

Лекція 2

Особливості системи людина-техніка-виробниче середовище

Характеристика системи «людина – техніка - виробниче середовище». Вивчення систем «людина – техніка» може і повинне здійснюватися як вивчення єдиного функціонального цілого. Підхід до людини як особливої ланки, включеної до системи автоматичних пристроїв і машин, дозволяє вирішувати важливі питання підвищення ефективності роботи системи [1]. Системи «людина – техніка» на відміну від інших суто технічних систем характеризується низкою особливостей, які визначають властивості, що притаманні людській діяльності, а саме [1]:

1. Універсалізм. Кожна конкретна машина призначена для виконання обмеженої кількості задалегідь відомих завдань. Людина в принципі може виконувати безліч різних завдань різними способами, хоча переважно для індивідуума обмеженнями є його здібності й обсяг знань. Тому й система «людина – техніка» також має універсальність, що проявляється в тім, що людина може, використовуючи по-новому ті або інші властивості системи, застосовувати її для рішення інших завдань, які не планувалися при проектуванні системи і не передбачалися інструкцією.

2. Адаптивність. Адаптивність систем «людина – техніка» полягає в значно більшому діапазоні пристосованості системи до умов її функціонування, що змінюються. Ця пристосованість здійснюється двома шляхами – змінами алгоритмів роботи системи і змінами характеристик системи стосовно вхідних сигналів. Наявність першого шляху дозволяє людині за допомогою технічних засобів розв'язувати певну задачу за різними алгоритмами. Другий шлях характеризується значним діапазоном пристосування аналізаторів людини до варіативних змін сигналів, що надходять на вхід системи. Виділення інваріантних ознак великої кількості звукових і світлових сигналів виконується людиною значно повніше і краще, ніж машиною. Людина має унікальну здатність розпізнавати сигнали, що являють собою складні образи.

3. Перешкодостійкість. Завдяки наявності в людини інформаційних каналів з різними механізмами перешкодостійкості (зір, слух і т.д.) можливе використання дублюючого сприйняття для підвищення перешкодостійкості і перешкодозахищеності систем.

4. Резервування. Особливістю резервування в людини є можливість компенсації непередбачених відмов, дії за яких задалегідь не відомі. Природно, що можливості резервування заміщенням, тобто виконанням роботи замість елемента технічного засобу, що відмовив, у людини обмежені її фізичними можливостями. Однак функціональне резервування можливе в широких межах. Добре навчений, емоційно стійкий оператор контролює

роботу автоматичних пристроїв і ліквідує відмови техніки, тим самим підвищуючи надійність системи.

5. Мінливість. Зміна стану людини під впливом різних факторів зумовлює як позитивні, так і негативні сторони систем «людина – техніка». Позитивною є можливість широкого пристосування до темпових, інтенсивнісних та екстенсивнісних вимог роботи системи. Негативним є залежність якості діяльності від факторів здатних погіршувати її стан – стомлюваність, хвороба і т.п. Специфіка взаємин людини з предметом праці через проміжний пристрій визначається головним чином тим, які свої функції як перетворювача інформації й енергії людина передала цьому пристрою.

Розрізняють два типи систем «людина – знаряддя праці – середовище»: з проміжними пристроями у виді простих знарядь праці; у вигляді машин [2]. При роботі з простими знаряддями праці весь потік інформації, необхідний для керування впливом на предмет праці, отримує і аналізує людина і вона, таким чином, з усіх поглядів і в будь-який момент здійснює і контролює процес впливу. Машина в цікавлячому нас аспекті є перетворювачем інформації, а не тільки енергії, тобто вона частково без участі людини формує командні сигнали і регулює вплив. У результаті принципова особливість роботи людини з машиною полягає в неповному контролі з її боку за перебігом процесу впливу на предмет праці [2].

Перший тип систем, які можна називати системами «людина – інструмент» поділяють на чотири класи залежно від того, яку функцію людини реалізує знаряддя праці [1]:

1. З еферентними знаряддями (інструментами). Психофізіологічна особливість цього класу полягає в зміні характеру впливу на предмет праці порівняно з природними руховими реакціями людини.

2. З аферентними знаряддями. За допомогою таких знарядь природний образ предмета праці перетворюється в змінений образ, який можна розглядати як найпростішу інформаційну модель предмета. Ця модель гомоморфна об'єктові. Штучного коду тут немає, а є зміна масштабу, ракурсу випадіння окремих ознак і поява нових (наприклад при роботі з мікроскопом). У результаті людина повинна у процесі навчання виробити спеціальний відмінний від життєвого досвіду набір енгам – еталонів, необхідних для сприйняття.

3. Зі знаряддями пам'яті (наприклад, креслення, фотографія, запис). У цьому випадку використовується штучний код. Перекодування як специфічний психічний процес стає важливим компонентом діяльності людини.

4. Зі знаряддями перетворення інформації (рахівниця, логарифмічна лінійка і т.п.). У результаті використання таких знарядь відбувається зміна психологічної структури прийняття рішень. Ряд операцій репродуктивного мислення людина може перетворити в прості операції прямого замикання, вивільняючи тим самим свій мозок для творчого мислення.

Другий тип систем, поділяється на три класи [1]:

1. З простою машиною, в якій відбувається перетворення інформації з елементарної лінійної програми (передача від людини частини реакцій прямого замикання). Зворотна інформація від предмета праці надходить майже цілком до людини, і вона сама вносить корективи до програми машини.

2. З репродуктивно-перетворюючою машиною (звичайні ЕОМ). У цьому класі характерним є істотне, майже повне, відчуження людини від предмета праці і від процесу його перетворення. Якщо людині знадобиться включитися в робочий процес, вона повинна за штучним кодом реконструювати як стан предмета праці, так і процеси, якими керує машина.

3. З продуктивно-перетворюючою машиною (кібернетичні пристрої, що самоорганізуються). Взаємодія людини з такою машиною має характер інформаційного обміну між відносно замкнутими системами перетворення інформації. У другому класі систем людина виступає в ролі оператора. Згідно з ДСТУ EN 614-1 - 2001 оператор – це людина чи група людей, обов'язком яких є встановлення, експлуатація, регулювання, технічне обслуговування, чищення, ремонт і транспортування машин. Найбільш характерною рисою діяльності оператора є те, що він позбавлений можливості безпосередньо спостерігати за керованими об'єктами і змушений користуватися інформацією, що надходить до нього по каналах зв'язку. Діяльність людини, здійснюється не з реальними об'єктами, а з їх заміниками або їх образами, що імітують або характеризують. Таку діяльність називають діяльністю з інформаційними моделями реальних об'єктів [1]. Інформаційна модель являє собою сукупність інформації про стан і функціонування об'єкта керування і зовнішнього середовища [1]. З вказаних особливостей систем «людина – техніка» стає зрозумілим, що ці системи описуються значною кількістю параметрів.

Загальноприйнятим є визначення ефективності як властивості, що характеризує пристосованість системи до досягнення поставленого перед нею завдання. Однак окрім цього поняття, що називають виробничою ефективністю, варто мати на увазі інший вид ефективності, властивий тільки системам, де працює людина, соціально-особистісну ефективність. Цей вид ефективності зумовлений тим, що в процесі трудової діяльності людина не тільки впливає на предмет праці, але і сама змінюється. Зміни можуть полягати у формуванні навичок, у зрушеннях функціонального стану організму, у зміні установки (відносини) до мети діяльності і т.п. [1]. На будь-якому рівні розгляду системи «людина – техніка» в основі показників, обраних для оцінки ефективності, лежить характеристика змін властивостей предмета праці. Ці властивості можна згрупувати в три класи: матеріальні, енергетичні, інформаційні. Особливою властивістю є час, необхідний для зміни перерахованих вище властивостей предмета праці на необхідну величину.

Для того, щоб система «людина – техніка» могла розв'язувати поставлене завдання, вона повинна мати сукупність властивостей, що характеризують її пристосованість до виконання цього завдання. Цю сукупність властивостей називають адекватністю системи [1]. Адекватність визначається [1]:

- інформаційною організацією системи «людина – техніка» (наявність у структурі системи необхідних блоків, програм переробки інформації, каналів зв'язку, навченого відповідним чином персоналу і т.п.);
- фізичними характеристиками (механічними, енергетичними і т.п.);
- засобами активації функціонування (пристрою приведення в готовність, переключення роботи з одного режиму на інший і т.п.);
- процесами, що забезпечують, (матеріально-енергетичне забезпечення підтримки структури і цілеспрямованого інформаційно-енергетичного функціонування і т.п.).

Стосовно людини **інформаційна адекватність** визначається властивостями концептуальної моделі, до складу якої входить певний набір, або алфавіт образів і моделей реального і прогнозованого оточення і ситуації, у якій функціонує система керування, і знання сукупності можливих керуючих і виконавчих дій і властивостей системи керування. В основі цієї групи якостей лежить функціональна організація і властивості аналізаторів, центральної нервової системи, психофізіологічні закони засвоєння і обробки інформації людиною в процесі діяльності. **Фізична адекватність** характеризує антропометричну і силову відповідність людини розв'язуванню завдань [1]. **Активізаційна адекватність** визначається мотивами, установками, потребами, зацікавленістю людини у здійсненні певного виду діяльності, характером емоційних реакцій, властивостями уваги [1]. **Базова адекватність** визначається функціонуванням серцево-судинної і дихальної систем (у цілому – вегетативних систем організму), особливостями біохімічних процесів і психічних станів [1]. Зрозуміло, зазначені чотири групи властивостей не є незалежними. **Активізаційна, фізична і базова адекватності визначають у цілому працездатність людини. У такому трактуванні поняття «працездатність» характеризує можливість людини реалізувати наявний у неї у вигляді концептуальної моделі «внутрішній інструмент» і у вигляді ефекторів – «зовнішній інструмент» виконання певного виду трудової діяльності [1].**

Існує ще ряд понять, що визначають за різними показниками групи властивостей системи «людина – техніка». Найбільш уживані поняття, що визначають [1]:

- стан системи «людина – техніка» і її складових частин: готовність до праці, робочий стан, стан збереження - спокою і т.д.;
- перехідні властивості, тобто можливості навмисного переведення системи «людина – техніка» зі стану збереження в робочий стан і назад, оперативність, мобільність і т.д.;
- стійкість, відновлюваність і т.д.

Особливе значення мають такі характеристики системи «людина – техніка» і її складових частин, як вихідні показники і ціна функціонування. За вихідними показниками визначають якість функціонування системи «людина – техніка» (включаючи і якість діяльності людини як компонента системи). До вихідних показників належить також надійність. Під надійністю розуміють властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні

показники в заданих межах протягом необхідного проміжку часу або необхідного наробітку. Таким чином, поняття надійності, оскільки воно визначається через «задані функції», варто вважати похідним від поняття ефективності. Це означає, що надійність пов'язана з усіма властивостями системи, що забезпечують її адекватність, і виявляється через виконання або невиконання завдання за рахунок тієї або іншої якості функціонування. Основою для одержання міри надійності є показники, що характеризують виникнення таких подій у системі «людина – техніка», що виявляються як невиконання заданої функції. Ці події називаються «відмовленням». Відмовленням варто вважати будь-яку зміну функціонування системи «людина – техніка» або її частин, що призводить до невиконання задачі на певному рівні розгляду системи. Усе вищевикладене стосується і діяльності (дій, операцій) людини. Тимчасові відмовлення, зумовлені не втратою працездатності психофізіологічних систем, а неадекватністю інформаційних перетворень, є помилками [1]. Ціною (або величиною витрат) називають витрати матеріальних, енергетичних або структурно-інформаційних засобів на функціонування. Стосовно діяльності людини під «ціною» слід розуміти напруженість фізіологічних функцій і психічних процесів, що забезпечують реалізацію визначеної якості діяльності людиною [1].

Ергономічна оптимізація конкретної системи «людина – техніка» неможлива без знання функціональної організації цієї системи, що включає людину як основний компонент. Тому виявлення структури трудової діяльності людини є необхідним етапом у будь-яких ергономічних розробках [1]. Під структурою трудової діяльності розуміють динамічну організацію дій і операцій, які виконує людина у процесі досягнення визначеної трудової мети. Це організація складається з двох груп процесів, що істотно відрізняються за їх роллю в діяльності оператора. Перша група – поведінкові, інформаційні і біомеханічні перетворення, що становлять собою суть трудового процесу і лежать в основі інформаційної і фізичної адекватності; друга група – функції, що забезпечують ці перетворення на біохімічному, енергетичному і психічному (психічні стани) рівні і лежать в основі активаційної і базової адекватності [1]. У визначеній смузі фізіологічної і психологічної норми перша група процесів протікає відносно незалежно від другої групи і вплив факторів, що безпосередньо забезпечують підвищення якості трудової діяльності, практично не зв'язаний з впливом факторів, що забезпечують оптимізацію функціонального стану організму людини. Інакше кажучи, при нормальному фізіологічному і психічному стані людини можна в широких межах варіювати характеристики сигналів, що надходять на пульт оператора, навантаження на органи керування, формувати ті або інші навички або способи дії тощо, змінюючи якість її діяльності від максимального до нульового. У той же час, людина за допомогою психофізіологічних механізмів, що лежать в основі активаційної адекватності, має здатність підтримувати трудову діяльність на необхідному рівні, незважаючи на досить значні зміни стану організму [1]. У ряді випадків (особливо при роботі в незвичайних умовах середовища) функціональний стан організму людини

може значно відхилитися від діапазону норми. Для таких випадків принцип незалежності процесів, що перебігають, і процесів цілеспрямованого перетворення інформації стає неадекватним. Тому ергономічне нормування «поза межної» зони повинне передбачати визначення залежностей параметрів концептуальної моделі і всього процесу діяльності від фізіологічного і психічного стану організму. Специфіка нормування в цій зоні полягає в тому, що критерії стають рухливими. Тобто тут уже не можна обмежитися одним - двома рівнями значень критерію типу «припустиме» або «гранично припустиме» (як це прийнято у фізіології праці і гігієні). Залежності варто представляти у виді номограм або таблиць, що показують як змінюються властивості концептуальної моделі і показники якості діяльності і як змінюються фізіологічні і психічні показники, безпосередньо пов'язані зі здоров'ям, фізичним і психічним станом людини. Такого роду «динамічне» нормування в ергономіці конче необхідне, оскільки будь-які конструкторські й експлуатаційні рішення зв'язані з вибором у багатомірній системі показників того з них (або декількох), що лежить в основі оптимізації стосовно обраного показника ефективності системи при неминучій не оптимальності за іншими показниками [1]. З розглянутої **схеми трудової діяльності впливає наявність трьох груп ознак, за якими варто описувати структуру діяльності людини в системі «людина – техніка – середовище» [1]:**

- системні властивості і склад трудового процесу, тобто характеристика сукупності властивостей системи «людина - техніка», психічних і фізіологічних процесів;

- специфічна напруженість, що визначає динаміку й інтенсивність психофізіологічних процесів, що лежать в основі виконуваних людиною дій;

- неспецифічна напруженість, що характеризує стан фізіологічних і психічних функцій, які забезпечують роботу організму при виконанні трудового процесу.

Питання для самоконтролю:

1. Якими особливостями характеризується система «людина – техніка»?
2. Які типи систем «людина – знаряддя праці – середовище» розрізняють?
3. Чим визначається адекватність систем?
4. Без чього неможлива ергономічна оптимізація конкретної системи «людина – техніка»?
5. За якими групами ознак варто описувати структуру діяльності людини в системі «людина – техніка – середовище»?
6. Чим визначають у цілому працездатність людини?