у вивченні БТС ергатичного типу виникла у зв'язку з необхідністю підвищення ефективності діяльності оператора в людино-машинних системах з високим ступенем відповідальності за прийняття рішень (швидкісні транспортні системи, енергетичні установки, системи життєзабезпечення, тощо) [1].

Незважаючи на високий ступінь автоматизації таких систем, на людину-оператора покладаються важливі функції управління системою, особливо у випадках виникнення позаштатних і аварійних ситуацій. Тут проявляються суб'єктивні фактори, притаманні людському організму:

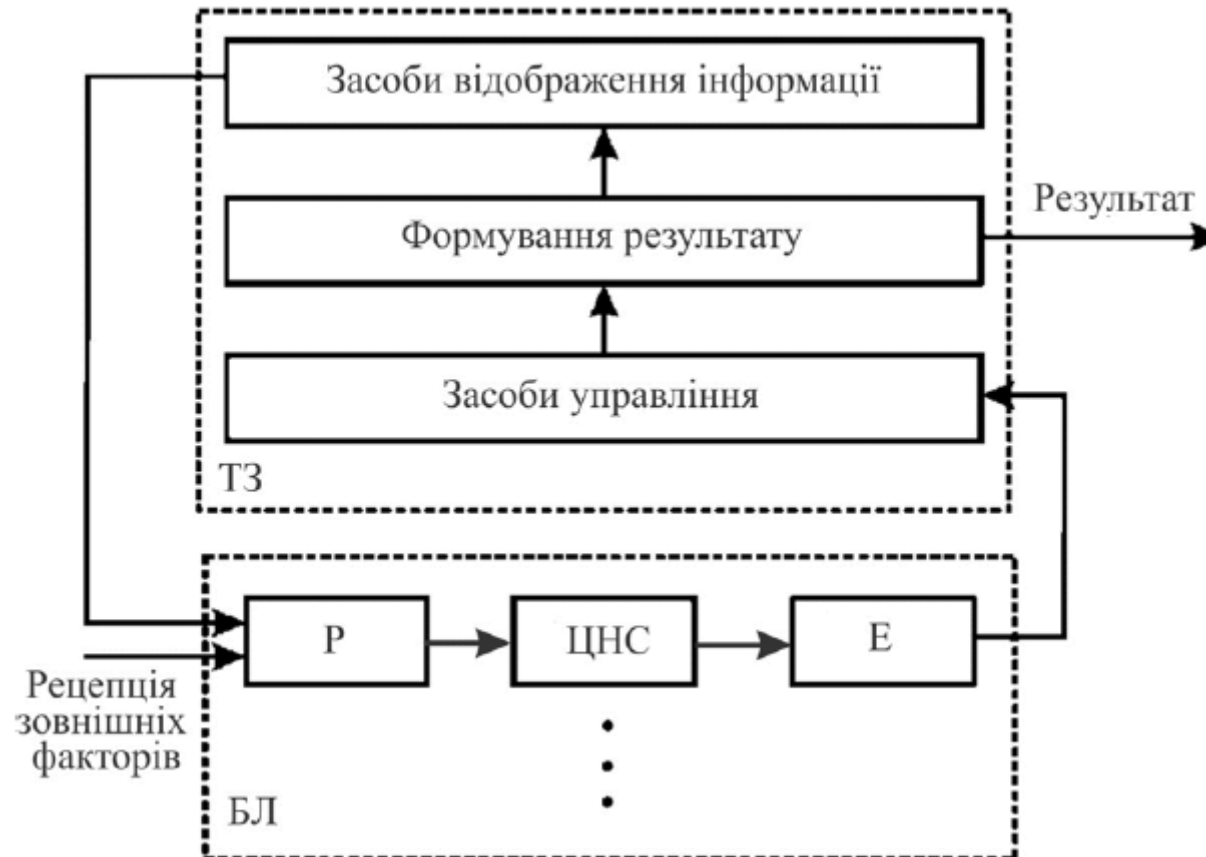
- можливість паралельного аналізу подій;
- інтегрування розрізнених сигналів в єдине ціле;
- евристичні шляхи прийняття складних рішень.





Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Структура БТС ергатичного типу

Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Використання біотехнічного системного підходу дозволяє будувати адекватні моделі людино-машинних систем, що дозволяють досліджувати процеси управління, в тому числі моделювати аварійні ситуації для вибору стратегій поведінки і навчання операторів.

Людина-оператор розглядається в ергатичних БТС як ланка системи, що виконує функції управління технічними об'єктами (ланками) при кібернетичному рівні взаємодії ланок.



Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Взаємодія стосується процесів і явищ, що належать до різних рівнів біологічної ієрархії. Тому моделювання ергатичних БТС необхідно проводити на різних рівнях:

- тканинному (для опису енергетичних витрат у процесі операторської діяльності);
- органному (для опису функціонування сенсорних і ефекторних систем);
- організменному (для опису поведінки оператора в процесі управління);
- популяційному (для опису процесів проведення відбору операторів, формування мотивації до професійної діяльності).



Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Найбільш важливим моментом для моделювання ергатичних БТС є опис взаємодії організму з середовищем, що включає формування окремого акту поведінки.

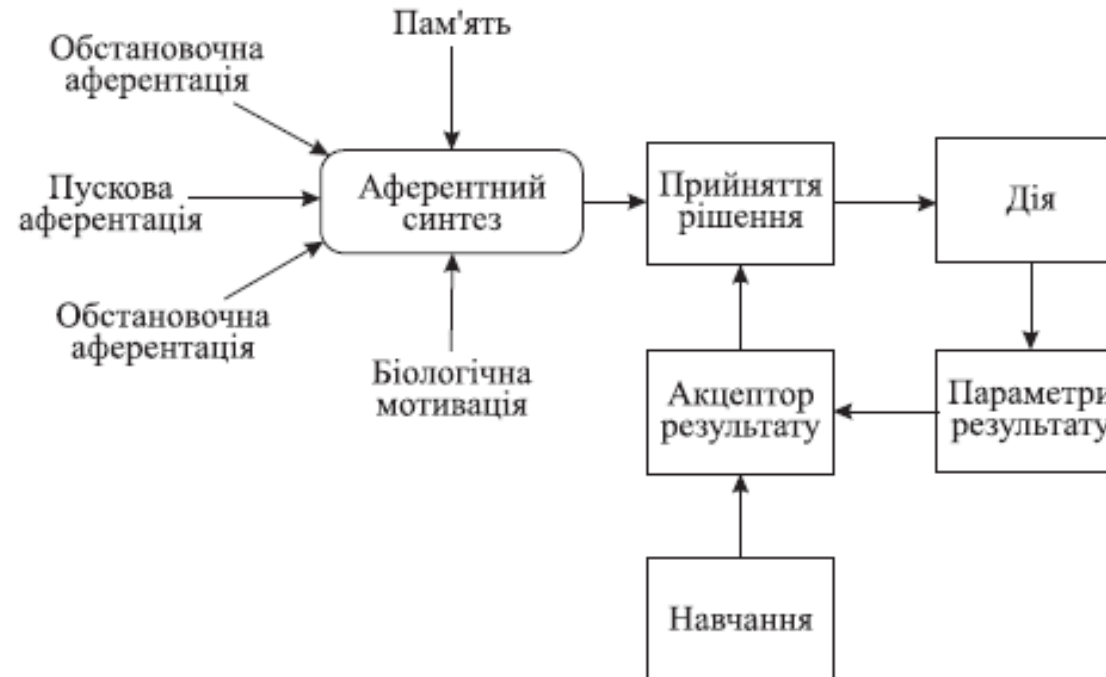
Центральна архітектура акту поведінки включає у себе блоки аферентного синтезу і акцептора результату дії. Останній блок пов'язаний з блоком дії еферентними шляхами збудження і зворотньою аферентацією з параметрами результату дії.





Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Формування акту поведінки

Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Аферентний синтез об'єднує такі компоненти:

- біологічну мотивацію, що виникає на основі внутрішньої потреби організму;
- механізми пам'яті, обумовлені генетичним та індивідуальним досвідом;
- ситуаційну аферентацію;
- пускову аферентацію.

Інтегрування компонент аферентного синтезу відбувається за принципом домінанти і завершується актом прийняття рішення.



Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Акцептор результату дії є основною ланкою у формуванні акту поведінки, пов'язаного з задоволенням домінуючої потреби організму. Цей компонент системної організації акту поведінки визначає виникнення вищих мотивацій тварин і людини, обумовлених не тільки біологічними потребами, а й впливом соціальних та інших факторів оточення.

У складі акцептора результату дії є вроджені та набуті механізми. Генетично запрограмованими є всі основні біологічні мотивації. Мотивації, що виникають у процесі індивідуального розвитку, «збагачують» акцептор результату дії, який стає фізіологічним апаратом формування мети поведінкового акту.



Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Важливу роль при вивченні аферентного синтезу відіграють дослідження сенсорних систем, тобто тих каналів, якими йде обмін інформацією між організмом, технічними засобами та зовнішнім середовищем. Для людини-оператора це, в першу чергу, системи зору і слуху, що мають певні особливості функціонування, та мають властивість адаптації, яка притаманна всім живим організмам.

Модель аферентного синтезу можна розглядати як один з основних елементів моделі біологічної ланки БТС ергатичного типу, тому що аферентний синтез характеризує найважливішу властивість людини-оператора – його здатність до навчання. Саме тому більшість методик відбору операторів, визначення працездатності в тією чи іншою мірою пов'язані з вивченням характеристики навчання.

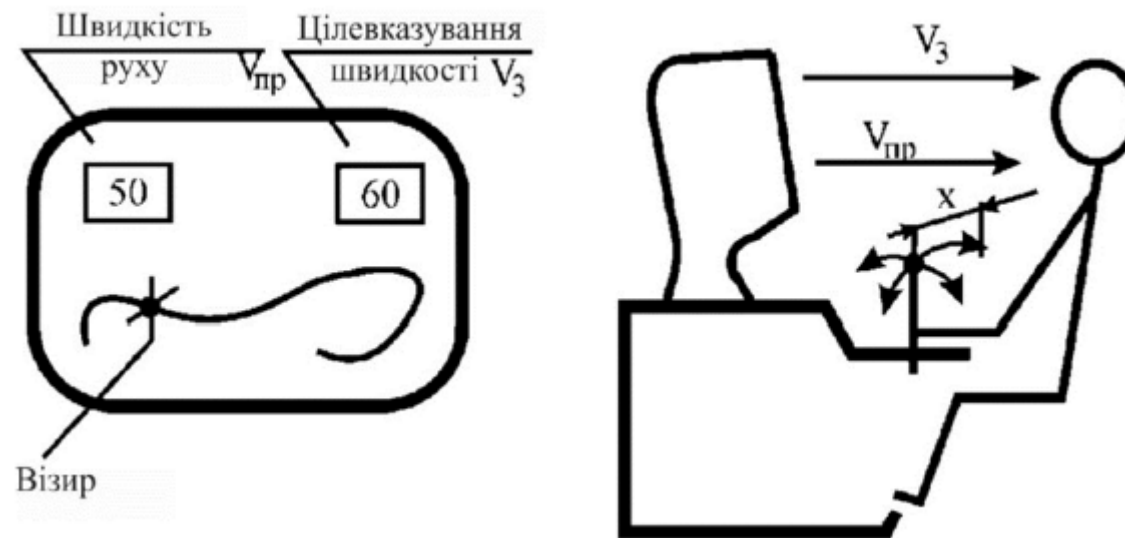




Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу

Для ілюстрації біотехнічного системного підходу у вирішенні завдання підвищення ефективності людино-машинних систем розглянемо підвищення ефективності управління рухом транспортних засобів.



Тренажер оператора

Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Оператор керує параметрами руху об'єкта залежно від запропонованого параметра руху. Завдання оператора полягає в зміні параметрів руху об'єкта від поточного значення параметра до значення, обумовленого цілевказівкою, шляхом переміщення органу керування. Наприклад, в поле зору водія автомобіля, що рухається з певною швидкістю, потрапляє дорожній знак, який регламентує швидкість руху і водій, шляхом переміщення відповідної педалі керування, повинен привести швидкість руху відповідно до запропонованої регламентацією.

Рішення поставленої задачі може бути розглянуто в межах ергатичної БТС, що об'єднує технічну ланку – керований транспортний засіб і біологічну ланку – оператора. Дослідження цієї системи передбачає встановлення залежності показників ефективності системи від зміни параметрів і характеристик основних її ланок і на цій основі формування вимог щодо підвищення ефективності управління рухом.



Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу

В умовах задачі оператор здійснює такі функції:

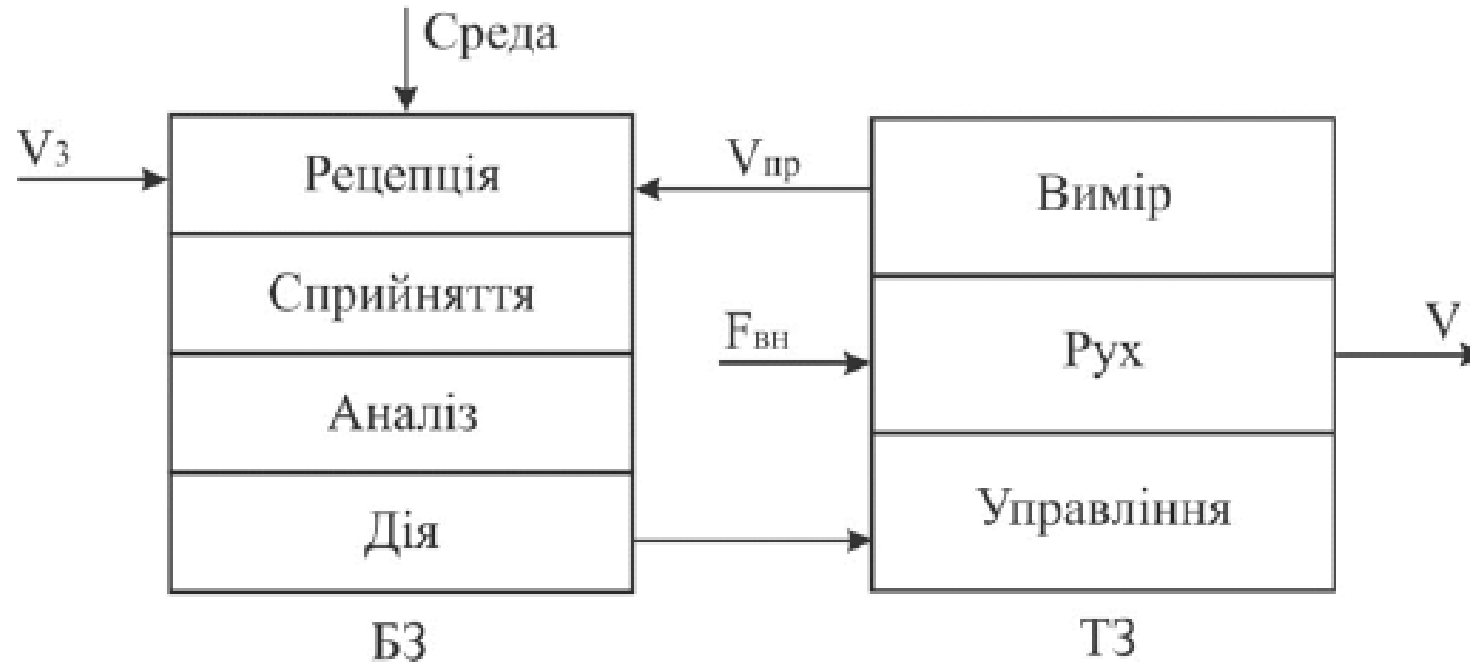
- рецесію зорової інформації про цілевказівку швидкості та швидкості руху об'єкта за показниками приладу;
- сприйняття зорової інформації, аферентний синтез та прийняття рішення;
- формування керуючого впливу – переміщення органу керування швидкістю об'єкта для зміни швидкості його руху.





Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу



Взаємозв'язок функцій технічної та біологічної ланок БТС





Проектування біотехнічних систем

Біотехнічні системи ергатичного типу

Ефективність БТС ергатичного типу визначається в термінах технічної ланки. У цьому випадку ефективність системи можна оцінити за якістю перехідного процесу встановлення швидкості руху об'єкта. Наприклад, за тривалістю встановлення швидкості руху та помилкою керування або за величиною відстані, що пройдена об'єктом за час перехідного процесу. Чим менше тривалість встановлення швидкості, чим менше помилка управління і чим менше відстань встановлення, тим більш ефективно вирішується поставлене завдання управління швидкістю руху.



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

